

LAPPEENRANNAN-LAHDEN TEKNILLINEN YLIOPISTO LUT

LUT School of Energy Systems

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Diplomityö

*Tomi Turkia*

**DIGITAALISTEN**

**ALUSTOJEN**

**HYÖDYNTÄMINEN**

**SÄHKÖASEMAPALVELULIIKETOIMINNASSA**

Työn tarkastajat:

Apulaisprofessori Jukka Lassila

TKT Juha Haakana

Työn ohjaaja:

Ins Petri Ilves

16.11.2021

## TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT School of Energy Systems

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Tomi Turkia

### **Digitaalisten alustojen hyödyntäminen sähköasemapaalveluliiketoiminnassa**

Diplomityö

2021

63 sivua ja 16 kuvaa

Työn tarkastajat: Apulaisprofessori Jukka Lassila

TKT Juha Haakana

Työn ohjaaja: Ins Petri Ilves

Hakusanat: Toiminnanohjausjärjestelmä, tietokannat, digitaaliset alustat

Teknologinen kehitys mahdollistaa toiminnan kehittämisen monella eri osa-alueella merkittävästi tehokkaampaan suuntaan erilaisia digitaalisia alustoja hyödyntämällä. Laajojen datamäärien hallitseminen sekä datan järjestelmällinen ja automatisoitu jalostaminen liiketoimintaa tehostavaan muotoon ovat avainasemassa toiminnan kehittämisen näkökulmasta. Tässä diplomityössä selvitetään sähköasemapaalveluliiketoiminnan kehittämismahdollisuuksia sekä nykyisissä toimintamalleissa havaittujen haasteiden kehittämismahdollisuuksia digitaalisia alustoja hyödyntämällä. Tutkimus on tehty yhteistyössä Hitachi Energy:n kanssa.

Tutkimuksessa selvitetään aluksi yhteistyöyhtiön eri tehtävissä toimivien työntekijöiden haastattelujen avulla erilaisista näkökulmista tarpeita toiminnan kehittämiseen. Vaihtoehtoja toimintamallien tehostamiseen kartoitetaan kirjallisuuslähteiden kautta. Tutkimuksen yhteydessä kehitetään testikäyttöön yhtiölle toiminnanohjausjärjestelmä, jonka avulla esitetyjä parannuksia toimintamalleissa pystytään kehittämään esitettyyn suuntaan. Toiminnanohjausjärjestelmän kehittäminen ja järjestelmän testikäytön tulosten analysoiminen sekä sen hyödyntäminen muissa liiketoiminnan kannalta keskeisissä toimenpiteissä muodostavat keskeisen osan tutkimusta. Toiminnanohjausjärjestelmän kehittämisen ohella muita liiketoiminnan operatiivisia tarpeita kartoitetaan osana tutkimusta ja niihin haetaan toimintaa tehostavia työkaluja digitaalisten alustojen kautta.

## **ABSTRACT**

Lappeenranta-Lahti University of Technology LUT

LUT School of Energy Systems

Electrical Engineering

Tomi Turkia

### **Utilization of digital platforms in substation service business**

Master's Thesis

2021

63 pages and 16 figures

Examiners: Associate Professor Jukka Lassila

D.Sc. (Tech.) Juha Haakana

Supervisor: Eng Petri Ilves

Keywords: Business controlling platform, databases, digital platforms

Technological developments have enabled the development of various operations in many different areas in a significantly more efficient establishment by utilizing digital platforms. Managing large amounts of data, as well as establishing the systematic and automated data processing into a business-enhancing form, are playing a key role from the perspective of this kind of business development. This dissertation researches the development possibilities of the substation service business and the development possibilities of the challenges that has been identified in the current operating models by utilizing digital platforms. The study was conducted in collaboration with Hitachi Energy.

The initial baseline in the study was examined by means of interviews with employees in various positions in the partner company, and different possibilities for developing the operating models were researched through literature sources. As a part of the research, a business controlling platform was developed for test use at the partner company. The developed platform enabled the presented improvements in the current operating models at the company. The development of a business controlling platform and the analysis of the results at test usage, as well as the utilization of the platform in other business-relevant applications, form a key part at the research. In addition to the development of the business controlling platform, other operational needs of the business were researched as a part of the research and development possibilities that can be done by leveraging the digital platforms were researched.

## **ALKUSANAT**

Tämä diplomityö on tehty yhteistyössä Hitachi Energy:n kanssa. Haluan kiittää yhtiötä mielenkiintoisesta aiheesta diplomityölle sekä mahdollisuudesta päästä mukaan kehittämään liiketoiminnan toimintamalleja. Haluan osoittaa myös kiitokset koko työyhteisölle, joka on tarjonnut loistavaa palautetta, sekä tukea koko diplomityöprosessin aikana. Erityiskiitoksen haluan osoittaa Petri Ilvekselle, joka on yhtiön puolesta toiminut työn ohjaajana ja antanut korvaamattoman tärkeää ohjausta ja neuvoja työn loppuun saattamiseksi.

Opiskeluaikani Lappeenrannassa on ollut erittäin antoisaa aikaa, jonka muistelu tuo hymyn huulille. Unohtumattomista hetkistä ja yhteistyöstä opinnoissa haluan kiittää opiskelutovereitani. Yliopiston puolelta haluan kiittää Jukka Lassilaa diplomityön ohjaamisesta sekä mielekkäistä kurssitoteutuksista opintojeni aikana.

Lopuksi haluaisin osoittaa kiitokset perheelleni, joka on tukenut ja kannustanut minua opintojeni aikana sekä erityisesti avopuolisolleni Riinalle kaikesta tuesta ja kannustuksesta koko opintourani aikana.

Kiitos.

Lappeenrannassa 16.11.2021

Tomi Turkia

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET .....</b>	<b>7</b>
<b>1. JOHDANTO.....</b>	<b>9</b>
1.1 Hitachi Energy .....	11
<b>2. HAASTEET NYKYTILANTEESSA .....</b>	<b>13</b>
2.1 Operatiivisen henkilöstön hallinta .....	14
2.2 Tiedon kulku ja dokumentaation löytyminen.....	14
<b>3. TIETOJÄRJESTELMIEN KESKEISET OSAKOMPONENTIT JA KÄSITTEET .....</b>	<b>16</b>
3.1 Tietokantojen toimintaperiaate .....	16
3.2 Käyttöliittymien toiminta osana laajempaa järjestelmäsovellusta.....	17
3.3 Algoritmien peruseriaatteet .....	18
<b>4. YHTENÄINEN TOIMINNAHOAJAUSJÄRJESTELMÄ.....</b>	<b>19</b>
4.1 Työn kustannuslaskenta ja resurssien allokointi.....	19
4.1.1 Toteutus nykytilassa.....	20
4.1.2 Tarjouksen valmisteluprosessin kehitysmahdollisuudet .....	21
4.2 Työn suunnittelu .....	24
4.2.1 Työn suunnittelun toteutus nykytilassa.....	24
4.2.2 Työn suunnitteluvaiheen kehitysmahdollisuudet .....	25
4.3 Työn suoritusvaihe .....	26
4.3.1 Työn suoritusvaiheen toteutus nykytilassa.....	26
4.3.2 Työn suoritusvaiheen kehitysmahdollisuudet .....	27
4.4 Lopetusvaihe .....	28
4.4.1 Työn lopetusvaiheen toteutus nykytilassa.....	28
4.4.2 Työn lopetusvaiheen kehitysmahdollisuudet .....	28
<b>5. DIGITAALISEN TOIMINNAHOAJAUSALUSTAN MAHDOLLISTAMINEN</b>	<b>29</b>
5.1 Toteutusehdotus 1 – Täysin uusi toteutus .....	30
5.2 Toteutusehdotus 2 – Valmiin järjestelmäsovelluksen hyödyntäminen .....	31
5.3 Toteutusehdotus 3 – Olemassa olevan järjestelmäalustan hyödyntäminen.....	33
<b>6. KEHITETYN JÄRJESTELMÄN TOTEUTUS JA KÄYTÄNNÖNTESTAUS</b>	<b>36</b>
6.1 Järjestelmän toteutus .....	36

6.2	Järjestelmän käytännöntestaus .....	39
<b>7.</b>	<b>DIGITAALISEN PALVELUTARJONNAN KEHITTÄMINEN.....</b>	<b>41</b>
7.1	Kerätyn datan analysointi .....	45
7.2	Kerätyn ja analysoidun datan havainnollistaminen .....	46
7.3	Analysoidun datan hyödyntäminen palvelutarjonnassa .....	48
	7.3.1 Datan analysoinnissa asiakkaalle tuotettava lisähyöty .....	49
	7.3.2 Datan analysoinnissa palvelun tarjoajan saama hyöty .....	49
7.4	Datan keräämisen ja analysoinnin tekninen toteutus .....	50
	7.4.1 Paikallinen palvelinlaite .....	52
	7.4.2 Datan keskitetty kerääminen .....	55
7.5	Kerättävän ja jalostetun datan integrointi laajempaan kokonaisuuteen .....	57
<b>8.</b>	<b>YHTEENVETO .....</b>	<b>58</b>

**KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET**

API	Ohjelmointirajapinta, eli toteutus, jonka avulla eri järjestelmäkokonaisuudet voivat vaihtaa tietoa keskenään ja hyödyntää sitä omassa toiminnassaan (Application programming interface)
CBM	Kuntoon perustuva kunnossapito (Condition Based Management)
ERP	Toiminnanohjausjärjestelmä, jota hyödynnetään yhtiön liiketoiminnan kokonaisvaltaisessa hallitsemisessa. ERP-järjestelmän avulla voidaan esimerkiksi hallita työntekijöiden työajan seurantaa, sekä varastoja.
IEC104	TCP/IP-pohjainen kommunikaatioprotokolla, jonka avulla eri laitteet kommunikoivat keskenään. Kyseinen protokolla on nykyisin laajasti käytössä sähköjärjestelmien automaatiosovelluksissa. Tarkka nimi kyseiselle protokollalle on IEC 60870-5-104, vaikka se tunnetaankin IEC104:nä
IoT	Esineiden internet, eli laitteiden yhdistäminen tietoverkkoihin ja sitä kautta tapahtuva tiedon siirtäminen erilaisiin järjestelmäkokonaisuuksiin (Internet of things)
LAN	Tietokoneiden välille muodostettava yhteys, jonka avulla dataa voidaan siirtää eri järjestelmien välillä (Local Area Network)
LTE	Internet-yhteyden muodostamiseen käytettävä tiedonsiirtotekniikka, jonka avulla nopea tietoliikenneyhteys saadaan toteutettua ilman kiinteää laajakaistayhteyttä (Long Term Evolution).
MFA	Monivaiheinen tunnistautuminen, eli keino tunnistaa käyttäjä hyödyntämällä useampaa tunnistautumismenetelmää. Monivaiheisessa tunnistautumisessa voidaan esimerkiksi vaatia käyttäjän käyttäjätunnusta ja salasanaa, sekä fyysistä henkilökorttia tai puhelimen vahvistussovelluksen muuttuvaa koodia (Multi-Factor Authentication).
Modbus	Kommunikaatioprotokolla, joka on teollisuudessa laajasti käytetty ja jota hyödyntämällä eri laitteet voivat siirtää tietoa keskenään. Modbus on alun perin ollut sarjaliikennepohjainen kommunikaatioprotokolla, mutta nykyisin siitä on käytössä myös TCP/IP-pohjainen Modbus TCP versio.

OPC	Tiedonsiirron standardijoukko, jota käytetään tiedon siirtämisessä eri laitteiden välillä erityisesti teollisissa sovelluksissa. OPC:n standardiston pohjalta on kehitetty erilaisiin kommunikaatio-sovelluksiin protokollia, kuten OP UA ja OPC DA (Open Platform Communications).
RCM	Luotettavuuteen perustuva kunnossapito (Reliability-centred maintenance)
SCADA	Teollisuudessa käytettävä prosessien hallinta- ja valvontaohjelmisto (Supervisory Control And Data Acquisition)
SQL	Standardoitu kyselykieli, jonka avulla tietokantoja voi hallita ja tehdä niihin kyselyjä, joiden avulla tietokannan dataa koostetaan haluttuihin datasetteihin (Structured Query Language)
TBM	Kunnossapitotekniikka, jossa toimenpiteet toteutetaan aikaan perustuen (Time Based Maintenance).
VPN	Yhteydenpitotapa, jolla julkisen verkon välityksellä voidaan yhdistää sisäverkkoja toisiinsa (Virtual Private Network)



## 1. JOHDANTO

Nykyaikainen tekninen kehitys sähköjärjestelmien osalta on vaikuttanut koko toimialaan merkittävästi. Teknisen kehityksen ohella, sähköjärjestelmien käytön ja ylläpidon parissa vuosikymmeniä työskennellyt ikäpolvi lähestyy eläkeikää ja niin ollen sukupolven vaihdos ja siitä seuraava muutos työskentelytavoissa on nykyisin todellisuutta. Esitettyjen kehityskulkujen seurauksena, erilaiset digitaaliset järjestelmät ovat yhä keskeisemmässä osassa erilaisten kokonaisuuksien seurannassa ja hallinnassa. Tarkasteltaessa kokonaisuutta tekniseltä näkökulmalta, voidaan huomata erilaisista järjestelmäkokonaisuuksista saatavan datan määrän nousseen voimakkaasti teknisen kehityksen seurauksena. Niin ollen saatavilla olevan datan keräämisen, hallinnoinnin ja esitettävyyden toteuttaminen siten, että se tukee tehokasta työskentelyä, on keskeisessä osassa järjestelmien tehokkaan hyödyntämisen kannalta. Puhtaan teknisen toteutuksen ohella, operatiivisen toiminnan hallinta osana järjestelmäkokonaisuutta on usein avainasemassa tehokkaasti ja saumattomasti toimivan kokonaisvaltaisen toiminnanohjauksen kannalta.

Nykypäivän keskustelussa yhä enemmän esillä olevat ilmastohaasteet ja ilmastonmuutoksen hallinta haastavat myös palveluliiketoimintaa ja pakottavat kehittämään uusia työskentelymalleja. Muutoksena aiemmin valloilla olleisiin toimintamalleihin on nykyisin pystyttävä löytämään keinoja, joiden avulla järjestelmien käyttö ja ylläpito saadaan toteutettua kestävästi sekä mahdollisimman vähän ympäristöä kuormittaen. Toimenpiteiden seuranta on myös olennainen osa nykypäiväistä toimintaa, ja niin ollen myös tehtyjä ympäristötoimenpiteitä on pystyttävä valvomaan ja seuraamaan mahdollisimman tehokkaasti ja läpinäkyvästi.

Edellä esitetyn kehityksen seurauksena, ongelmien ratkaisemiseksi on saatavilla useita erilaisia digitaalisia alustoja ja ohjelmistoja, joilla erilaisiin tarpeisiin on pyritty tuomaan ratkaisuja. Kokonaisuuden kannalta, on kuitenkin huomattavissa haasteita useiden järjestelmäsovelluksien yhtenäisen käytön osalta, koska järjestelmien integrointi yhtenäiseksi kokonaisuudeksi on monesti vaikeasti toteutettavissa ja se edelleen aiheuttaa moninaisia ongelmia tietojärjestelmien tehokkaan yhtenäisen käytön kannalta. Tämän diplomityön tavoitteena on selvittää mahdollisuuksia sähköasemapaalveluliiketoiminnan tehostamiseen erilaisia digitaalisia järjestelmiä hyödyntämällä ja hakea rajapintoja, sekä tehokkaita toimintamalleja eri alustojen yhtenäiseen käyttämiseen osana jokapäiväistä

toimintaa. Tutkielmassa myös kartoitetaan eri osapuolten saamaa lisäarvoa ja hyötyä digitaalisten alustojen hyödyntämisestä osana palveluliiketoimintaa. Keskeisenä tavoitteena on testata erilaisia toimintaa tehostavia järjestelmätoimintoja käytännötilanteissa ja edelleen käytännön testauksen avulla kartoittaa työympäristön kannalta toimivimpia osakokonaisuuksia, joita toiminnan tehostamisen kannalta on hyödyllistä jatkokehittää osaksi suurempia kokonaisuuksia.

Tässä diplomityössä keskitytään erityisesti selvittämään toiminnan tehostamisen kannalta hyviä digitaalisia työkaluja sekä alustaratkaisuja ja kartoittamaan niiden integroimisella saavutettavaa mahdollisuutta toiminnan tehostamiseen sekä lisäarvon tuottamiseen erilaisten palvelukokonaisuuksien eri osapuolille. Pääpainona tehtävässä selvityksessä on sähköjärjestelmiin kohdistuvan palveluliiketoiminnan toimintamallien ja palvelutarjonnan kehittäminen. Selvityksessä on rajattu pois tutkittavasta aihealueesta suurempien projektikokonaisuuksien toimintaan liittyvät kehitysmahdollisuudet sekä suurempien sähköjärjestelmien, kuten sähköverkkojen, ylläpitämiseen liittyvät kehitysmahdollisuudet vastaavia menetelmiä hyödyntäen.

Tutkielman tutkimuskysymyksiä ovat:

- Minkälaisia vaatimuksia nykyaikaisella toiminnanohjausjärjestelmällä on?
- Minkälaista lisäarvoa ja hyötyä asiakas ja palveluntarjoaja voivat saada digitaalisten alustojen tehokkaasta hyödyntämisestä osana sähköasemiin ja sähköjärjestelmiin kohdistuvaa palveluliiketoimintaa?
- Kuinka erilaiset digitaaliset alustat ja järjestelmät saadaan integroitua yhtenäiseksi järjestelmäkokonaisuudeksi, joka tuo tehokkuutta sähköasemapalveluliiketoimintaan?
- Kuinka digitaalisia alustoja hyödyntämällä voidaan mahdollistaa uusia toimintamalleja ja vastata tämän päivän vaatimuksiin palveluntarjonnalle?

Aihetta pyritään lähestymään hyödyntämällä, niin aiheesta tehtyjä tutkimuksia, kirjallisuutta sekä muita raportteja, kuin myös edellä esitettyä järjestelmän käytännön testausta. Tutkimus toteutetaan yhteistyössä Hitachi Energy:n kanssa ja tutkimuksessa pyritään hyödyntämään mahdollisimman laajasti yhtiön eri alojen asiantuntijoiden tietotaitoa.

## 1.1 Hitachi Energy

Hitachi Energy on globaalisti, yli 90 maassa toimiva sähkövoimatekniikan yhtiö, joka valmistaa, toimittaa, sekä tuottaa laajasti erilaisia palveluita sähkövoimajärjestelmän eri komponenteille ja osakokonaisuuksille. Yhtiön liiketoiminta koostuu niin ollen tuotemyynnistä, projektitoimituksista, sekä elinkaaripalveluiden tuottamisesta erilaisille sähköjärjestelmille. Yhtiön keskeisinä kohderyhminä ovat sähkö-, energia- ja teollisuusyhtiöt. Hitachi Energy työllistää maailmanlaajuisesti noin 36 000 työntekijää ja Suomessa yhtiön palveluksessa työskentelee n.550 henkilöä. Suomessa yhtiön kotipaikkana toimii Vaasa, jossa noin 450 yhtiön työntekijää työskentelee. Globaalisti yhtiön pääkonttori sijaitsee Sveitsin Zürichissä. Yhtiönä Hitachi Energy on aiemmin toiminut ABB:n Power Grids:nä tunnettuna divisioonana ja on vuoden 2020 heinäkuussa siirtynyt yrityskaupan myötä osaksi Hitachia. Yrityskaupan seurauksena ennen siirtymistä Hitachi Energy nimeen, toimi yhtiön nimenä noin vuoden ajan Hitachi ABB Power Grids. Hitachi onkin nykyisin Hitachi Energy:n enemmistöomistaja, omistaen 80,1 % osan yhtiöstä ja ABB vähemmistöomistaja omistaen 19,9 % osuuden. (Hitachi Energy, 2021)

Liiketoiminta Hitachi Energy:llä jakautuu neljään liiketoimintayksikköön, jotka ovat Grid Automation, Grid Integration, Transformers, sekä High Voltage Products. Tarkasteltaessa liiketoimintaa tarkemmin, Grid Automation tuottaa järjestelmiä sekä palveluja sähköverkon suojaukseen ja automaatioon, sekä myös hyvin laajasti erilaiseen infrastruktuurin automatisointiin liittyen. Suomessa Grid Automationin tunnettuja tuotteita ovat mm. MicroSCADA ohjaus- ja valvontajärjestelmä sekä RE-tuotesarjaan kuuluvat siirtoverkon kennotermiinaalit. Yhtiön Grid Integration-yksikkö tuottaa järjestelmiä ja palveluja sähköverkkojen kehittämiseen ja integrointiin liittyen. Grid Integrationin toiminnassa sähköasemaprojektien sekä sähköjärjestelmien elinkaaripalveluiden tuottaminen ovat keskeisessä roolissa. Kyseisen divisioonan tunnetuimpia tuotteita ovat FACTS, sekä HVDC ratkaisut, sekä perinteiset sähköasemat. Sähköasematoimituksiin keskeisesti liittyy kyseisen divisioonan tunnetuin tuote, MEHO-sähköasemarakennus. Transformers-yksikkö tuottaa nimensä mukaisesti muuntajia sähköverkkojen toiminnan mahdollistamiseksi. Kyseisen liiketoimintayksikön tunnetuimpia tuotteita Suomessa ovat Vaasan muuntajatehtaalla valmistetut muuntajat.

Kyseinen muuntajatehdas valmistaa hyvin laajasti erilaisia muuntajia aina sähkölaitosmuuntajista taajuusmuuttajakäytöissä, rautatiesovelluksissa sekä suurissa reaktoreissa hyödynnettäviin muuntajiin. Yhtiön High Voltage Products liiketoimintayksikkö puolestaan tuottaa sähköverkkojen suurjännitetuotteita, kuten GIS-kojeistoja ja sähkönlaatulaitteistoja kaikille jännitetasoille. (Hitachi Energy, 2021)

## 2. HAASTEET NYKYTILANTEESSA

Erilaisiin sähkönjakelun ja sähköasemien järjestelmiin kohdistuva palveluliiketoiminta on kokonaisuudessaan hyvin monipuolista ja laaja-alaista. Toimialassa tarvittavat palvelut koostuvat muun muassa erilaisista huoltotoimista, laiteusinnoista, laiteuudistuksista sekä käytönjohto- ja asiantuntijapalveluista. Koska toimialueet ja käytännön toimet ovat hyvin monialaisia ja monipuolisia, työskentelee palveluiden tuottamisen parissa myös monen eri asiakokonaisuuden osajia, joiden tietotaidon yhdistäminen ja hallinnointi on keskeisessä roolissa palveluiden tehokkaan tuottamisen näkökulmasta (Ilves, 2021). Työvoimaresurssien hallinnoinnin ohella, myös informaation tehokas hallitseminen on suuremmassa kuvassa hyvin olennaisessa osassa kokonaisuuden kannalta (Ilves, 2021). Käytännön tasolla, eri työkohteissa tehtävistä toimista saadaan, sekä työn suorittamisessa tarvitaan suuria määriä informaatiota, ja niin ollen datan järjestelmällinen hallitseminen on keskeisessä osassa palveluliiketoiminnan kokonaisvaltaisessa suorittamisessa.

Edellä esitetyn palveluliiketoiminnan hallitsemiseen ja ohjaamiseen liittyy useita merkittäviä haasteita, jotka nykytilanteessa heikentävät huomattavasti työn tuottavuutta. Esimerkkeinä kyseisistä haasteista ovat operatiivisen henkilöstön hallintaan liittyvät haasteet, sekä dokumentaation ja informaation hallinnointiin liittyvät ongelmat, jotka käytännön työtehtävien yhteydessä aiheuttavat useasti ylimääräistä työtä. Edellä esitettyjen ongelmakohtien ohella haasteita palveluiden kehittämisen kannalta aiheuttavat toimialan vahva lakisääteinen ohjaus, jonka takia palveluiden kehittämisen resursseista merkittävä osa kuluu kehitystoimenpiteisiin, joiden avulla palvelut voidaan pitää määräysten mukaisena. Liiketoiminnan kehittämisen mahdollistamisen ja jatkuvuuden kannalta, myyntiorganisaatioiden henkilöresurssien kohdistaminen ei myöskään tyypillisesti ole toteutettu saumattomasti operatiivisen toiminnan kanssa, mikä aiheuttaa myynnin tuottavuuden heikkenemistä (Ilves, 2021).

## **2.1 Operatiivisen henkilöstön hallinta**

Palveluliiketoiminnan mahdollistamisessa operatiivisen henkilöstön hallinta on hyvin tärkeässä osassa. Tässä osakokonaisuudessa on käytännön toiminnassa huomattu kuluvan merkittävän paljon aikaa työn organisointiin liittyvissä työtehtävissä. Työn organisoimisessa erityisen haasteelliseksi on koettu operatiivisen henkilöstön hallinnointi, koska työtehtävät ovat useasti luonteeltaan lyhyitä ja toimialan luonne aiheuttaa tilanteen, jossa äkillisiin palveluntarpeisiin, esimerkiksi laitteistojen vikaantumisen seurauksena, on pystyttävä reagoimaan erityisen nopeasti (Laakkonen, 2021). Tämän seurauksena toiminnan ohjaus toteutetaan monesti puhelinkeskusteluiden tai sähköpostin avulla ja toiminnanohjaukseen käytettävien alustojen päivittäminen nopeiden tilannemuutosten jälkeen ajan tasalle jää usein tekemättä. Suuremmassa kuvassa tällaisen toiminnan on huomattu aiheuttavan edelleen haasteita, koska käytännössä toiminnanohjausjärjestelmien antamaan informaatioon ei voida luottaa ja todellinen työtilanne on käytännössä aina tarkastettava eri osapuolilta, joka aiheuttaa hitautta ja lisätyötä toiminnan organisoinnin ja hallinnan näkökulmasta.

## **2.2 Tiedon kulku ja dokumentaation löytyminen**

Kuten edellä esitettiin, informaation löytyminen prosessien eri vaiheissa on tärkeässä osassa palveluiden tuottamisessa. Palveluiden tuottamisen näkökulmasta, informaatio voidaan karkeasti jakaa kahteen osaan, palvelun suorittamisessa ja suunnittelussa tarvittavaan informaatioon, sekä palvelun seurauksena tuotettavaan informaatioon. Esimerkkinä palveluiden tuottamiseen tarvittavasta informaatiosta ovat laitteistojen datalehdet, tekniset tiedot ja pääkaaviot, kun taas palveluiden seurauksena tuotettavasta informaatiosta esimerkkinä ovat huoltoraportit ja korjausehdotukset.

Dokumentaation hallinnassa on havaittu olevan palveluiden tuottamisessa toiminnan tehokkuutta rajoittava pullonkaula. Käytännössä ongelmia aiheutuu tiedon jakamisessa eri osapuolille, eli tieto ei ole kaikkien vapaasti saatavilla, vaan sitä säilytetään eri osapuolten hallinnassa olevien laitteiden kovalevyillä ja arkistoissa (Ilves, 2021). Edelleen, kun eri osapuolet tarvitsevat työn suorittamisessa dokumentaatiota, johon ei syystä tai toisesta ole pääsyä, aiheuttaa se tilanteen, jossa tarvittava informaatio on erikseen pyydettävä ja lähetettävä, joka heikentää toiminnan tehokkuutta (Ilves, 2021). Käytännön toiminnassa on pystytty myös havaitsemaan, että tiedon jakamisessa voi olla samalla toimijalla käytössä erilaisia toimintamalleja, joita käytetään ikään kuin ristiin. Käytännössä tämä aiheuttaa vastaavanlaisia haasteita toiminnassa, koska tiedon jakaminen ei tapahdu järjestelmällisellä ja yksiselitteisellä tavalla, joka aiheuttaa ylimääräistä työtä tiedon löytämiseksi.

### **3. TIETOJÄRJESTELMIEN KESKEISET OSAKOMPONENTIT JA KÄSITTEET**

Edellisessä luvussa on esitetty tämänhetkisiä haasteita käsiteltävästä liiketoiminta-alueesta. Tutkielman aihealueen mukaisesti, esitettyihin ongelma-kohtiin pyritään löytämään ratkaisuja digitaalisia alustoja hyödyntämällä. Yksi hyvin keskeinen digitaalisten järjestelmien osa-alue ovat tietojärjestelmät. Tietojärjestelmiin liittyy hyvin merkittävä määrä erilaisia osa-alueita, joita voidaan hyödyntää haettaessa ratkaisuja erilaisiin käytännönongelmiin.

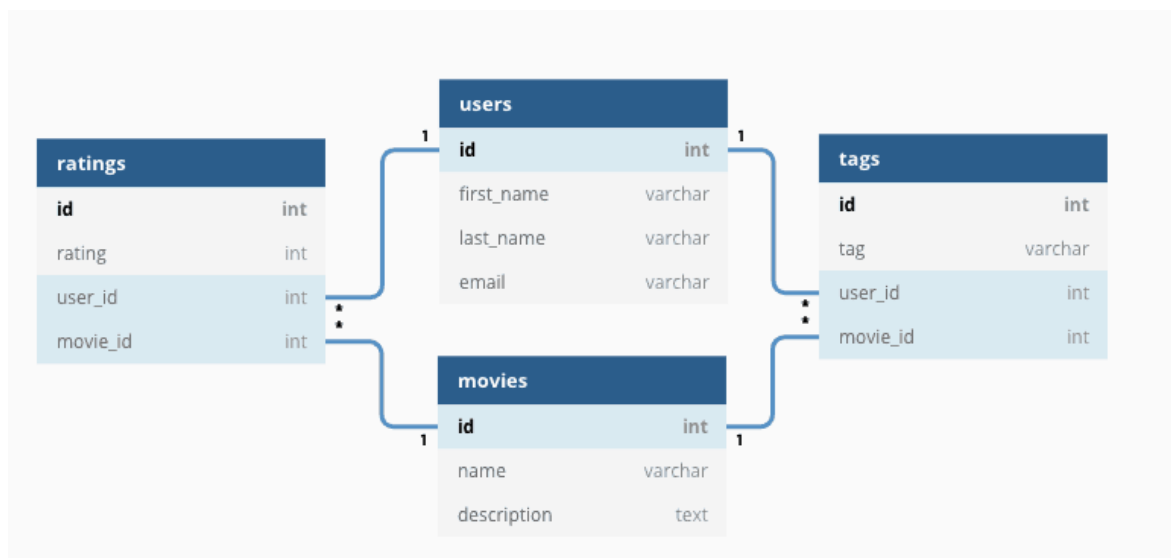
#### **3.1 Tietokantojen toimintaperiaate**

Tietokannat ovat ohjelmistollisia alustoja, joita käytetään datan järjestelmälliseen taltioimiseen ja säilyttämiseen. Tietokantojen tiedon jäsentely ja rakenne perustuvat erilaisten identifiointitietokenttien, eli niin sanottujen avaintietokenttien hyödyntämiseen. Tällaisia avaintietokenttiä käytetään linkittämään tietokannan eri taulukkomuotoiset datat yhteen niin ettei taltioitu data toistu, vaan tietokannasta taltioidaan jokainen tietoalkio kertaalleen ja linkitetään haluttuun avaimen tai avaimiin, jolloin dataa voidaan tarpeen vaatiessa hakea tietokannasta halutun tyyppisissä ja kokoisissa kokonaisuuksissa.

Edellä esitetyt avainkentät käytännössä linkittävät tietokannan eri osissa olevat datakokonaisuudet järjestelmällisesti yhteen. Tyypillinen tietokannan toteutus, joka on hyvin laajasti käytössä eri sovelluksissa, on relaatiotietokanta (Relational database). Relaatiotietokannan taulukot linkitetään yhteen tyypillisesti käyttäen niin kutsuttua viiteavainta (Foreign key) (InfluxData, 2021). Käytännönsovelluksissa viiteavaimena käytetään tyypillisesti esimerkiksi jotakin numerosarjaa tai yhdistelmää eri numeroista ja kirjaimista, jotka linkittyvät vain tiettyyn asiakokonaisuuteen. Esimerkki viiteavaimeksi hyvin soveltuvasta tietueesta on henkilötunnus tai rekisterinumero (InfluxData, 2021). Relaatiotietokannan lisäksi joissain sovellustyypeissä, kuten mittaukseen käytettävissä ohjelmissa käytetään usein aikasarjatietokantaa (Time series database). Aikasarjatietokannassa oleva data identifioidaan aikaleimaa hyödyntämällä, jonka ansiosta sen käsitteleminen erilaisissa mittausdataa hyödyntävissä sovelluksissa on helpompaa.

Havainnekuva tiedon taltioimisesta relaatiotietokantaan on esitetty kuvassa 3.1.





Kuva 3.1 Havainnekuva datan taltioimisesta relaatiotietokantaan (OmniSci, 2021)

### 3.2 Käyttöliittymien toiminta osana laajempaa järjestelmäsovellusta

Käyttöliittymä on tietojärjestelmän, laitteen tai ohjelmiston osa, jonka avulla käyttäjä pystyy käyttämään sovellusta. Tietojärjestelmien ja ohjelmistojen tapauksessa käyttöliittymä on tyypillisesti käyttäjän näyttöpäätteellä näkyvä sovelluksen osa, joka esittää käyttäjälleen ohjelmiston tai tietojärjestelmän tuottaman tiedon ja mahdollistaa kyseisen sovelluksen hallinnan ja ohjauksen. Tietokonepohjaisissa sovelluksissa käyttöliittymät toteutetaan tyypillisesti graafisina käyttöliittyminä, joko siihen kehitettyjen työpöytäsovellusten, selainpohjaisten toteutusten tai mobiilisovellusten avulla. Käyttöliittymä voi kuitenkin olla myös esimerkiksi komentorivipohjainen toteutus, jossa käyttäjän ja sovelluksen välinen tiedonvaihto tapahtuu komentoriviympäristössä tekstin avulla. Erilaisten laitteiden käyttöliittymissä hyödynnetään nykyisin paljon tietoteknisiä toteutuksia, mutta laitteiden käyttöliittymät voivat muodostua myös esimerkiksi analogisista painikkeista ja mittareista.

### 3.3 Algoritmien peruseriaatteet

Algoritmi on käsitteenä määritetty prosessin kuvaukseksi, jossa kuvataan yksityiskohtaisesti jonkin prosessin vaiheet ja menetelmät niiden suorittamiseksi. Niin ollen alkuperäisen määritelmän mukaan algoritmi on joukko järjestykseen asetettuja toimenpiteitä, joiden avulla jokin toiminnallisuus saadaan kokonaisuudessaan suoritettua. Algoritmiksi voidaan käsittää esimerkiksi matemaattiset menetelmät laskutoimitusten ratkaisemiseksi, kuten plus- tai jakolaskut ja niiden ratkaisemiseen käytettävät menetelmät, kuten jakokulma.

Kuitenkin nykyisin algoritmit liittyvät keskeisesti tietotekniikkaan ja tietoteknisten järjestelmien ohjelmoimiseen. Käytännössä tietotekniisiin sovelluksiin tehdyt ohjelmalliset toiminnot ovat algoritmeja, jotka yhdessä muodostavat ohjelman, ohjelmiston tai tietojärjestelmän. Käytännönesimerkkejä tietoteknisistä algoritmeista ovat rivikoodilla toteutetut funktiot, joiden avulla dataa prosessoidaan haluttuun muotoon.

#### 4. YHTENÄINEN TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄ

Kokonaisvaltaisesti tehokasta toimintaa tukevan digitaalisen alustakokonaisuuden kehittämisessä tulisi pyrkiä huomioimaan kaikki työn suorittamisen vaiheet. Niin ollen, toiminnanohjausjärjestelmän tiedon ja informaation hallintaprosessin tulisi alkaa heti työsuorituksen suunnittelusta sekä tarjouslaskennasta ja edetä järjestelmällisesti aina työn käytännönsuoritukseen asti. Edellä esitetyn tyyppinen järjestelmä tukisi tehokasta ja järjestelmällistä toimintaa monelta osin, kuten tiedon kokonaisvaltaisen taltioinnin ja henkilöstön organisoinnin osalta. Kuvassa 4.1 on havainnollistettu suunnitelman mukaisen toiminnanohjausjärjestelmän toiminta työsuorituksen eri vaiheissa.



Kuva 4.1 Suunnitelman mukaisen toiminnanohjausjärjestelmän toiminta työsuorituksen eri vaiheissa

##### 4.1 Työn kustannuslaskenta ja resurssien allokointi

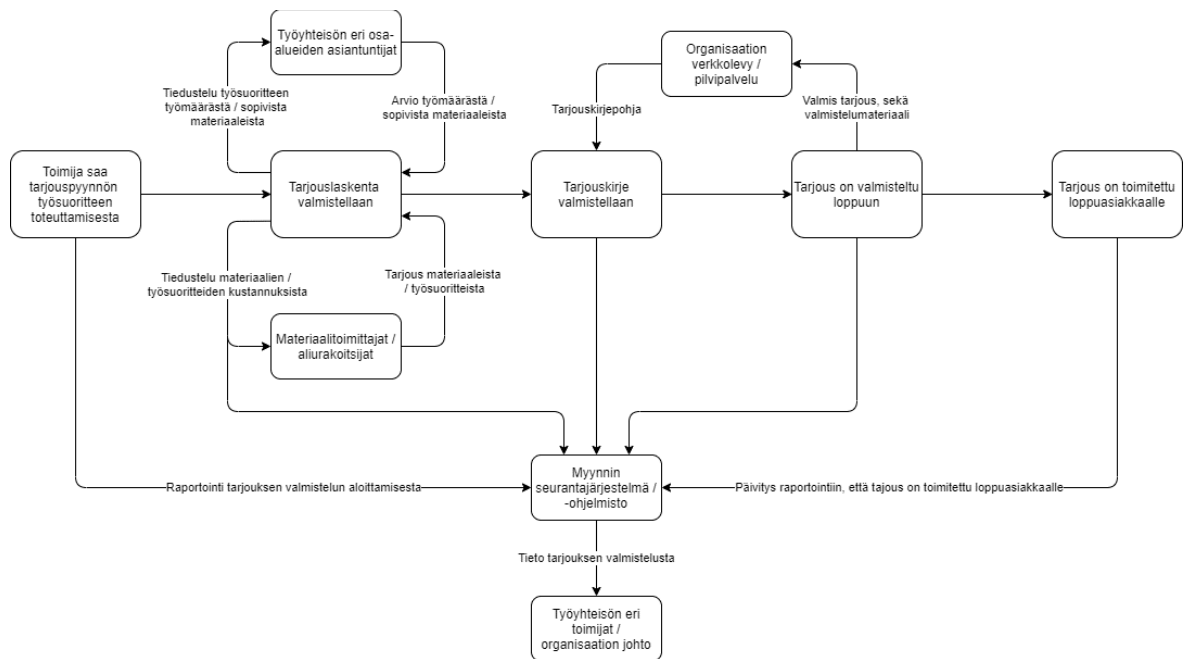
Tarjouslaskenta voidaan nähdä työsuorituksen tai projektikokonaisuuden ensimmäisenä vaiheena ja siinä erityisen olennaista on riittävien resurssien varaaminen työsuoritteille, sekä oikeiden materiaalien arviointi, jotta laskenta saadaan toteutettua tavoitteiden mukaisesti. Olennaisesti, tarjouslaskennassa tehtävät resurssiarviot tulee toteuttaa myös niin, että ne eivät ole liian ylimitoitettuja, jotta tarjoaman loppuhinta on kilpailukykyinen yleiseen markkinatilanteeseen verrattuna. Edelleen, kun huomioidaan nyt käsiteltävän liiketoimintalueen monialaisuus, on ymmärrettävää, että resurssien arviointi vaatii laajaa toimialatuntemusta, sekä kokemusta toimimisesta toimialalla eri tehtävissä (Ilves, 2021). Niin ollen tarjouslaskennan toteuttamisessa on hyvin usein konsultoitava useita eri

työyhteisön jäseniä, haettava hintatietoa eri materiaalivaihtoehdoista tuotetoimittajilta, sekä arvioitava mahdollisia etäkuluja.

#### **4.1.1 Toteutus nykytilassa**

Nykytilanteessa, koko tarjouslaskentaprosessi toteutetaan tyypillisesti täysin käsityönä, mikä käytännössä tarkoittaa, että tarjouslaskija tekee suuren määrän työtä tiedustellessaan eri osakokonaisuuksien vaatimaa resurssimäärää eri toimijoilta ja edelleen tekee arvion niiden pohjalta hyödyntäen laskentaohjelmistoja. Puhtaan tarjouslaskennan ohella, tarjouksen valmisteluun tyypillisesti kuuluu myös raportointi organisaatioiden johdolle tarjottavasta työsuoritteesta ja sen laajuudesta. Raportointi toteutetaan tyypillisesti jotakin myynnin seurantaan tarkoitettua ohjelmistoa hyödyntämällä. Käytännössä tarjouksen laskija merkitsee ohjelmistoon käytänteiden mukaiset tiedot tarjottavasta työsuoritteesta, joita eri osapuolet voivat saman ohjelmiston avulla tarkastella.

Tarjouslaskennan valmistuttua siirrytään tyypillisesti tarjouksen valmistelussa seuraavaan vaiheeseen, eli valmistellaan tarjouskirje, jolla esitetään tarjottu työsuorite ja eritellään sen eri osakokonaisuudet. Käytännön tasolla, tämä osuus tehdään tyypillisesti kirjoittamalla tarjouskirje valmiisiin tarjouskirjepohjiin, joista vaadittavat peruspiirteet tarjoukselle on jo valmiina. Tämän vaiheen jälkeen, tarjous kokonaisuudessaan on tyypillisesti valmisteltu ja se voidaan toimittaa asiakkaalle ja sen valmistelussa käytetty materiaali taltioidaan sovittujen käytänteiden mukaisesti. Tyypillisesti tiedon taltiointi tapahtuu eri osapuolten käytössä olevien laitteiden kovalevyille, jaetuille verkkolevyille tai toimijoiden omiin pilvipalveluihin, joista dataa voidaan tulevaisuudessa hyödyntää tarvittaessa (Ilves, 2021). Kuvassa 4.2 on esitetty nykytilanteessa laajasti käytössä oleva tarjouksen laskenta- ja valmisteluprosessi.



Kuva 4.2 Nykytilanteessa laajasti käytössä olevan tarjouksen laskenta- ja valmisteluprosessin lohkodiagrammi

#### 4.1.2 Tarjouksen valmisteluprosessin kehittämismahdollisuudet

Kuten edellisessä luvussa on esitetty, tarjouksen valmisteluprosessi on hyvin monivaiheinen ja vaatii nykyisellä toteutuksella suuren määrän henkilöiden välistä kommunikaatiota ja tiedonvaihtoa, joka toteutetaan täysin manuaalisesti. Tällaisessa toteutuksessa haasteena on kaikkien vaiheiden järjestelmällinen läpikäynti ja oikeaoppinen suoritus käytännön tilanteessa, eli nykymalli luo mahdollisuuden joidenkin prosessin vaiheiden ohittamiselle tai poikkeavalle toteutukselle. Edelleen, mikäli tarjouksen valmistelussa joitakin osakohtia hoidetaan suunnitellusta prosessista poiketen, aiheuttaa se hyvin suurella todennäköisyydellä myöhemmissä vaiheissa lisää selvitystyötä tarjouksen valmisteluun liittyen. Pahimmassa tapauksessa, myöhemmin taltioitu tieto on tarjouksen valmisteluvaiheessa taltioitu epäasiallisesti tai ollut muistinvaraista ja niin ollen myöhemmän selvittelyn aikana sitä ei voida löytää.

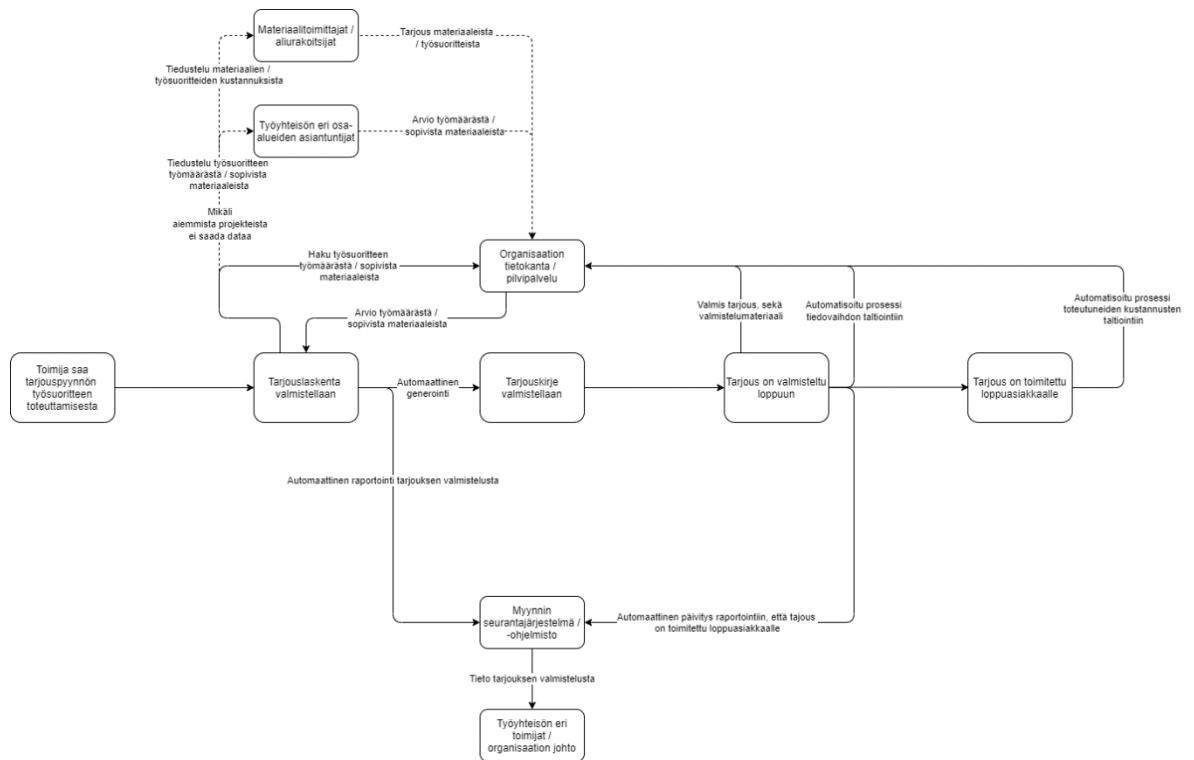
Henkilöiden välinen tiedonvaihto ei ole ainoa osakohta, joka aiheuttaa tehottomuutta tarjouksen valmisteluprosessissa. Prosessiin tehottomuutta tuovat olennaisesti myös manuaalisesti toteutettavat työvaiheet tarjousprosessin raportoinnin, sekä tarjouskirjeen laatimisen osalta. Kyseiset työvaiheet ovat joiltain osin geneerisiä, eikä niihin käytettävä henkilötyömäärä monesti tuo juurikaan lisäarvoa tarjouksen sisältöön. Niin ollen, kyseisten prosessin vaiheiden automatisointi tietojärjestelmien avulla voi tuoda tehokkuutta prosessin

suorittamiseen kokonaisuudessaan. Näiden työvaiheiden tietojärjestelmäpohjainen automatisointi tarkoittaa käytännön tasolla tarjouskirjeiden ja raportoinnin automaattista generointia erinäisten parametrien mukaisesti. Työvaiheita ei, ainakaan monimutkaisimmissa prosesseissa, todennäköisesti saada täysin automatisoitua, vaan automatisoidun dokumentaation generoinnin on oltava käytännön toteutuksessa muokattavissa sillä tavoin, että generoinnin jälkeen tarjouksen valmistelija voi lukea kyseisen dokumentaation läpi ja tehdä manuaalisesti muutoksia tarvittaessa (Ilves, 2021). Kuitenkin automatisointia hyödyntämällä dokumentaation valmistelun geneerisiin vaiheisiin voidaan tuoda tehokkuutta.

Aiemmin esitetty, tarjouksen valmisteluprosessin tehokkuutta laskeva henkilöiden välinen kommunikaatio on monelta osin välttämätön osa prosessia. On kuitenkin huomattavaa, että koska työsuoritteita ja tarjouksia toteutetaan ja valmistellaan kaiken aikaa, on monelta osin mahdollista hyödyntää aiemmissa vastaavatyypisissä työsuoritteissa valmisteltua informaatiota, mikäli se on järjestelmällisesti taltioitu ja helposti löydettävissä. Käytännössä, mikäli esimerkiksi aiempien tarjouksien valmisteludokumentaatio on järjestelmällisesti taltioitu, voidaan dokumentaation työmääräarviota tai selvitettyjä materiaalikustannuksien informaatiota hyödyntää tulevilla tarjouslaskennoissa, eikä niiden osalta tarvitse käyttää aikaa saman tiedon selvittämiseen kyselemällä sitä eri toimijoilta. Tällä tavoin voidaan myös pystyä vastaamaan nopeaa vasteaikaa vaativiin tarjouskyselyihin paremmin. Tähän osakohtaan liittyen on huomattavaa, että varsinkin suuremmissa organisaatioissa on erikseen osto-organisaatio, joka tyypillisesti kerää tietoa eri toimittajilta tulevista hintatiedoista. Niin ollen, eräs mahdollinen toiminnan tehostamistapa olisi jakaa eri organisaatioiden välillä tietoa niin, että se olisi vapaasti luettavissa henkilöille, joiden työtä sillä voitaisi tehostaa.

Tarjouslaskennassa tehtävä tietoaaineiston käsittely olisi muutoinkin järkevää toteuttaa siten, että käsiteltävä tieto olisi muodossa, jota voidaan automatisoidusti hyödyntää prosessien seuraavissa vaiheissa, sekä tulevilla vastaavatyypisissä tarjouslaskennoissa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että esimerkiksi työsuoritteisiin varatut työmäärät, lasketut hinnat, yms. taltioidaan esimerkiksi tietokantarakenteeseen taulukkolaskentaohjelmistojen sijaan. Tämä mahdollistaisi kyseisten tietojen automaattisen siirtämisen projektin operatiivisen osuuden suunnitteluun käytettävään järjestelmään, eikä niin ollen kyseisen geneerisen työsuoritteen toteuttamiseen tarvita henkilötyövoimaa.

Kuten edellä esitetty, tarjouksen laskennassa ja valmistelussa käsiteltävän tietoaaineiston järjestelmällinen taltioiminen sellaisessa muodossa, jossa sen hyödyntäminen on mahdollisimman tehokasta, on keskeisessä roolissa toiminnan tehostamisen kannalta. Kun data on taltioitu edellä esitetyllä tavalla, voidaan sitä tehokkaasti hyödyntää niin tulevissa projekteissa, kuin myös sillä hetkellä käsitellyssä olevan projektin osalta työvaiheiden automatisoinnissa. Havainnollistava lohkokaavio tarjouksen valmisteluprosessista, jossa esitetyt parannukset on tehty, on esitetty kuvassa 4.3.



Kuva 4.3 Lohkokaavio tarjouksen valmisteluprosessista, jossa esitetyt parannukset on tehty

Kuten kuvasta voidaan huomata, parannellussa tarjouksen valmisteluprosessissa tietokantaan on tehty niin kutsuttu takaisinkytkentä useista prosessin vaiheista. Takaisinkytkentä mahdollistaa edellä esitetyn tyyppisen toiminnan tehostamisen ja se on hyvin suurelta osin toteutettavissa automatisoidusti, joka edelleen mahdollistaa työn tehokkuuden parantamisen. Koska esitetty muutos tarjousprosessissa mahdollistaa automatisoinnin eri vaiheiden välillä, on samassa yhteydessä mahdollista myös tehdä erinäisten rajapintojen kautta tapahtuvia toimenpiteitä muihin järjestelmiin, kuten myynnin seurantajärjestelmään.

## **4.2 Työn suunnittelu**

Työsuorituksesta tehdyn tarjouksen toteuduttua, siirrytään olennaisesti käytännötoimenpiteiden toteutuksen suunnitteluun. Työsuorituksen vaatimat toimenpiteet vaihtelevat hyvin suuresti sovelluskohteen mukaan, mutta tyypillisiä asioita, joiden toteutus tulee suunnitella ovat materiaalihankinnat, operatiivisen henkilöstön organisointi, sekä taloudellisten asioiden hallinnointi. Keskeinen asia työsuorituksen tässä vaiheessa on, että varsinkin suuremmissa työsuoritteissa, työn suunnitteluvaiheessa vastuu toteutuksesta siirretään tässä vaiheessa myyntiorganisaatiolta toteuttavalle organisaatiolle (Ilves, 2021). Käytännössä tämä tarkoittaa, että operatiivisesta henkilöstöstä valitaan työsuoritukselle projektipäällikkö, joka alkaa organisoida työsuoritusta.

### **4.2.1 Työn suunnittelun toteutus nykytilassa**

Työn suunnittelun toteutus nykytilassa toteutetaan tyypillisesti pitämällä alkuun työsuorituksen läpikäynti yhdessä myynti- ja operatiivisenorganisaation välillä, jossa käydään läpi työsuoritus ja sille varatut taloudelliset resurssit. Edelleen tämän jälkeen, työn projektipäällikkö jatkaa suorituksen organisointia valitsemalla työn suoritukseen soveltuvat operatiiviset henkilöt erilaisten resurssikalenterien kautta, sekä järjestelemällä tarvittavat materiaalihankinnat siihen käytettävien järjestelmien kautta. Työsuorituksen suunnittelun kannalta on nykyisiä menetelmiä tarkasteltaessa huomioitavaa, että hyvin tyypillisesti henkilöstön, sekä esimerkiksi työvälineiden organisointiin käytettävät resurssikalenterit tai muut alustat, joilla näitä resursseja organisoidaan, toimivat hyvin pitkälti manuaalisesti. Niin ollen ne vaativat jonkin verran manuaalista työtä ja luovat suuren mahdollisuuden epäjohdonmukaisuuksien syntymiseen, mikäli kaikkea olennaista ei muisteta manuaalisesti päivittää eri järjestelmiin.



#### 4.2.2 Työn suunnitteluvaiheen kehitysmahdollisuudet

Työsuorituksen suunnitteluvaiheessa potentiaalisia kehityskohteita, joihin digitaalisia alustoja hyödyntämällä voidaan tuoda tehokkuutta, ovat operatiivisen henkilöstön organisointi, sekä materiaalihankintojen käytännöntoteutus. Käytännössä tällainen toteutus vaatii toiminnanohjausjärjestelmän, jossa jo tarjouslaskentavaiheessa on suunniteltu tietyt operatiiviset resurssit, sekä valittu tarvittavat materiaalit ja edelleen taltioitu ne järjestelmällisesti muotoon, josta niiden eteenpäinvieminen ei vaadi merkittävästi manuaalista työtä.

Käytännössä tämä tarkoittaa operatiivisen henkilöstön kannalta, että henkilöstön hallinta toteutetaan hyödyntämällä organisoitua tietojärjestelmärakennetta, esimerkiksi tietokantaa ja jokainen henkilö on perustettu ko. järjestelmään ja kuvattu osaaminen, sekä työtilanne järjestelmällisesti. Niin ollen, kyseisiä tietoja voidaan hyödyntää työn suunnittelussa, kun mietitään minkälaista osaamista työsuorituksessa, tarvitaan ja milloin suunniteltu toteutusajankohta on.

Materiaalihankintojen toteuttamisen kannalta nykytilan toteutusta voitaisi tehostaa järjestämällä hankintojen tietoaineisto, kuten vanhojen tarjousten tiedot, sekä esimerkiksi vakio toimittajien hintalistat tietokantamuotoon ja niiden kautta mahdollistamalla hintatietojen löytymisen tehokkaasti työsuorituksen eri vaiheissa. Mikäli hankinnat olisi organisoitu tällä tavalla, mahdollistaisi se parhaimmillaan tilanteen, jossa tarjouslaskija on suunnitellut materiaalihankinnan esimerkiksi tietokannasta saatavan tiedon pohjalta tietylle komponentille ja sisällyttänyt sen työlle. Edelleen työn suunnitteluvaiheessa, projektipäällikkö toteuttaa hankinnan automatisoidusti niin että hankintaorganisaatio saa siitä tiedon ja toteuttaa tilauksen suunnitellusta hankinnasta.

### **4.3 Työn suoritusvaihe**

Työsuorituksen suunnitteluvaiheen jälkeen siirrytään toteuttamaan kyseistä suoritusta. Tässä vaiheessa prosessia olennaisesti realisoidaan suunniteltu kokonaisuus, eli toteutetaan suunnitteluvaiheessa suunnitellut toimenpiteet. Sähköasemapalveluissa esimerkkejä tyypillisistä työsuoritteista ovat mm. sähköjärjestelmän eri komponenttien ja kojeiden huolto, korjaus tai vaihtotyöt, sekä erilaiset järjestelmäkokonaisuuksiin liittyvät tarkastukset. Olennaisesti kokonaisvaltaiseen työsuoritteeseen kuuluu edellä esitettyjen operatiivisten toimenpiteiden lisäksi myös esimerkiksi työsuoritteiden vaatimien materiaalien vastaanottoa ja organisointia, sekä siirtymisiä työn suorituspaikalle.

#### **4.3.1 Työn suoritusvaiheen toteutus nykytilassa**

Nykyisin työn suorittaminen organisoidaan ja hallitaan useasti suurelta osin henkilöiden välisellä tiedonvaihdolla, sekä hyödyntäen erilaisia toiminnan hallinnointiin tarkoitettuja alustoja (Laakkonen, 2021). Aikataulutusta hallinnoidaan lisäksi myös tietojärjestelmien kalenteriominaisuuksia hyödyntäen joko organisaatioiden tai operatiivisten henkilöiden itsensä toimesta.

Työsuorituksen aikana operatiivinen henkilöstö kerää työsuoritteiden ja tarkastusten aikana ennalta sovitut havainnot, sekä huomatuut puutteet ja poikkeamat, joiden pohjalta laaditaan myöhemmin loppuraportti työsuoritteesta. Havaintojen tekeminen ja kirjaaminen tapahtuu suorituksen aikana tällä hetkellä suurelta osin manuaalisia menetelmiä käyttäen, eli käytännössä asiat kirjataan käsin ylös joko paperille, tietokoneen muistinpanosovelluksiin tai joissain tapauksissa suoraan raporttipohjaan. (Laakkonen, 2021)

Työsuorituksen valmistuttua, tallennetaan raportit ja muu työsuorituksen materiaali ennalta sovitulla tavalla. Käytännössä nykyisin tallennointi tapahtuu tyypillisesti organisaatioiden sisäisiin pilvipalveluihin, verkkolevyille tai joissain tapauksissa eri osapuolten hallinnassa olevien laitteiden kovalevyille. Kuitenkin on huomionarvoista, että edellä esitetyt toimenpiteet tehdään nykyisin hyvin pitkälti manuaalisesti ja niin ollen ne luovat mahdollisuuden informaation hukkimiselle ennen kuin se saadaan tallennettua lopulliseen tiedostosijaintiin.

### 4.3.2 Työn suoritusvaiheen kehitysmahdollisuudet

Työn suoritusvaiheessa potentiaaliset kehityskohteet liittyvät vahvasti tiedonhallintaan. Käytännössä digitaalisilla alustoilla olisi mahdollista integroida työn suoritusvaihe osaksi työsuorituksen kokonaisvaltaista käsittelyä digitaalisessa toiminnanohjausjärjestelmässä. Tämä tarkoittaa käytännönsovelluksessa, että suunnitteluvaiheessa tehdyt varaukset resursseista realisoidaan operatiivisen henkilöstön kalentereihin. Tällä tavalla työtä suorittava henkilöstö saa suoraan tiedon aikatauluista ilman, että henkilöiden tarvitsee suorittaa keskinäistä tiedonvaihtoa tai kenenkään päivittää manuaalisesti tietoja erinäisiin resurssikalentereihin.

Aikataulujen lisäksi tehokkuutta tähän työsuorituksen vaiheeseen voidaan tuoda tiedonvaihdon osalta. Työsuoritteista monet ovat samanlaisia ja niihin tarvittavat raporttipohjat ja muut dokumentit ovat hyvin pitkälti identtisiä, joten ne voitaisi suoraan taltioida automatisoidusti ennalta sovittuun paikkaan, kun työsuoritus siirtyy toteutusvaiheeseen. Lisäksi huoltotoimenpiteessä tehtävät huomiot voidaan suoraan lisätä raporttipohjiin huoltotoimenpiteen aikana, kun kyseiset dokumenttipohjat ovat helposti saatavilla ja työtä suorittavilla henkilöillä on riittävät työvälineet tällaiseen tiedonkäsittelyyn.

Pelkän tiedonkäsittelyn lisäksi, yhtenäisestä toiminnanohjausjärjestelmästä voisi olla hyötyä operatiivisissa toimenpiteissä esimerkiksi lähtötietojen jakamisen, sekä työvälineiden saatavuuden hallinnan osalta. Käytännötilanteessa, työtä suorittava henkilöstö voisi etukäteen tarkastella lähtötietoja työsuoritetta varten ja varata tarvittavat työvälineet tai mikäli työvälineiden varaus olisi jo suunnitteluvaiheessa toteutettu, tarkastaa että kaikki tarpeelliset työvälineet on varmasti varattu.

#### **4.4 Lopetusvaihe**

Työsuorituksen operatiivisen toteutuksen jälkeen tulee suoritteesta laatia raportti, toimittaa se asiakkaalle, tehdä taloudellinen tarkastus työn kuluista, sekä toteuttaa suorituksen laskutus (Ilves, 2021). Näiden toimenpiteiden toteuttamista varten organisaatioiden henkilöstössä on varsinkin suuremmissa yhtiöissä eri osapuolia. Käytännössä, operatiivisen henkilöstön tulee laatia aiemmin esitetty raportti, projektipäällikön tarkasta se ja toimittaa edelleen työn tilaajalle, eli asiakkaalle. Raportin toimittamisen jälkeen, yhtiön talousosaston tulee hoitaa työsuorituksen laskutus. Koska edellä esitetyt toimenpiteet vaativat useiden henkilöiden osallistumista, on tiedon kuljettava eri osapuolten välillä, jotta prosessi saadaan suoritettua.

##### **4.4.1 Työn lopetusvaiheen toteutus nykytilassa**

Nykyisin työsuorituksen lopetusvaihe toteutetaan usein hyvin pitkälti manuaalisesti eri järjestelmiä hyödyntämällä. Tieto prosessin etenemisestä toteutetaan useasti henkilöiden välisellä tiedonvaihdolla, joka edelleen luo mahdollisuuden ongelmiin prosessin etenemisessä. Työhön liittyvä dokumentaatio valmistellaan, tarkastetaan ja taltioidaan myöskin vastaavalla tavalla ja se voi aiheuttaa samanlaisia ongelmia.

##### **4.4.2 Työn lopetusvaiheen kehittymismahdollisuudet**

Lopetusvaiheeseen liittyvät kehittymismahdollisuudet ovat vahvasti linkittyneet tiedon kulun automatisointiin, joka mahdollistaa tehokkuuden, kun manuaalista työtä ja siitä johtuvien virheiden mahdollisuutta saadaan pienennettyä. Käytännössä, eri lopetusvaiheen prosessin osakohdista tiedottaminen voidaan toteuttaa sopivaa alustaa hyödyntämällä osittain tai kokonaan automatisoidusti. Käytännöntasolla tällä tarkoitetaan, että tieto jonkin vaiheen suorittamisesta lähetetään automaattisesti eri osapuolille ja niin ollen prosessin etenemistä saadaan tehostettua ja virheiden mahdollisuutta pienennettyä, kun manuaalisen työn osuus vähenee.

## 5. DIGITAALISEN TOIMINNANOHJAUSALUSTAN MAHDOLLISTAMINEN

Aiemmassa luvussa esitettyjä ratkaisuja ongelmiin voidaan toteuttaa erilaisia ohjelmistoalustoja hyödyntämällä. Toteutuksen suunnittelussa erityisen keskeisiä osa-alueita ovat olennaisesti ratkaistavat haasteet, käytettävissä olevat resurssit, sekä tulevaisuuden näkymät liiketoiminnalle ja niiden arvioidut tarpeet ja vaikutukset kehitettävälle järjestelmälle. Lisäksi on hyvä miettiä, kuinka toiminnanohjausjärjestelmä tulee tukemaan muita käytettäviä tietojärjestelmiä ja kuinka sitä on tarkoitus käyttää muiden järjestelmien ohella. Tähän osa-alueeseen liittyen on hyvä punnita integrointimahdollisuuksia eri järjestelmien välillä, joilla manuaalisia työvaiheita saadaan karsittua ja työn tuottavuutta niin ollen parannettua.

Kun haasteiden ratkaisemiseen käytettävää toteutusta lähdetään kartoittamaan, on hyvä aluksi selvittää minkälaisia alustoja organisaation sisällä on jo käytössä ja voisiko niitä hyödyntää tai integroida osaksi suurempaa kokonaisuutta. Mikäli jo käytössä olevia järjestelmiä voidaan hyödyntää, säästetään suuressa kuvassa merkittävä määrä resursseja, koska toteutusta ei tarvitse aloittaa alusta. Lisäksi organisaation henkilöstöllä on mitä luultavammin jo tietotaitoa käytössä olevista järjestelmistä ja sen ansiosta resursseja voidaan säästää myös myöhäisemmässä vaiheessa tehtävästä henkilöstön koulutuksessa. Tarkasteltaessa edellisessä luvussa esitettyjä ongelmanratkaisumenetelmiä, voidaan toiminnanohjausjärjestelmän kehittämisessä käytettävän alustan kriteereiksi nähdä vähintäänkin mahdollisuus tehdä automatisoituja prosesseja erilaisia loogisia funktioita hyödyntämällä, sekä että alustan toiminnallisuuksien taustalla on oltava jonkinlainen tietokantaprosessi, tai datan käsittely on mahdollista toteuttaa tietokannassa, jotta esitetyt toiminnallisuudet saadaan tehokkaasti toteutettua.

Sähköasemal palvelutoimialan työn luonne on melko monijakoinen eri organisaation henkilöiden osalta, joten järjestelmän toteutuksessa on huomioitava myös eri osapuolten vaatimukset järjestelmän käytön kannalta. Käytännöntasolla tämä tarkoittaa, että operatiivinen henkilöstö toimii suurelta osin kenttäolosuhteissa ja niin ollen heidän tarvitsemiensa toimintojen käytettävyys olisi hyvä mahdollistaa mobiilisovelluksien tai mobiililaitteille optimoitujen verkkosovellusten avulla (Ilves, 2021). Niin ollen tiedon hakeminen järjestelmästä tukisi heidän työtään merkittävästi paremmin. Muut sähköasemal palveluliiketoiminnan parissa työskentelevät henkilöt toimivat suurelta osin

toimisto-olosuhteissa, joten heidän tarvitsemiensa toiminnallisuuden käyttö mobiililaitteilla ei ole yhtä kriittisessä roolissa. Kuitenkin, kun alustaa järjestelmälle valitaan, on kriteerinä pidettävä mahdollisuus järjestelmän käyttämiseen mobiililaitteilla ainakin operatiivisen henkilöstön tarpeiden osalta.

Järjestelmän tietoturva on myös muiden asioiden ohella pystyttävä huomioimaan suurena kriteerinä. Toiminnanohjausjärjestelmässä käsitellään hyvin suurta määrää liiketoiminnan kannalta hyvin kriittisiä tietoja, kuten projektien taloudellisia osa-alueita, sekä teknisen toteutuksen kannalta salaiseksi luokiteltavaa tietoa. Niin ollen, tietoturvan on oltava toteutettu niin, ettei edellä mainittujen tietojen päätyemisestä väärin osapuolten saataville synny liian suurta riskiä.

### **5.1 Toteutusehdotus 1 – Täysin uusi toteutus**

Yhtenä vaihtoehtona operatiivisen toiminnan ohjausjärjestelmän toteuttamiselle on kehittää alusta asti täysin uusi järjestelmä. Käytännössä tällainen toteutus tarkoittaisi järjestelmäkokonaisuuden toteutusta aivan alkutekijöistä, eli hyödyntäen rivikoodia, sekä erilaisia järjestelmätason osajärjestelmiä, kuten SQL-tietokantoja. Tällainen toteutus mahdollistaisi juuri haluttujen toiminnallisuuden sisällyttämisen uuteen järjestelmään. Järjestelmän toteutus vaatisi kuitenkin ulkopuolisen yrityksen hoitamaan järjestelmän kehittämistä tai mikäli organisaation sisällä on jo olemassa riittävää tietotaitoa kehitystyön toteuttamiseen, tulee osa organisaation työpanoksesta kohdistaa järjestelmän kehittämiseen.

Täysin uuden toteutuksen hyvänä puolena olisi mahdollisuus toteuttaa räätälöidysti juuri halutunlainen järjestelmä toiminnanohjauksen tarpeisiin. Hyvänä puolena tällaiselle kehitysvaihtoehdolle voidaan myös nähdä erittäin laajat integrointimahdollisuudet muihin käytettäviin järjestelmiin hyödyntämällä mm. erilaisia avoimen lähdekoodin ohjelmakirjastoja (Scacchi, 2006). Vastaavantyyppisiä ohjelmakirjastoja löytyy myös mm. käyttöliittymän toteutukseen, joka mahdollistaa käytännössä käyttöliittymän muokkaamisen halutunlaiseksi kaikille järjestelmää käyttäville osapuolille. Näin ollen tällä tavalla toteutettaessa saataisiin todennäköisesti kaikista toimivin järjestelmä.

Huonona puolena tällaisen järjestelmän toteuttamisessa ovat sen kustannukset, vaadittu aikamäärä, tietoturva sekä järjestelmän palvelimen toteuttaminen. Tällaisen järjestelmän toteuttamisen kustannukset nousevat huomattavasti suuremmiksi verrattuna muihin toteutusmahdollisuuksiin, koska kehitystyö vaatii merkittävän suuren työmäärän. Toinen huono puoli tällaisessa järjestelmätoteutuksessa on sen kehittämisen vaatima aika. Täysin uuden ohjelmistokokonaisuuden kehittämisen ja testaamisen vaatima aikamäärä on hyvin todennäköisesti useita kuukausia, jopa vuosia, riippuen toteutuksen kokonaisuudesta (Dasoriya, 2017). Lisäksi, mikäli täysin uusi ohjelmistototeutus on kehitetty, tulee sitä varten hankkia palvelin, jolla ohjelmiston prosessit suoritetaan ja johon käyttäjät pääsevät tietoturvallisesti käsiksi. Tietoturvan osalta toteutus tulee myös suunnitella ja testata alusta asti hyvin tarkasti, jotta järjestelmään tallennetun tiedon päätyemisestä väärin henkilöiden käsiin ei riskeerata.

Yhteenvedona täysin uudesta toteutuksesta voidaan todeta, että sillä saataisiin todennäköisesti erittäin hyvin toimiva toiminnanohjausjärjestelmä, joka saataisiin nähtävästi vastaamaan kaikista parhaiten kartoitettuja vaatimuksia uudelle järjestelmälle. Toteutuksen kustannukset ja sen vaatima aika ovat kuitenkin merkittävästi huonommat kuin monessa muussa toteutusmahdollisuudessa, joka laskee kyseisen toteutusvaihtoehdon kustannustehokkuutta kokonaisuuden kannalta.

## **5.2 Toteutusehdotus 2 – Valmiin järjestelmäsovelluksen hyödyntäminen**

Erilaisia toteutuksia kartoitettaessa, nähtiin potentiaaliseksi vaihtoehdoksi käyttää olemassa olevaa kaupallista tietojärjestelmää. Käytännössä tällaisessa toteutuksessa olisi löydettävä järjestelmä, joka mahdollistaa halutut toiminnallisuudet ja jonka avulla toimintaa saataisi tehostettua halutulla tavalla. Edelleen pyrittiin kartoittamaan yhtiön muiden yksiköiden käyttämiä sovelluksia ja arvioimaan olisiko muissa yhtiön osissa käytössä potentiaalisia järjestelmiä toiminnanohjauksen hallitsemiseen.

Kartoitettaessa erilaisia käytössä olevia järjestelmiä, saatiin yhtiön sisäisellä kyselytutkimuksella selvitettyä, että toinen yhtiön divisioona käyttää Innosoft nimistä ohjelmistoa resurssien hallintaan. Kyseisessä yrityksen osassa Innosoftia käytetään erityisesti asiakkaille tehtävien asennustöiden suunnitteluun ja raportointiin. Tässä divisioonassa kaikki kentällä työskentelevät työntekijät käyttävät ohjelmistoa töiden

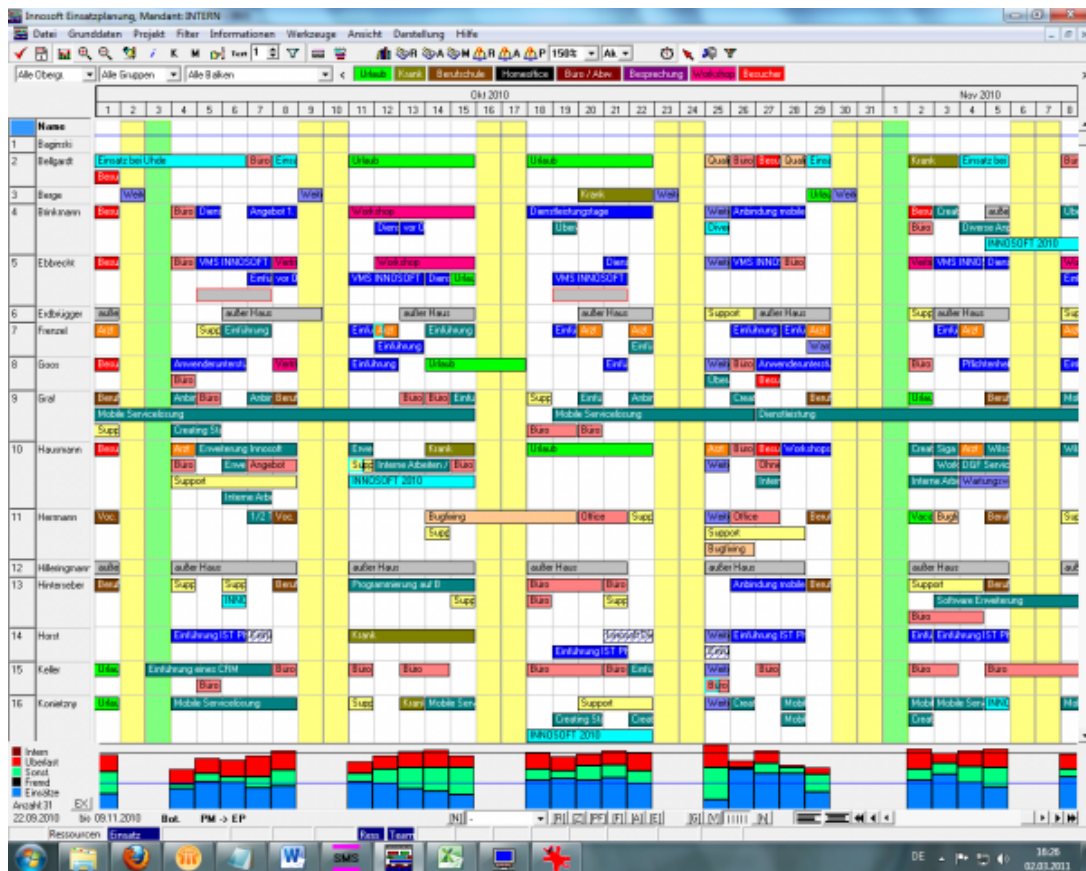
kirjaamiseen ja esimiestasolla käyttäjät ovat ikään kuin järjestelmävalvoja ohjelmistolle. Niin ollen he voivat hallita kaikkea ohjelmassa liikkuvaa tietoa ja seurata kaikkien kentällä työskentelevien työntekijöiden projektien aikatauluja. Käyttöoikeudet ovat muokattavissa, jolloin se mitä kukakin järjestelmästä näkee, on täysin muokattavissa käyttökohteen mukaan.

Innosoftin linkittämistä ERP-järjestelmän kanssa on myös kokeiltu, mutta linkityksen toiminta oli melko epävarmaa, joten sen käytöstä on luovuttu. Mobiilipohjaisesti kyseisessä divisioonassa ohjelmistoa ei myöskään käytetä, vaikka se olisikin ilmeisesti mahdollista selainpohjaisen käyttöliittymän avulla. Mobiilikäyttöä tutkittaessa tarkemmin huomattiin, että Innosoftiin tarjotaan myös älypuhelin applikaatiota, jonka avulla ohjelman käyttäminen mobiilisti on myös mahdollista (Innosoft, 2021). Innosoftin käytössä erityisen positiiviseksi asiaksi on koettu sen generoimat asiakasraportit. Kokemusten perusteella ohjelma tekee raporteista samanlaisia ja selkeästi ymmärrettäviä. Ohjelmisto sisältää myös toiminnon, jolla raportit toimitetaan vaivattomasti asiakkaan sähköpostiosoitteeseen, joka on koettu hyväksi toiminnallisuudeksi.

Huonona puolena valmiissa ohjelmistototeutuksessa on sen rajallinen muokattavuus. Koska kyseessä on kaupallinen ohjelmistototeutus, on ymmärrettävä, että se on kehitetty ja testattu palvelemaan tiettyjä toiminnallisuuksia, mutta mikäli jokin toiminnallisuus puuttuu sovelluksesta tai erillinen tietojärjestelmä haluttaisiin integroida osaksi kaupallista ohjelmaa, voi se aiheuttaa merkittäviä haasteita ja olla jopa mahdoton toteuttaa.

Yhteenvedona operatiivisen toiminnan hallintajärjestelmän toteuttamisesta kolmannen osapuolen kaupallisella ohjelmistolla voidaan todeta, että mikäli onnistutaan löytämään järjestelmä, jolla pystytään parantamaan havaittuja pullonkauloja, olisi se ajankäytön näkökulmasta hyvinkin tehokas toteutustapa järjestelmälle. Kuitenkin on huomioitava, että mikäli järjestelmää halutaan mukauttaa tulevaisuuden tarpeiden mukaan tai ohjelmistossa ei valmiiksi ole toiminnallisuutta jonkin tietyn asian toteuttamiseen, voi niiden sisällyttäminen olla haasteellista, jopa mahdotonta tällaisessa toteutuksessa. Edelleen tämä haaste voi ajaa tilanteeseen, jossa uusi ohjelmisto jää irralliseksi ohjelmakseen tiettyjen henkilöiden käyttöön, eikä lopputulos ole alun perin tavoiteltu.





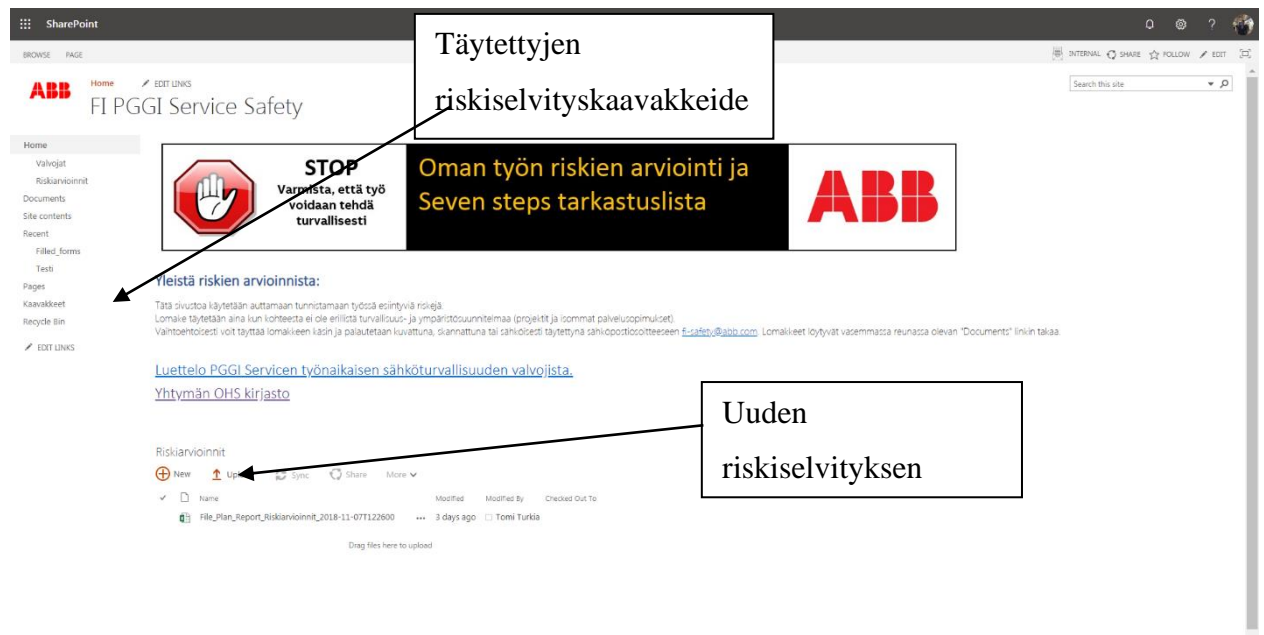
Kuva 5.1 InnoSoftin käyttöliittymä

### 5.3 Toteutusehdotus 3 – Olemassa olevan järjestelmälustan hyödyntäminen

Yhteistyöyhtiössä on käytössä Microsoft SharePoint pilvipalvelu tietojen jakamiseen ja tallioimiseen. SharePoint tarjoaa mahdollisuuden toteuttaa omia sivuja pilvipalveluun ja tehdä integraation muiden käytössä olevien Microsoftin palveluiden, kuten Teams:n kanssa. Yhtenä erittäin vartenotettavana vaihtoehtona järjestelmän toteuttamiselle olisi luoda SharePointiin sivusto, joka sisältäisi halutut toiminnallisuudet.

Sharepoint on toiminut yhtiön pääasiallisena tiedostojen jakokananavana jo jonkin aikaa, minkä takia palvelun käyttö on tullut yrityksen työntekijöille tutuksi (Ilves, 2021). Järjestelmän ollessa tuttu sen käyttäjille, laskee se työntekijöiden kynnystä alkaa käyttää uutta järjestelmää. Sharepoint sisältää myös useita toiminnallisuuksia, kuten integraation kalenteriin, kaavakkeiden täyttöön suunnattuja toiminnallisuuksia, sekä rajapinnan suurimpaan osaan Office paketin ohjelmista. Lisänä edellisiin toiminnallisuuksiin, koko ohjelma on käytettävissä selainpohjaisesti ja sen käyttöön tarjotaan myös mobiiliapplikaatioita älypuhelimille, joten mobiililuontoinen käytettävyys on mahdollista

toteuttaa (Sharepoint, 2021). Yrityksellä on jo käytössä SharePointiin luotuja sivustoja, joiden toiminnallisuudet on koettu hyviksi ja toimiviksi. Eräässä yhtiön divisioonassa on mm. ollut testauskäytössä SharePoint-ympäristöön työkalu, jonka avulla työkohteiden riskejä pyritään kartoittamaan, kirjaamaan, sekä hallinnoimaan (Ilves, 2021). Haastatteluissa ilmi tullut tarve linkittää turvallisuuteen liittyviä toiminnallisuuksia voitaisiin saada toteutettua tämän työkalun avulla.



Kuva 5.2 Testikäytössä ollut riskienhallintatyökalun käyttöliittymä

SharePointiin luotavat sivustot ovat täysin muokattavissa, joten se mitä kukakin näkee järjestelmästä ja minkälaisia toiminnallisuuksia kenelläkin on, on täysin muokattavissa. Yllä esitettyssä kuvassa on esitetty testatun riskienhallintatyökalun käyttöliittymä, josta voi saada käsityksen, miltä selainpohjainen käyttöliittymä kehitettävälle toiminnanohjausjärjestelmälle voisi näyttää.

SharePointiin luotavan toteutuksen huonoiksi puoliksi voidaan nimetä sen kehittämisen vaatimat resurssit. Vaikka ohjelmisto ei vaadi sinällään lisäinvestointeja lisenssiin, yms. tulee sivusto kehittää täysin alusta, joten otettaessa huomioon useat toiminnallisuudet, jotka pitää saada linkitettyä järjestelmään, voi sen kehittäminen vaatia jonkin verran resursseja, joka voi laskea toteutuksen kustannustehokkuutta. Kehitettäessä järjestelmä tällä tavalla, tulee muistaa myös, että kehitettävää järjestelmää tulee pystyä testaamaan ennen sen käyttöönottoa laajemmalle käyttäjäkunnalle, ettei järjestelmän toiminnassa ilmene

virhetoimintoja ja että voidaan todeta toteutuksen vastaavan suunniteltua lopputulosta. Rajapinta käytettävän ERP-järjestelmän kanssa voidaan saada luotua esimerkiksi käyttäen hyväksi jotakin ERP-järjestelmän rajapinnoista, esimerkiksi API:a, mutta rajapintojen toimintavarmuudesta ei ole esiselvityksen yhteydessä saatu täyttä varmuutta. Lisäksi tulevaisuudessa tapahtuvat muutokset ERP-järjestelmän osalta voivat aiheuttaa integraatiossa virhetoimintoja.

Yhteenvedona SharePointiin luotavasta toteutusehdotuksesta voidaan todeta, että sen hyvinä puolina on laaja tarjonta erilaisia toiminnallisuuksia, jotka voidaan integroida osaksi luotavaa toiminnanohjausjärjestelmää, jolloin halutut toiminnallisuudet olisi mahdollista saada toteutettua. Lisäksi on huomioitava, että SharePoint on jo käytössä yrityksessä, joten sen käyttö on jo tuttua työntekijöille ja yrityksellä on lisenssi sen käyttöön. SharePoint-sivustoja kehittäneiden työntekijöiden haastattelusta saatiin selvitettyä vielä, että sivustojen luominen palveluun on melko vaivatonta, mikä puolestaan laskee kehitystyöhön tarvittavien resurssien määrää ja parantaa kustannustehokkuutta. Huonoiksi puoliksi voidaan tällä tavalla toteutettavalle järjestelmälle havaita epävarmuus rajapintojen toiminnasta ERP-järjestelmän kanssa, sekä sen kehittämisen vaatimat resurssit. SharePoint-tyyppisen toteutuksen vaatiman resurssien määrän voidaan olettaa kuitenkin pysyvän kohtuullisen maltillisena, ottaen huomioon aiemmat kokemukset sivustojen kehittämisestä palveluun.

## **6. KEHITETYN JÄRJESTELMÄN TOTEUTUS JA KÄYTÄNNÖNTESTAUS**

Aiemmissa luvuissa esitettyihin haasteisiin haettiin ratkaisua, jolla luvussa neljä esitetyt toiminnallisuudet voitaisiin toteuttaa. Luvussa viisi esitettiin vaihtoehtoiset toteutustavat tietojärjestelmätoteutuksen mahdollistamiseen, joita kartoituksen pohjalta pidettiin kaikista potentiaalisimpina. Valittaessa toteutusvaihtoehtoa, jota lähdettiin testaamaan laajemmin, pidettiin valinnan kriteereinä järjestelmän vaatimia kustannuksia, uuden järjestelmän koulutukseen vaadittavia resursseja, sekä kehitysmahdollisuuksia tulevaisuutta ajatellen.

Eri toteutusvaihtoehtojen vertailun jälkeen, päätettiin alkaa kehittämään uutta toiminnanohjausjärjestelmää Microsoftin Sharepoint-alustaa hyödyntämällä. Järjestelmälustan valintaan vaikutti merkittävästi mahdollisuus integroida muita kartoituksessa havaittuja toimintoja osaksi toiminnanohjausjärjestelmää ja sitä kautta parantaa työn tehokkuutta, sekä vähentää eri järjestelmien käyttämisestä aiheutuvaa lisätyötä. Alkuvaiheen testauksen tavoitteena oli pyrkiä toteuttamaan eri suoritusvaiheissa olevien töiden, sekä niihin liittyvien tiedostojen järjestelmällinen hallinta mahdollisimman tehokkaasti.


### **6.1 Järjestelmän toteutus**

Kuten edellä mainittua, uusi toiminnanohjausjärjestelmä päädyttiin lopulta toteuttamaan Microsoftin Sharepoint-alustalle. Töiden hallinnan kannalta oli selvitysvaiheessa kartoitettu, että käyttöliittymässä tulisi olla mahdollisuus muokata järjestelmän näkymää siten, että kukin käyttäjä saa mahdollisimman helposti löydettyä itselleen tarpeelliset tiedot järjestelmästä. Niin ollen päädyttiin järjestelmän käyttöliittymä toteuttamaan Microsoftin Lists-ohjelmaa hyödyntämällä. Kyseisessä ohjelmassa voidaan tehdä listamaisia näkymiä ja lisätä tarvittavat tiedot omiksi sarakkeikseen, jolloin käyttöliittymässä saadaan esitettyä tarpeelliset tiedot kullekin työlle. Erityisen hyvä toiminnallisuus kyseisessä ohjelmassa oli myös, että käyttäjä pystyy valitsemaan kentät, jotka käyttöliittymässä näytetään, joka tehostaa kunkin käyttäjän järjestelmän käyttämistä omien tarpeidensa mukaisesti. Käytännössä Lists toimii hyödyntäen tietokantaprosessia toimintansa taustalla, joka mahdollistaa edellä kuvailut toiminnallisuudet käyttäjilleen.

Toinen olennainen osa Lists-käyttöliittymän luomisessa oli mahdollisuus integroida kyseinen ohjelma hyvin saumattomasti muuhun Sharepoint-ympäristöön, sekä luoda

automaattisesti tapahtuvia toimintoja Sharepointin eri osa-alueissa Power Automate-työkalun avulla. Käytännössä kyseinen työkalu mahdollisti esimerkiksi kansiorakenteiden luomisen erinäisten loogisten funktioiden, kuten ehtolauseiden mukaisesti Sharepointin tiedostojen hallintaan. Edelleen kyseistä toimintoa hyödynnettiin rakentamalla automaattiset toiminnot, joilla töille luodaan valittuun tiedostosijaintiin halutunlaiset kansiomallit samalla kun työ luodaan Lists-ohjelmaan ja linkitetään luodun työkansion sijainti Lists-käyttöliittymässä olevan työn tietoihin, jolloin käyttäjä pääsee siirtymään suoraan työn tiedostoihin töiden hallinnan käyttöliittymästä.

Sharepoint tarjoaa lisäksi mahdollisuuden luoda omia sovelluksia Power Apps-alustaa hyödyntämällä. Käytännössä kyseisellä sovellusalustalla voidaan luoda esimerkiksi mukautettuja käyttöliittymiä, joiden avulla käytetään Sharepointin eri toiminnallisuuksia samasta paikasta. Toiminnanohjausjärjestelmän kehityksessä kyseistä alustaa hyödynnettiin luomalla uuden työn avaamiseen oma käyttöliittymä, josta käyttäjä voi syöttää vaaditut tiedot järjestelmään ja edelleen luoda niiden pohjalta uuden työn töiden hallintaan. Lisäksi kyseinen käyttöliittymä jää ikään kuin työn tietokortiksi, johon päivitetään työn edetessä mm. työn sen hetkinen tila, laskutuksen tila ja niin edelleen. Töiden avaamiseen käytettävän käyttöliittymän saa töiden hallinnan kautta avattua klikkaamalla työn nimeä ja avattaessa kyseinen käyttöliittymä tietyille työlle, saadaan siitä luettua kaikki kyseisen työn kannalta olennaiset asiat yhdestä paikasta. Kuvassa 6.1 on esitetty töiden avaamiseen käytettävä Power Apps-käyttöliittymä.

* Työn nimi	Asiakas yhtiö	Loppuasiakas yhtiö
<input type="text"/>	<input type="text" value="▼"/>	<input type="text" value="▼"/>
Syötä työn nimi		
Service order	Projektin tila	Projektin tyyppi
<input type="text" value="Esim. 70184086"/>	<input type="text" value="▼"/>	<input type="text" value="▼"/>
	Syötä projektin tyyppi	Syötä projektin tyyppi
Tilausviesti		
Liitä tilausviesti tähän!		
 Liitä tiedosto		
* Projektipäällikkö	<input type="text" value="▼"/>	
Syötä projektipäällikkö		

Kuva 6.1 Toiminnanohjausjärjestelmän Power Apps-alustalla luotu käyttöliittymä työn avaamista varten

Luvussa aiemmin esitettiin, että järjestelmässä pystyttiin luomaan automatisoituja toiminnallisuuksia määritettyjen ehtojen mukaisesti Power Automate-työkalun avulla. Kyseistä työkalua hyödynnettiin myös työn tilan edetessä eri osapuolten tiedottamiseen. Käytännössä järjestelmään luotiin automaatiot työn tilan etenemisen mukaan ja kun työ eteni vaiheeseen, jossa eri osapuolten tuli suorittaa toimenpiteitä, kuten laskuttaa työ, lähetettiin heille sähköpostilla automatisoidusti tieto asiasta. Kyseiset sähköpostiviestit sisälsivät olennaiset tiedot työn identifioimiseksi, sekä linkit työn tiedostoihin ja työn Power Apps-käyttöliittymään, josta tarvittavat tiedot toimenpiteiden laskuttamista varten löytyivät. Lisäksi sähköpostissa kerrottiin työn projektitiimi, jolta lisätietoja voi tarvittaessa kysyä.

Kehitettyyn järjestelmään luotiin selainpohjaisen Sharepoint-käyttöliittymän lisäksi Teams-sovelluksessa toimiva käyttöliittymä, jonka avulla keskeisimpiä toimintoja pystyi käyttämään Teams:n työpöytäsovelluksen kautta. Kyseinen toiminnallisuus koettiin erityisen hyväksi, sillä Teams on ollut yhtiössä käytössä jo aiemmin ja henkilöstön tietokoneilla on niin ollen jo valmiina työpöytäsovellus sen käyttämistä varten. Lisäksi Teams-sovellus tarjoaa mahdollisuuden myös mobiilikäyttöön, joka helpottaa kehitetyn järjestelmän käyttämistä kenttätyöskentelyssä. Käytännössä operatiivisessa toiminnassa työskentelevä henkilöstö voi mobiilisovelluksen avulla hakea töihin liittyvää tietoa esimerkiksi puhelimella, sekä tablet-tietokoneella.

## **6.2 Järjestelmän käytännöntestaus**

Järjestelmän käytännöntestaus aloitettiin, kun kehitystyön nähtiin olevan riittävän pitkällä. Ennen järjestelmän ottamista testauskäyttöön organisaation eri osissa, tarkastettiin kohderyhmän eri osapuolten kanssa vielä, että tavoitellut toiminnallisuudet olivat riittävän toimivasti toteutettu, jotta testauksella saataisi selvitettyä esitetyn järjestelmän hyöty liiketoiminnan kannalta, eikä testaukseen käytettävät resurssit kuluisi virhetoimintojen selvittämiseen.

Kehitetty järjestelmä otettiin käyttöön portaittain organisaation eri osissa. Testauksen ensimmäinen kohderyhmä oli liiketoiminnan myyntiosasto. Myynti nähtiin luonnolliseksi ensitestausryhmäksi järjestelmälle, sillä kyseinen organisaation osa tyypillisesti aloittaa uusien työtehtävien parissa tehtävät toimenpiteet ja niin ollen tällaisella kohderyhmän valinnalla saatiin mahdollisuus aloittaa uusien töiden lisääminen uuteen järjestelmään luonnollisella tavalla. Testikäytön tavoitteena oli, että kun riittävästi töitä on luotu järjestelmään, laajennetaan testiryhmää organisaation operatiiviseen henkilöstöön, ja sitä kautta kartoitetaan eri käyttäjäkuntien kokemuksia järjestelmän toiminnallisuuksista.

Käytännöntestaus järjestelmän osalta eteni suunnitelman mukaan. Kun henkilöstölle oli järjestetty järjestelmän koulutukset, ja järjestelmä oli sitä kautta saatu kokonaisvaltaiseen käyttöön, alettiin hyvin pian saamaan palautetta käyttäjiltä. Käyttäjäpalautteiden avulla saatiin selvitettyä hyvin erilaisia virhetoimintoja, joita kehitysvaiheessa ei ollut onnistuttu huomaamaan, sekä saatiin arvokasta palautetta järjestelmän kehittämisen näkökulmasta. Uusista toiminnallisuuksista keskusteltiin yhteisesti ja pyrittiin kartoittamaan toivottujen

toiminnallisuuksien tarpeellisuus koko käyttäjäkunnan kannalta ja yhteisesti keskustelemaan niiden toteutusmahdollisuuksista käytännössä. Toiminnallisuudet, jotka nähtiin liiketoimintaa hyödyttäväksi, toteutettiin mahdollisuuksien mukaan testikäytössä olevaan järjestelmään ja haettiin edelleen käyttäjäkokemuksia kyseisistä muutoksista.

Kun järjestelmä oli saatu käyttöön sähköasemapalveluiden liiketoimintayksikössä, esiteltiin kehitettyä järjestelmää myös muille liiketoiminnan osa-alueille ja kartoitettiin mahdollisia hyötyjä, joita heille voisi olla vastaavatyypisistä järjestelmästä. Kyseinen järjestelmä herätti kiinnostusta myös muissa liiketoimintaosa-alueissa, ja käytyjen keskusteluiden pohjalta nähtiin laajasti mahdollisuuksia järjestelmän laajentamiseen yhtiön eri osiin, sekä eri yhtiön kokonaisvaltaisen toiminnan kehittämiseen.

Järjestelmän käytännöntestauksesta saatu palaute oli hyvin suurelta osin positiivista. Hyviksi asioiksi testauksessa nähtiin se, että järjestelmä oli toteutettu jo käytössä olevalle alustalle, eikä sen takia tarvinnut alkaa opettelemaan täysin uuden järjestelmän käyttämistä tai käyttää aikaa uusien ohjelmistojen asentamiseen. Lisäksi erityisen hyväksi asiaksi nähtiin kehitystyön vasteajan, eli nopeuden virhetoimintojen korjaamisessa, sekä uusien toiminnallisuuksien kehityksessä. Tietojen hallittu tietokantaa hyödyntävä taltiointimuoto mahdollistaa datan hallitun käsittelyn mukautettujen käyttöliittymänäkymien, sekä tietojen toisiinsa linkittämisen muodossa. Nämä asiat nähtiin myös hyvinä testauksen aikana, sekä järjestelmän jatkokehitystä suunniteltaessa testauksen käyttäjäpalautteiden jälkeen.



## 7. DIGITAALISEN PALVELUTARJONNAN KEHITTÄMINEN

Nykypäivän lähes kaikessa liiketoiminnassa on mahdollista tuoda toimintaan lisäarvoa digitaalisten alustojen ja järjestelmien kautta. Digitaalisia järjestelmiä hyödyntämällä, voidaan paitsi mahdollistaa tehokkuutta työskentelyyn, ja sitä kautta saavuttaa kokonaisvaltaista kustannustehokkuutta, myös parantaa asiakaskokemusta palvelun asiakkaalle. Tällainen asiakaspalvelukokemuksen tehostuminen korostuu erityisesti erilaisten laitteiden ja laitteistojen kunnonvalvonnassa, jota pystytään automatisoimaan, ja sitä kautta tuomaan kattavampaa tietoa laitteiston sen hetkisestä kunnosta. Edelleen hyödyntämällä edellä esitettyjä asioita, voidaan asiakkaalle tuoda parempi luottamus niin palveluntarjoajan toiminnasta, kuin myös laitteistojen varmatoimisuudesta.

Aktiivinen laitteiden ja laitteiston osien valvonta mahdollistaa myös yhtiön liiketoiminnan kehittämisen uudella tavalla. On olennaista, että mikäli laitteistoja voidaan aktiivisesti seurata, sekä tuoda esiin poikkeamia toiminnassa ja potentiaalisesti vikaantumiseen johtavia asiakohtia tuloksien pohjalta, luo se edelleen myyntimahdollisuuksia myös varaosamyynnin, sekä palvelumyynnin osalta. Niin ollen, digitaalisiin alustoihin pohjautuvia ratkaisuja voidaan hyödyntää myös liiketoiminnan kehittämisessä laaja-alaisesti. On myös huomioitavaa, että mikäli laitekokonaisuuksien riskejä voidaan arvioida luotettavasti edellä esitettyjä tekniikoita hyödyntämällä, mahdollistaa se myös kunnossapidon kehittämisen niin kutsuttuun tarveperusteiseen (CBM) tai luotettavuuskeskeiseen (RCM) kunnossapidonhallintastrategiaan. Käytännössä tämä tarkoittaa, että huoltotoimenpiteitä on mahdollista kohdentaa niille järjestelmäkokonaisuuksien osille, jotka niitä eniten tarvitsevat. Edellä esitettyä strategiaa hyödyntäen voidaan edelleen mahdollistaa uusia liiketoiminnan toimintamalleja, sekä luoda kustannustehokkaita, sekä luotettavasti toimivia ratkaisuja laitteistojen kunnossapidon, kunnonvalvonnan, sekä hallinnoinnin osa-alueelle.

Palveluntarjontaa sähköasemalaitteiden osalta voidaan laajentaa digitaalisia alustoja hyödyntäen myös esimerkiksi digitalisaation yleistymisen, sekä lakisääteisten vaatimusten kautta. Erityisesti sähköasemien osalta digitalisaatio on yleistymässä kovaa vauhtia ja niin kutsutut digitaaliset sähköasemat, joiden eri osakokonaisuuksien valvontaa pitää pystyä tekemään mistä ja milloin tahansa, ovat jo melko yleisiä. Tästä esimerkkinä voidaan esittää viimevuosien aikana voimakkaasti vahvistunut tuulivoiman rakentaminen. Tuulivoimapuistojen sähköasemille hyvin tyypillistä on, että asemalle on toteutettu myös

tuuliturbiinien ohjaus-, sekä valvontajärjestelmiä perinteisten sähköaseman valvontajärjestelmien lisäksi. Koska tuulivoiman sähköntuotantoa on pystyttävä ohjaamaan ja säätämään, on olennaisesti sähköasemallekin suora tarve mm. salattujen ja varmatoimisten etäyhteyksien toteutukselle. Näiden lisäksi myös esimerkiksi lakisäätteiset verkkokoodit, kuten NC ER vaativat toiminnallisuuksien toteutusta, jotka vaativat digitaalisten alustojen hyödyntämistä (Ilves, 2021). Käytännönläheisenä esimerkkinä voidaan tältä osalta mainita esimerkiksi tyypin D-voimalaitokseksi luokiteltavien tuulivoimapuistojen varmennetun etävalvonnan toteutuksen suurhäiriöiden varalle.

Aktiivisen laitteiden kunnonvalvonnan peruseriaatteena on jatkuva datan kerääminen laitteistoista. Datan keräämisen lisäksi, sen suunnitelmallisesti toteutettu hallinta ja hyödyntäminen ovat myös keskeisessä roolissa, jotta se on edelleen hyödynnettävissä erilaisten analyysien tai kunnonarvointien toteuttamisessa (Niu, 2010). Kun näiden pohjalta datan keräämisen ja hallinnoinnin toteutusta lähdetään pohtimaan, on tietokantaa hyödyntävä järjestelmätoteutus vähänkään suuremmassa sovelluksessa ainut mahdollisuus tehokkaaseen toteutukseen. Pienemmissä toteutuksissa tietoa voi olla mahdollista kerätä esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmiin ja hyödyntää edelleen niiden piirto- ja laskentaominaisuuksia, mutta tietoaikoinen kasvaessa, puhtaan taulukkolaskennan hyödyntäminen ainoana alustana tulee hyvin monimutkaiseksi ja usein myös tehottomaksi. Niin ollen, on kokonaisuuden kannalta merkittävästi tehokkaampaa toteuttaa datan kerääminen keskitetysti tietokantaan, jossa jokainen datasetti identifioidaan ja voidaan linkittää muuhun tietoaikoinen kokonaisuuteen, jolloin samaa tietoa ei tarvitse tallentaa useita kertoja (365DataScience, 2021). Tietokannan perustoiminnallisuuksien avulla identifioitu tieto voidaan kyselyiden (query) avulla koostaa halutunlaisiksi osakokonaisuuksiksi ja hyödyntää siten merkittävästi tehokkaammin halutussa muodossa joko käyttäjän itsensä tai tietokantaa hyödyntävän sovelluksen toimesta.

Tiedon keräämisen toteuttamiseen on monia erilaisia toteutustapoja, joita tehokkaan toteutuksen kannalta olisi hyvä pystyä yhdistelemään, jotta datan kerääminen olisi mahdollisimman kattavaa ja tehokasta. Sähköasemaliiketoiminnassa hyödynnettäviä tiedonkeruumenetelmiä ovat esimerkiksi datan manuaalinen kerääminen manuaalisesti huolto-, tarkastus- tai korjaustoimenpiteiden yhteydessä, sekä sähköaseman automaatiojärjestelmiin tehtävän integraation avulla. Nämä edellä esitetyt

tiedonkeruumenetelmät ovat siltä osin yhteneväisiä, että niitä voidaan useissa tapauksissa hyödyntää lisäämättä erilisiä antureita tai muita tiedonkeruulaitteita valvottavaan järjestelmään. Näiden lisäksi, on mahdollista lisätä älykkäitä tiedonkeruulaitteita sähköjärjestelmän eri osakokonaisuuksiin ja niin ollen laajentaa automaattisesti kerättävän datan määrää entisestään (Niu, 2010).

Käytännönläheisiä esimerkkejä sähköjärjestelmistä jo valmiiksi löytyvillä sensoreilla, joita voidaan hyödyntää osana datan aktiivista keräämistä ovat jännitteen, sekä virran mittaamiseen käytettävät mittamuuntajat tai kytkinlaitteiden tilaa osoittavat kärkitiedot. Näistä laitteistonosista on tyypillisesti analoginen tieto johdotettuna esimerkiksi suojarleeseen tai erilliseen keräimeen, josta data siirretään tietoliikenneväylään jotakin kommunikaatioprotokollaa hyödyntäen ja esitetään edelleen jonkinlaisessa keskitetyssä valvontajärjestelmässä, kuten SCADA:ssa. Koska useissa tapauksissa dataa edellä esitetyllä tavalla on jo saatavissa merkittävästi, on mahdollista toteuttaa integraatio datan keräämistä varten suoraan tietojärjestelmään ja kerätä sitä kautta dataa aktiivisesti laitteistosta. Mikäli laitteisto, johon tietoa kerätään ei ole näin kehittynyt, voidaan tiedon kerääminen toteuttaa suoraan mittamuuntajien analogisesta tilatiedosta esimerkiksi erilaisten keräimien tai I/O-korttien avulla (Eaton, 2021).

Sähköjärjestelmistä jo nykyisin saatavan datan osalta on huomionarvoista, että nykyaikaiset kennotermiinaalit pystyvät tekemään analyysiä kytkinlaitteiden, kuten katkaisijan kunnosta, sekä arvioimaan omaa kuntoaan ja välittämään siitä edelleen tietoa. Niin ollen, tällaisista suojarleista voidaan saada jo sellaisenaan hyvin arvokasta dataa, kuten katkaisijan aukeamis- ja sulkeutumisajan tieto tai tieto katkaisijan jousen virittymiseen kuluva ajasta kunnonvalvonnan tarpeisiin. Käytännönesimerkki tällaisesta suojalaitteesta on Hitachi Energy:n REQ 650-sarjan suojarleet, joissa on laajasti konfiguroitavissa katkaisijan kunnonseurantaan liittyviä toimintoja. Havainnekuva tällaisesta suojalaitteesta on esitetty kuvassa 7.1. (Hitachi Energy, 2021)



Kuva 7.1 Havainnekuva Hitachi Energy REQ650-kennoterminaalista (Hitachi Energy,2021)

Kuten edellä jo mainittukin, mikäli tiedon keräämistä halutaan laajentaa, voidaan sähköjärjestelmiin asentaa erilisiä mittalaitteita tai sensoreita, joiden avulla saadaan luotettavuudesta entistä laajemmin dataa. Esimerkkejä tällaisista mittalaitteista ovat muuntajiin integroitavat öljyanalysaattorit, jotka tekevät aktiivisesti analyysiä muuntajan öljystä ja välittävät siitä tietoa eteenpäin (Hitachi Energy, 2021). Toinen nykyaikainen esimerkki älykkästä tiedonkeräämisestä sähköaseman kytkinlaitteilta ovat SF6-eristeisten katkaisijoiden kaasuanalysaattorit, joiden avulla erotuskaasusta saadaan tehtyä analyysiä aktiivisesti ja kerättyä dataa kunnan kehittymisestä (Barker, 2010). Kuvassa 7.2 on esitetty esimerkkipu Hitachi Energy:n CoreSense-laitteesta, jolla kerätään tietoa muuntajan kunnosta.



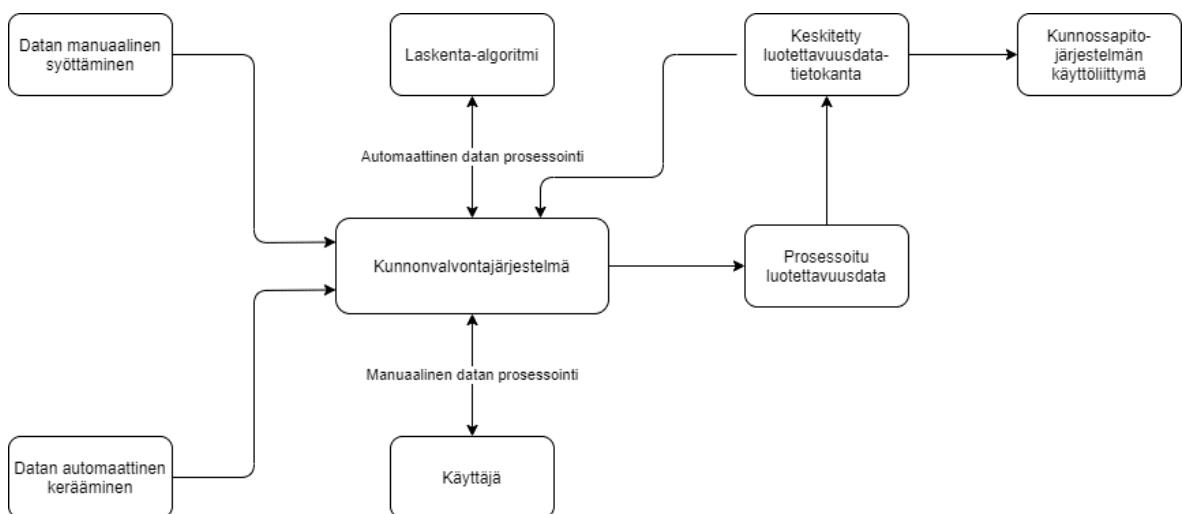
Kuva 7.2 CoreSense-mittalaite muuntajien kunnonvalvontaan (Hitachi Energy, 2021).

## 7.1 Kerätyn datan analysointi

Järjestelmistä kerättyä dataa tulee edelleen pystyä arvioimaan ja analysoimaan. Tällainen datan analysointi voidaan toteuttaa niin automatisoidusti kuin myös manuaalisesti tarpeen mukaan. Monessa tilanteessa datan prosessointi on käytännön näkökulmasta järkevintä toteuttaa yhdistelemällä automatisoitua, sekä manuaalista analyysiä.

Kerätyn datan automaattinen prosessointi tarkoittaa käytännössä matemaattisten mallien toteuttamista, joiden avulla kerätystä raakadatasta saadaan koostettua laajemmin hyödynnettävissä olevaa dataa. Tällaiset mallit pohjautuvat hyvin usein kokemuseräiseen sekä valmistajien ilmoittamaan tietoon esimerkiksi erilaisten komponenttien ja järjestelmien osakokonaisuuksien kestävyys, sekä virhetoimintoja ennakoiviin havaintoihin. Käytännöntoteutus matemaattisille malleille tehdään tyypillisesti erilaisia ohjelmistoympäristöjä ja niiden loogisia funktioita, sekä regressioanalyysiä hyödyntämällä (Niu, 2010).

Manuaalisesti tehtävässä analyysissä voidaan joko analysoida valvottavasta järjestelmästä suoraan kerättyä dataa tai jo automaattisesti prosessoitua dataa. Edelleen analysoitu data on kokonaisuuden kannalta järkevä päivittää keskitettyyn järjestelmään, josta se on edelleen tehokkaasti tarkasteltavissa ja jatkoanalysoitavissa. Lohkokaavioesitys datan keräämisestä ja prosessoinnista on esitetty kuvassa 7.3.



Kuva 7.3 Lohkokaavioesitys datan keräämisestä ja prosessoinnista digitaalisia alustoja hyödyntämällä.

## 7.2 Kerätyn ja analysoidun datan havainnollistaminen

Datan analysoinnin jälkeen, analysoitu data on pystyttävä havainnollistamaan jonkinlaisessa käyttöliittymässä. Kuten edellä on esitetty, data on erittäin keskeistä taltioida järjestelmällisesti esimerkiksi SQL-pohjaisiin tietokantoihin, jolloin itse käyttöliittymä voidaan toteuttaa usealla eri tavalla omana kokonaisuutenaan. SQL-pohjaisten tietokantojen ehdoton vahvuus on oikein hyödynnettynä, myös datan hallittu taltiointi, eli käytännössä eri tiedot yksilöidään ja linkitetään toisiinsa erilaisia avaintietokenttiä hyödyntämällä tallennusvaiheessa. Käyttöliittymäsovelluksen on siten mahdollista hakea tietokannasta haluttu data visualisointia varten.

Käyttöliittymää suunniteltaessa on olennaista suunnitella sen linkitys taltioituun dataan, eli käytännön tasolla, kuinka tietokannasta saadaan dataa tuotua itse käyttöliittymään. Linkityksen käytännöntoteutuksessa hyödynnetään käyttöliittymän kehittämisessä tyypillisesti jonkinlaista tietokannan rajapintaa, jonka avulla dataa voidaan tietokannasta hakea halutunlaisina kokonaisuuksina (Manoj, 2012). Käytettävä rajapinta määräytyy käyttöliittymän kehityksessä hyödynnettävän alustan mukaan, eli rajapinnan on oltava sellainen, että käyttöliittymän ohjelmistollinen alusta tukee sitä ja edelleen sen kautta saadaan tehtyä datan hakeminen tietokannasta.

Itse käyttöliittymä on mahdollista toteuttaa usealla eri tavalla aina puhtaasta rivikoodista kehittyneeseen kolmannen osapuolen ohjelmistojärjestelmään (Manoj, 2012). Käytännössä siis käyttöliittymä on toteutettavissa jollakin ohjelmistokielellä rakentamalla käyttöliittymän käyttönäkymä, sekä aiemmissa luvuissa esitetty integraatio tietokantaan. Tällainen toteutus mahdollistaa vapaasti järjestelmän räätälöinnin halutunlaiseksi, mutta vaatii suuren määrän testausta, jotta voidaan varmistua kehitetyn alustan riittävästä toimivuudesta. Toinen vaihtoehto käyttöliittymän toteuttamiselle on hyödyntää vapaasti saatavilla olevia avoimen lähdekoodin ohjelmistoja. Tällaisessa toteutuksessa hyvänä puolena on, että koko toteutusta ei tarvitse toteuttaa ja testata alusta alkaen, vaan suuri osa toiminnallisuuksista voidaan hyödyntää sellaisenaan, mutta koska kyseessä on avoimen lähdekoodin ohjelma, on toteutus kuitenkin hyvin laajasti muokattavissa. Eräänä esimerkkinä tämällytyypisestä ohjelmistosta on Grafana, joka on avoimen lähdekoodin käyttöliittymäohjelmisto, jota voidaan hyvin joustavasti käyttää tietokannassa olevan datan esittämiseen HTML-pohjaisesti ja tehdä

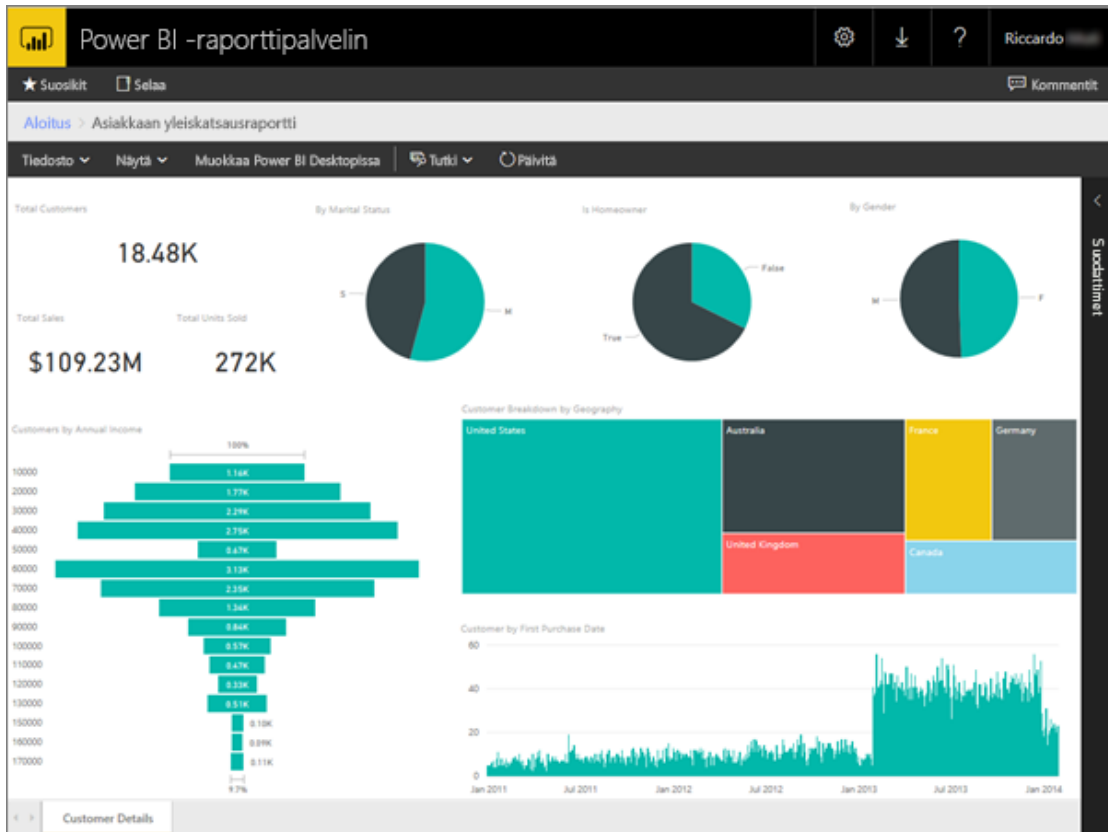
tarvittaessa datan pohjalta esimerkiksi sähköpostihälytyksiä (Belonogova, 2018). Esimerkki Grafanan käyttöliittymästä on esitetty kuvassa 7.4.



Kuva 7.4 Esimerkki Grafanan käyttöliittymästä (Grafana, 2021)

Kolmas vaihtoehto käyttöliittymän kehittämiseksi on hyödyntää jotakin kolmannen osapuolen järjestelmää, josta linkitys tietokantaan on tehtävissä. Hyvänä puolena tällaisen toteutuksen tapauksessa on mahdollisuus löytää jo organisaatiossa käytössä oleva sovellus, jota voidaan käyttää pohjana käyttöliittymälle, eikä niin ollen täysin uutta toteutusta ole monessa tapauksessa tarpeen tehdä. Olennaisesti myös järjestelmälle tehtävän testauksen määrä on merkittävästi pienempi tällaisen toteutuksen tapauksessa, sillä valmis kaupallinen ohjelmisto itsessään on lähtökohtaisesti toimiva kokonaisuus. Esimerkki tällaisesta sovelluksesta on Microsoftin Power BI-ohjelmistokokonaisuus, jonka avulla eri tietolähteistä saatava data voidaan havainnollistaa käyttöliittymään. Grafanasta poiketen, voidaan toteutuksen vahvuutena nähdä kolmannen osapuolen ohjelmistossa tuki useille erilaisille käyttöliittymätyypeille, eli ohjelmisto on esimerkiksi Power BI:n tapauksessa käytettävissä selainpohjaisesti, mobiilisovelluksena, sekä työpöytäsovelluksena (Microsoft, 2021). Lisäksi integraatio muihin saman valmistajan sovelluksiin on helposti toteutettavissa, joka pienentää käyttöliittymän kehitystyöhön vaadittavaa resurssimäärää. Microsoft ei ole

ainoa tämän tyyppisten ohjelmistoratkaisuiden tarjoaja, vaan useilla muilla kaupallisilla toimijoilla on saman kaltaisia toteutuksia tarjolla. Kuvassa 7.5 on esitetty esimerkki Power BI:n käyttöliittymästä.



Kuva 7.5 Esimerkki Power BI:n käyttöliittymästä (Microsoft, 2021)

### 7.3 Analysoidun datan hyödyntäminen palvelutarjonnassa

Kun kerätty ja jalostettu data on saatu havainnollistettua käyttöliittymään, mahdollistaa se myös datan hyödyntämisen laajamittaisemmin palvelutarjonnassa. Selkeä esitys erinäisten kuvaajien ja diagrammien avulla auttaa luomaan käsitystä datan taustalla olevien tekijöiden vaikutuksesta ja edelleen helpottaa kokonaisvaltaisen käsityksen muodostamisessa datasta. Nyt käsiteltävästä aihekokonaisuudesta erityistä hyötyä voidaan saada esimerkiksi laitteistojen vikaantumista indikoivasta datasta. Käytännössä tämä tarkoittaa, että mikäli kerätystä ja laskenta-algoritmien avulla jalostetusta datasta on mahdollista löytää ja havainnollistaa helpollukuisesti käyttöliittymään tietoa laitteistossa kehittyvästä viasta, voidaan kehittyvään vikaan reagoida jo hyvissä ajoin ennen sen realisoitumista laiterikoksi. Erittäin keskeistä tässä on huomata käyttöliittymän merkitys osana toteutusta, eli kehittyneen ja hyvin valmistellun käyttöliittymän avulla voidaan merkittävästi nopeuttaa



analyysia verrattuna tilanteeseen, jossa data tulee hajanaisesti tai raakadatana käyttäjälle tarkasteltavaksi. Palveluntarjoajan oman organisaation ohella on käyttöliittymään, jossa data on havainnollistettuna, mahdollista antaa myös palvelun asiakkaalle pääsy ja sitä kautta hyödyntää digitaalisia ratkaisuja palvelukokonaisuuden laajentamisessa.

### **7.3.1 Datan analysoinnissa asiakkaalle tuotettava lisähyöty**

Analysoitua dataa voidaan pelkän käyttöliittymässä tapahtuvan esittämisen lisäksi myös hyödyntää jatkossa laajemmin osana digitaalista palveluntarjontaa. Tämä tarkoittaa, että mikäli tietojärjestelmiin kerätty ja jatkojalostettu data on arvokasta palvelun asiakkaalle, on erinäisiä rajapintoja hyödyntämällä mahdollista integroida data myös osaksi asiakkaan tietojärjestelmiä ja siten saada yhä laajempi hyöty kyseisestä datasta. Tällaisia rajapintoja, joiden kautta integraatio on mahdollinen tehdä ovat esimerkiksi API-rajapinnat tai SQL-pohjaisten tietokantojen tarjoamat rajapinnat, sekä automaatiojärjestelmissä laajasti hyödynnettävät teolliset kommunikaatioprotokollat, kuten IEC104, OPC ja Modbus.

Mikäli tarkastellaan tätä mahdollisuutta tämän tutkielman aihealueen, eli sähköjärjestelmiin kohdistuvan palveluliiketoiminnan näkökulmasta, voidaan asiakkaan näkökulmasta arvokkaaksi dataksi nähdä esimerkiksi tieto sähköjärjestelmän eri osakokonaisuuksien luotettavuudesta tai käytettävyyden ennusteesta. Tällainen data olisi aiemmin esitettyjä rajapintoja hyödyntämällä teknisestä näkökulmasta mahdollista tuoda esimerkiksi asiakkaan SCADA- tai omaisuudenhallintajärjestelmään, sekä erilaisiin ylemmän tason järjestelmiin, joita hyödynnetään laitteistojen kunnon ja toiminnan seurannassa. Niin ollen, palveluntarjontaa on mahdollista syventää merkittävästi ja samalla tarjota palvelun asiakkaalle mahdollisuuksia saada uutta tietoa järjestelmäkokonaisuuden tilasta reaaliajassa, jolla parhaimmillaan voidaan tuoda merkittäviä säästöjä esimerkiksi vikaantumistilanteiden välttämisen kautta.

### **7.3.2 Datan analysoinnissa palvelun tarjoajan saama hyöty**

Mikäli esitettyä datan analysointia ja sen mahdollistamia asioita tarkastellaan palvelun tarjoajan näkökulmasta, voidaan keskeisimpänä asiana nähdä mahdollisuus tuottaa lisäarvoa palvelukokonaisuudessa asiakkaalle perinteiseen toteutukseen verrattuna. Käytännössä esitetty lisäarvo tarkoittaa, että mikäli esimerkiksi laitteiston tilaa voidaan seurata ja havainnollistaa aiempaa paremmin, mahdollistaa se palvelun asiakkaalle lisäarvoa, johon

vedoten palvelun tarjoaja voi erottua muista kilpailevista toimijoista näillä asioilla. Tämä edellä kuvattu digitaalisten alustojen mahdollistama lisäarvo on erityisen arvokas palvelun tarjoajalle, mikäli sen mahdollistamiseen liittyvät perustamiskustannukset saadaan pidettyä niin alhaisina, että se voidaan integroida luonnolliseksi osaksi tuotettavia palveluita ilman, että palvelukokonaisuuden kustannukset merkittävästi nousisivat.

Erilaisissa sähköjärjestelmissä on olennaisesti hyvin laajasti erilaisia osakokonaisuuksia, joiden toiminta, sekä kriittisyys on kokonaisuuden näkökulmasta hyvin erilainen. Niin ollen, kun suunnitellaan palvelutarjonnan kehittämistä digitaalisia alustoja hyödyntämällä, tulee toteutuksen olla muokattavissa niin, että se voidaan sovittaa erilaisiin järjestelmän osiin siten, että sitä hyödyntämällä saadaan tuotettua erityyppisille laitteistoille tai laitteiston osille keskeiset toiminnallisuudet. Käytännössä tämä tarkoittaa, että useasti vähemmän kriittisille ja helposti korvattaville laitteistoille ei ole usein tarpeellista toteuttaa kokonaisvaltaista luotettavuuden seuranta tai käytettävyyden ennustetta. Keskeisimmin tällaisten laitteistojen kannalta tärkeitä toimintoja ovat tyypillisesti tunnistaa vikatilanne sen realisoiduttua ja esittää edelleen informaatiota esimerkiksi varaosien saatavuuteen liittyen. Mikäli taas kyseessä on laitteisto, jonka kriittisyys on korkea ja korvattavuus huono, korostuvat juuri luotettavuuden analysointi, sekä käytettävyyden ennustaminen, jotta vikatilanteiden realisoituminen saadaan kaikissa tapauksissa minimoitua.

#### **7.4 Datan keräämisen ja analysoinnin tekninen toteutus**

Datan keräämisen ja analysoinnin käytännöntoteutukselle on teknisessä mielessä useita erilaisia toteutusmahdollisuuksia. Aiemmissa tämän luvun aliluvuissa on jo käsitelty datan keräämisen ja prosessoinnin ohjelmallista toteuttamista, mutta pohdittaessa kokonaisvaltaista toteutusta tämänkaltaiselle järjestelmälle, tulee toteutukseen suunnitella myös vaadittavan tietojärjestelmän laajuus ja käytännöntoteutus, jolla se saadaan integroitua osaksi sähköjärjestelmää. Käytännössä tämä tarkoittaa, että tulee suunnitella, kuinka mittaus ja anturointi toteutetaan käytännön järjestelmään, kuinka tieto antureilta ja mittausjärjestelmiltä siirretään kunnonvalvontajärjestelmään, sekä minkälainen laite- tai alustaratkaisu kunnonvalvontajärjestelmän palvelimelle toteutetaan.

Datan keräämisen ja analysoinnin osalta on keskeistä huomioida, että datan käsittely tapahtuu olennaisesti ohjelmallisesti. Ohjelmallisen toteutuksen ohella on suunniteltava

alustaratkaisun toteuttaminen, jolla kunnonvalvontaohjelmistoa käytetään, eli järjestelmän palvelin. Käytännön kannalta erittäin keskeisiä asioita, joita kyseisen toteutuksen suunnittelussa on huomioitava ovat kehitetyn kunnonvalvontaohjelmiston päätelaitteen tekniset vaatimukset suorituskyvyn ja tallennustilan osalta, käyttöliittymän toteutus ja edelleen mahdollinen tarve paikalliselle käyttöliittymälle, tarpeelliset liitännämahdollisuudet automaattiseen tiedon keräämiseen, sekä fyysiset kokorajoitteet laiteratkaisulle.

Edellä esitettyihin rajoitteisiin kunnonvalvontajärjestelmän päätelaite- ja alustaratkaisun osalta voidaan nähdä ratkaisuksi muutamia erilaisia toteutuksia. Laiteratkaisu voidaan käytännössä toteuttaa joko sijoittamalla paikallinen palvelinlaite sähköjärjestelmän välittömään läheisyyteen, sijoittamalla tietojärjestelmän palvelinlaite täysin erilleen sähköjärjestelmästä tai hyödyntämällä kolmansien osapuolien tarjoamia pilvipalveluita tietojärjestelmän palvelimena.

### 7.4.1 Paikallinen palvelinlaite

Paikallinen palvelinlaite tarkoittaa käytännössä, että datan keräämiseen ja analysointiin käytettävä ohjelmisto asennetaan päätelaitteeseen, joka edelleen asennetaan sähköjärjestelmän välittömään läheisyyteen. Kuten edellä on esitetty, tällaisessa toteutuksessa mahdollistetaan datan keräämisen toteuttaminen täysin paikallisesti sähköjärjestelmästä, toteuttamalla yhteys paikallisen päätelaitteen ja datan keräämiseen käytettävien laitteiden välille paikallisia yhteyksiä hyödyntämällä. Edellä esitetty mahdollisuus täysin paikallisesta toteutuksesta on erityisesti sähköjärjestelmien tyypisessä kriittisessä sovelluksessa erittäin hyvä, koska mikäli järjestelmä saadaan pidettyä täysin erillään ulkoisista yhteyksistä, parantaa se merkittävästi järjestelmän tietoturvan tasoa. Tietoturvaan liittyvät uhat kokonaisuudessaan tulee sähköjärjestelmien osalta pyrkiä aina minimoimaan, sillä mikäli tietoturva sähköjärjestelmien ohjauksen osalta vaarannetaan, voi se aiheuttaa merkittävää haittaa ja taloudellisia tappioita sähköjärjestelmän käyttäjille. Mikäli paikalliseen palvelimeen perustuvaa toteutusta verrataan esimerkiksi jonkin kaupallisen toimijan vuokraamaan pilvipalvelupohjaiseen toteutukseen, on paikallinen toteutus usein myös merkittävästi kustannustehokkaampi.

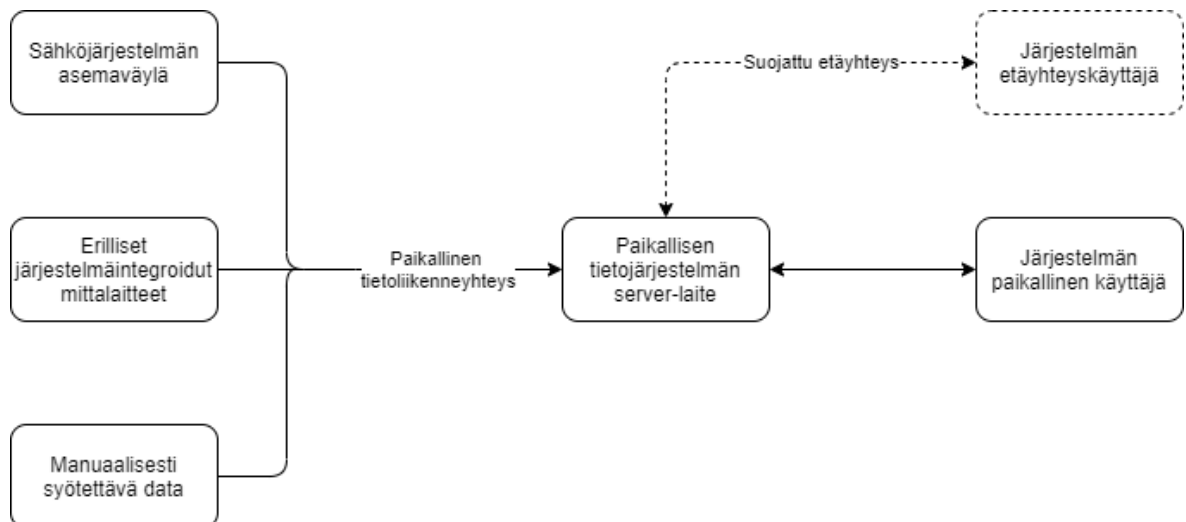
Paikallinen palvelin on hyvin potentiaalinen toteutusvaihtoehto järjestelmän alustaksi, mikäli järjestelmän käyttö on aikomus pitää täysin paikallisena. Mikäli paikallisella päätelaitteella olevaan järjestelmään halutaan päästä käsiksi paikallisen verkon ulkopuolelta, vaatii etäkäytön toteuttaminen tietoturvallisesti merkittävän määrän suunnittelua. Tyypillisesti etäkäyttö toteutetaan julkisen internetin yli VPN-yhteyttä hyödyntämällä. Kyseinen tekniikka on laajasti käytössä erinäisten tietojärjestelmien osana ja se on pääosin hyväksi havaittu. Kuitenkin VPN-yhteyden toteuttamisessa haasteita aiheuttaa mm. mahdollisuus VPN-yhteyden muodostamiseen tarvittavien tiedostojen ja tunnusten päätyminen väärin käsiin, joka voi tapahtua esimerkiksi, mikäli esimerkiksi käyttäjän tietokone varastetaan. Tällainen skenaario edelleen aiheuttaa tietoturvan vaarantumisen, vaikka itse VPN-tietoliikenneputki olisikin tietoturvallinen. Edellä esitetyn tyyppiseen tietoturvaan voidaan varautua hyödyntämällä VPN-putken toteutuksessa esimerkiksi MFA-tunnistautumista tai fyysistä avainpätelaitetta, jotka vaaditaan etäyhteyden muodostamiseen. Lisäksi VPN-yhteydelle on mahdollista asettaa tietoturvasääntöjä sen osalta millä laitteilla yhteys voidaan muodostaa, sallitaanko käyttäjän laitteelta muita yhteyksiä VPN-kommunikaation aikana, sekä minkälaista dataa ja miten paljon sitä voidaan

VPN-putken läpi siirtää. Olennaisesti myös järjestelmän käyttäjien tietokoneiden tietoturvasta on pidettävä huolta, jotta sen kautta ei vaaranneta tietoturvaa. Pohdittaessa etäyhteyden toteuttamista tietoturvan näkökulmasta, on hyvä pitää mielessä myös muut yhteysvaihtoehdot, kuin julkinen internet ja VPN. Vaihtoehtoisena ratkaisuna esimerkiksi satelliitti- tai radioyhteyden välityksellä, sekä kolmansien osapuolien tarjoamien suljettujen tietoverkkojen avulla voidaan muodostaa julkisesta verkosta erillinen etäyhteys. Paikallisen palvelinlaitteen haasteeksi voidaan tietoturvaan liittyvien asioiden ohella nähdä myös laskentatehon rajallisuus ohjelmallisen toteutuksen kehittyessä monimutkaisemmaksi ja vaativammaksi, tietoteknisen laiteinfran vanheneminen, sekä etäkäytön tapauksessa luotettavien tietoliikenneyhteyksien toteuttaminen.

Edellä esitettyjen asioiden takia voidaan nähdä, että paikallinen järjestelmätoteutus sopii erityisen hyvin pienempiin tietojärjestelmiin, joissa järjestelmän käyttäminen voidaan toteuttaa vain paikallisesti. Tällaisessa tapauksessa, paikallinen toteutus voi tarjota hyvin kustannustehokkaan ja toimivan kokonaisratkaisun. On huomionarvoista myös, että paikalliseenkin järjestelmään on toteutettavissa tietoturvallinen etäyhteys, mutta sen toteutus on mietittävä tarkasti, jotta tietoturva saadaan pidettyä tavoitellulla tasolla. Kuvassa 7.6 on esitetty esimerkkikuva sähköasemakohteeseen asennetusta paikallisesta kunnonvalvontajärjestelmän palvelinlaitteesta ja kuvassa 7.7 lohkokaavioesitys paikallisen tietojärjestelmätoteutuksen keskeisistä osista.



Kuva 7.6 Sähköasemakohteeseen asennettu paikallinen kunnossapitojärjestelmän server-laite



Kuva 7.7 Lohkokaavioesitys paikallisen tietojärjestelmätoteutuksen keskeisistä osa-alueista

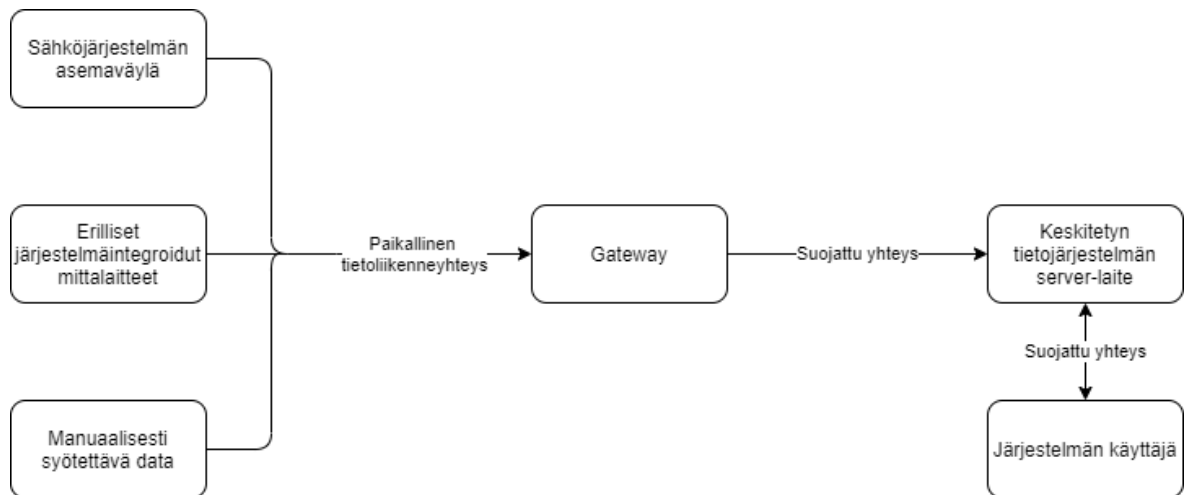
### 7.4.2 Datan keskitetty kerääminen

Paikallisen palvelimen lisäksi datan kerääminen on mahdollista toteuttaa niin sanotusti keskitetyllä toteutuksella. Keskitetyssä toteutuksessa, käytännön järjestelmään asennetaan ainoastaan gateway-laite, jonka avulla kerätty data siirretään keskitettyyn tietokantaan. Olennaisesti, myös datan prosessointi toteutetaan niin ollen keskitetyssä järjestelmässä. Käytännön toteutuksessa yhteytenä palvelimen ja gatewayn välillä voidaan käyttää esimerkiksi julkista internetverkkoa tai täysin erillistä tietoverkkoa. Edellä mainituista toteutuksista on keskeistä suunnitella, kuinka julkisen verkon läpi siirrettävä data saadaan salattua niin, että tietoturvan osalta ei oteta liian suuria riskejä. Kuva ARG600 gateway-laitteesta, jota tällaisessa toteutusmallissa voidaan hyödyntää päätelaitteena, on esitetty kuvassa 7.8.



Kuva 7.8 ARG600 gateway-laite (ABB, 2020)

Datan keskitetty kerääminen on erityisen potentiaalinen vaihtoehto toteutukselle, mikäli järjestelmästä on aikomus tehdä laajempi toteutus, joka sisältää datan keräämistä useista eri lähteistä. Esimerkkeinä tällaisista sovelluskohteista voidaan mainita suuremmat teollisuus- ja tuotantolaitokset, joissa sähköjärjestelmä on niin laaja, että kokonaiskuvan muodostamiseksi datan laajamittainen kerääminen on hyvin tärkeää. Edellä esitettyjen laityyppien tapauksessa datan siirtäminen gatewayn ja palvelimen välillä voitaisiin toteuttaa hyödyntämällä olemassa olevia laitosten sisäisiä tietoverkkoja, jotka esitetyn tyypisistä laitoksista hyvin usein löytyvät. Mikäli tällainen toteutus olisi mahdollinen, ei erillistä salausta datalle ole välttämättä pakollista tehdä. Lohkokaavioesitys datan prosessoinnista keskitetyssä järjestelmässä on esitetty kuvassa 7.9.



Kuva 7.9 Lohkokaavioesitys keskitetyn tietojärjestelmätoteutuksen keskeisiä osa-alueista



## **7.5 Kerättävän ja jalostetun datan integrointi laajempaan kokonaisuuteen**

Kun data on saatu kerättyä ja jalostettua, on mahdollista pyrkiä integroimaan datan taltiointi ja käyttöliittymä osaksi suurempaa tietojärjestelmäkokonaisuutta. Käytännössä tällä tarkoitetaan, että kerätty ja jatkojalostettu data voidaan erinäisiä rajapintoja hyödyntämällä yhdistää osaksi esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmää ja edelleen helpottaa käyttäjien toimintaa, koska ylimääräistä tietojärjestelmää koko prosessille ei tarvita, vaan dataan pääsee käsiksi samasta paikasta, kuin mihin tahansa muuhunkin tietojärjestelmässä olevaan tietoon.

Käytännönesimerkkinä tällaisesta integraatiosta voidaan mainita datan taltioimisen yhdistäminen Sharepoint-tyyppiseen tietojärjestelmätoteutukseen. Käytännössä tällainen integraatio tarkoittaa, että esimerkiksi erillisestä tietokannasta tuodaan automatisoidun prosessin avulla tietyn väliajoin dataa Sharepointin tietokantaan, jolloin kaikki data on keskitetyssä Sharepoint-ympäristössä saatavilla käyttäjälle. Edelleen datan esittämistä varten voidaan toteuttaa halutunlainen käyttöliittymä, sekä identifioida tuotu data kuuluvaksi esimerkiksi johonkin tiettyyn projektiin tai palvelusopimukseen, joka edelleen edesauttaa datan käsittelyä. Mikäli käsiteltävä data sisältää esimerkiksi päivystämisen kannalta olennaista tietoa, kuten hälytyksiä, voidaan keskitettyyn tietojärjestelmään toteuttaa esimerkiksi hälytysten seuranta, jonka avulla päivystäjä voi lisätä kommentit ja huomiot saaduille hälytyksille.

## 8. YHTEENVETO

Tämän diplomityön tavoitteena oli selvittää mahdollisuuksia sähköasemapalveluliiketoiminnan tehostamiseen erilaisia digitaalisia järjestelmiä hyödyntämällä ja hakea rajapintoja, sekä tehokkaita toimintamalleja eri alustojen yhtenäiseen käyttämiseen osana jokapäiväistä toimintaa. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa erilaisten palveluiden eri osapuolten hyötyjä digitaalisten alustojen käytöstä, sekä selvittää mahdollisuuksia liiketoiminnan kehittämiseksi digitaalisten alustojen avulla.

Tehdyn selvityksen aikana liiketoiminnassa löydettyjen toimintatapojen ratkaiseminen on monelta osin mahdollinen toteuttaa hyödyntämällä erinäisiä digitaalisia alustoja toiminnan eri vaiheissa. Kokonaisvaltaisesti erityisen keskeinen asia on toteuttaa informaation tallentaminen hallitusti ja järjestelmällisesti, joka edelleen mahdollistaa helpommin mukautettavien käyttöliittymien toteuttamisen, sekä tiedon käsittelemisen osana suurempaa järjestelmätoteutusta. Edellä mainittujen asioiden lisäksi esitetyn tyyppinen tiedonhallinta myös mahdollistaa tiedon tehokkaamman jakamisen eri osapuolille, kun kaikki tieto on taltioituna yhteen paikkaan ja se on esitettävissä eri osapuolille sopivalla tavalla siihen tarkoitettujen työkalujen avulla.

Käytännössä tiedon taltioiminen on järkevintä valtaosassa sovelluskohteista toteuttaa erilaisten tietokantaprosessien avulla, koska ne mahdollistavat esitetyn tyyppisen datan hallitun taltioinnin ja edelleen sen käsittelemisen tietokantojen kyselytoimintojen avulla. Tietokantoihin tehtävien kyselyiden avulla, myös erilaiset algoritmit voivat hakea tiettyjä tietokokonaisuuksia ja toteuttaa niiden pohjalta haluttuja toiminnallisuuksia tai prosessoida dataa paremmin hyödynnettävään muotoon. Pienemmissä sovelluksissa voi olla mahdollista hyödyntää taulukkolaskentaohjelmia, kuten Exceliä tietojen hallintaan, mutta datamäärän kasvaessa suuremmaksi, taulukkolaskennan rajoitteet informaation hallinnassa muodostuvat hyvin nopeasti ongelmaksi.

Tarkasteltaessa mahdollisuuksia ratkoa havaittuja haasteita tehostomien toimintatapojen osalta näitä menetelmiä hyödyntäen, antaa tietokantoihin pohjautuva tiedon hallinta mahdollisuuden niidenkin osalta tiedon tehokkaampaan käsittelyyn. Tämän lisäksi tietokannat mahdollistavat toiminnan tehostamisen algoritmien avulla tehtävän datan prosessoinnin ja henkilöstön tiedottamisen kautta. Kun liiketoiminnan kannalta olennainen

tieto on hallitusti taltioituna, mahdollistaa se tiedon tehokkaamman hyödyntämisen myös esimerkiksi tulevaisuuden töiden, sekä kustannusten suunnittelussa ja toiminnan tehokkuuden seuraamisessa.

Käytännössä tehtävä palveluliiketoiminnan operatiivinen työ voi myös hyötyä merkittävästi tiedon järjestelmällisestä hallinnasta tietokantoja hyödyntämällä. Konkreettisia sovelluskohtia tällaisessa tiedonhallinnassa ovat mm. sähköjärjestelmistä kerättävä eri laitteistojen käytettävyydestieto. Tällainen tieto on edelleen ohjelmallisesti jatkojalostettavissa palvelun tarjoajaa, kuin myös palvelun asiakasta paremmin hyödyttävään muotoon esimerkiksi käytettävyyden ja luotettavuuden arvioksi. Kerätty, sekä jatkojalostettu informaatio on mahdollista esittää eri sidosryhmiä hyödyttävässä muodossa erilaisia käyttöliittymätyökaluja hyödyntämällä. Lisäksi informaatio voidaan yhdistää osaksi laajempia järjestelmäkokonaisuuksia erilaisten rajapintojen kautta ja siten esimerkiksi linkittää operatiivisessa toiminnassa kerätty tieto kaupalliseen liiketoiminnan kehittämiseen erilaisissa liiketoimintaa ohjaavissa järjestelmissä. Tällainen tiedonhallinta, esittäminen, sekä yhdistäminen mahdollistavat palvelutarjonnan kehittämisen ja laajemman lisäarvon tuottamisen palvelukokonaisuuden eri osapuolille.

**Lähdeluettelo**

- ABB, 2020 Wireless Gateway ARG600 Dual SIM Variant. [Käyttöopas] viitattu 01.08.2021. Saatavilla <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1MRS758460&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch&DocumentRevisionId=E>
- ABB, 2021 Feeder protection and control REF615 IEC. [Tuoteopas] viitattu 30.05.2021. Saatavilla [https://library.e.abb.com/public/8152107a2f044ac3a2a82e403a66ee08/REF615\\_pg\\_756379\\_ENt.pdf](https://library.e.abb.com/public/8152107a2f044ac3a2a82e403a66ee08/REF615_pg_756379_ENt.pdf)
- Barker, 2010 Barker Jeff, High-voltage Remote Monitoring Solution for SF6 Circuit Breakers [Artikkeli]. Saatavilla <https://www.utilityproducts.com/home/article/16003086/high-voltage-remote-monitoring-solution-for-sf6-circuit-breakers>
- Belonogova, 2018 Belonogova Nadezda, Final report: Multi-objective role of battery energy storages in an energy system. [Tutkimusraportti] 76 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-335-203-2>
- Dasoriya, 2017 Rayan Dasoriya, SIGNIFICANCE OF SOFTWARE DEVELOPMENT MODELS [Julkaisu], saatavilla: [https://www.researchgate.net/publication/320802075\\_SIGNIFICANCE\\_OF\\_SOFTWARE\\_DEVELOPMENT\\_MODELS](https://www.researchgate.net/publication/320802075_SIGNIFICANCE_OF_SOFTWARE_DEVELOPMENT_MODELS)
- Dudhe 2018 P.V. Dudhe; N.V. Kadam; R. M. Hushangabade; M. S. Deshmukh, Internet of Things (IOT): An overview and its applications [Julkaisu], saatavilla: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8389935>
- Eaton, 2021 Substation automation: fundamentals of substation automation [Artikkeli] viitattu 01.07.2021. Saatavilla: <https://www.eaton.com/us/en-us/products/utility-grid-solutions/grid-automation-system-solutions/fundamentals-of-substation-automation.html>
- Grafana, 2021 Dashboards. [Verkkosivu] viitattu 15.07.2021. Saatavilla: <https://grafana.com/grafana/dashboards>
- Hitachi Energy, 2021 Keitä olemme. [Verkkosivu] viitattu 01.08.2021. Saatavilla: <https://www.hitachienergy.com/about-us/who-we-are>
- Hitachi Energy, 2021 REQ650 - Breaker protection. [Verkkosivu] viitattu 03.09.2021. Saatavilla: <https://www.hitachiabb-powergrids.com/fi/fi/offering/product-and-system/substation-automation-protection-and-control/products/protection-and-control/breaker-protection/req650>

- Hitachi Energy, 2021 TXpert™ Ready DGA sensor CoreSense™. [Verkkosivu] viitattu 17.07.2021. Saatavilla: <https://www.hitachiabb-powergrids.com/fi/fi/offering/product-and-system/transformers/transformer-service/advanced-services-for-transformers/condition-monitoring/coresense-hydrogen---moisture-sensors>
- InfluxData, 2021 Time series database (TSDB) explained [Verkkosivu] viitattu 25.06.2021 Saatavilla: <https://www.influxdata.com/time-series-database/>
- Innosoft, 2021 Confident appearance on customer site [Verkkosivu] viitattu 23.06.2021 Saatavilla: <https://www.innosoft.de/portfolio/mobile/?lang=en>
- Ilves, 2021 Ilves Petri, Service Sales Manager – Substation Services, ABB Power Grids Finland Oy. [Haastattelu] 04.06.2021.
- Ilyas, 2014 Ilyas Muhammad; Siffat Ullah Khan, Aparecida, Software Integration Model for Global Software Development [Julkaisu], saatavilla: [https://www.researchgate.net/profile/Muhammad-Ilyas-49/publication/236902808\\_Software\\_Integration\\_Model\\_for\\_global\\_software\\_development/links/0c960534bb7374c670000000/Software-Integration-Model-for-global-software-development.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Muhammad-Ilyas-49/publication/236902808_Software_Integration_Model_for_global_software_development/links/0c960534bb7374c670000000/Software-Integration-Model-for-global-software-development.pdf)
- Javapoint, 2021 Database. [Verkkosivu] viitattu 25.06.2021. Saatavilla: <https://www.javatpoint.com/what-is-database>
- Laakkonen, 2021 Laakkonen Ari-Pekka, Service Unit Manager, ABB Power Grids Finland Oy. [Haastattelu] 04.06.2021.
- Manoj, 2012 Manoj E. Patil; Ravi N. Mulchandani; Ravikumar R. Ahuja, Design and Implementation of Graphical User Interface for Relational Database Management System [Julkaisu] saatavilla: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.439.6250&rep=rep1&type=pdf>
- Microsoft, 2021 Microsoft Power BI -dokumentaatio. [Verkkosivu] viitattu 15.07.2021. Saatavilla: <https://docs.microsoft.com/fi-fi/power-bi/>

- Niu, 2010 Gang Niu; Bo-Suk Yang; Michael Pecht, Development of an optimized condition-based maintenance system by data fusion and reliability-centered maintenance [Julkaisu], saatavilla: [https://www.researchgate.net/publication/245079171\\_Development\\_of\\_an\\_optimized\\_condition-based\\_maintenance\\_system\\_by\\_data\\_fusion\\_and\\_reliability-centered\\_maintenance](https://www.researchgate.net/publication/245079171_Development_of_an_optimized_condition-based_maintenance_system_by_data_fusion_and_reliability-centered_maintenance)
- OmniSci, 2021 Relational Database [Verkkosivu] viitattu 25.06.2021. Saatavilla: <https://www.omnisci.com/technical-glossary/relational-database>
- Ruggieri, 2018 Roberto RUGGIERI; Marco SAVASTANO; Alessandra SCALINGI; Dorina BALA; Fabrizio D'ASCENZO, The impact of Digital Platforms on Business Models: an empirical investigation on innovative start-ups [Julkaisu], saatavilla: [https://www.researchgate.net/publication/330681585\\_The\\_impact\\_of\\_Digital\\_Platforms\\_on\\_Business\\_Models\\_An\\_empirical\\_investigation\\_on\\_innovative\\_start-ups](https://www.researchgate.net/publication/330681585_The_impact_of_Digital_Platforms_on_Business_Models_An_empirical_investigation_on_innovative_start-ups)
- Sharepoint, 2021 SharePoint Älykäs mobiili-intranet [Verkkosivu], viitattu 23.06.2021. Saatavilla: <https://www.microsoft.com/fi-fi/microsoft-365/sharepoint/collaboration>
- Souse, 2018 Willy Hoppe Sousa; Adriano, Sousa; Maria, Giardino; Trezza, Aparecida, The development of an enterprise resource planning system (ERP) for a research and technology institute: the case of the Nuclear and energy research institute – IPEN [Julkaisu], ISSN online: 1807-1775, saatavilla: [https://www.researchgate.net/publication/228850831\\_The\\_development\\_of\\_an\\_enterprise\\_resource\\_planning\\_system\\_ERP\\_for\\_a\\_research\\_and\\_technology\\_institute\\_the\\_case\\_of\\_the\\_Nuclear\\_and\\_energy\\_research\\_institute](https://www.researchgate.net/publication/228850831_The_development_of_an_enterprise_resource_planning_system_ERP_for_a_research_and_technology_institute_the_case_of_the_Nuclear_and_energy_research_institute)
- Scacchi, 2006 Walt Scacchi, Free/Open Source Software Development: Recent Research Results and Methods [Julkaisu], saatavilla: [https://www.researchgate.net/publication/222426802\\_FreeOpen\\_Source\\_Software\\_Development\\_Recent\\_Research\\_Results\\_and\\_Methods](https://www.researchgate.net/publication/222426802_FreeOpen_Source_Software_Development_Recent_Research_Results_and_Methods)

- UEF, 2020 Big data. [Verkkosivu] viitattu 18.07.2021. Saatavilla: <https://www3.uef.fi/fi/web/saima/big-data>
- 365DataScience, 2021 Database vs Spreadsheet [Verkkosivu] viitattu 25.06.2021. Saatavilla: <https://365datascience.com/tutorials/sql-tutorials/database-vs-spreadsheet/>