



# Sahauslaitoksen automaatiokartoitus

Mika Manula

Opinnäytetyö, AMK tai Opinnäytetyö, ylempi AMK

Joulukuu 2023

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma (AMK)

**Manula, Mika**

**Sahauslaitoksen automaatiokartoitus**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Joulukuu 2023, 28 Sivua

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

**Tiivistelmä**

UPM Kymmene Oyj:n Lappeenrannassa sijaitsevalla Kaukaan sahalla on viimevuosina toteutettu lukuisia automaatiouudistuksia, osa laitteistoista on kuitenkin yhä toteutettu kymmeniä vuosia vanhoilla automaatiolaitteilla, joiden varaosien valmistus on jo lopetettu. Myös automaatiolaitteiden dokumentoinnissa oli puutteita, etenkin laitteistojen sekä eri prosessivaiheiden välisen tiedonsiirron osalta.

Opinnäytetyö toteutettiin kehitystutkimuksena, jonka tavoitteena oli muodostaa dokumenttien avulla selkeä kuva automaatiolaitteista sekä niiden välisestä tiedonsiirrosta. Tavoitteena oli luoda dokumentteja, joiden avulla tulevaisuuden uudistusprojektien suunnittelu olisi helpompaa, tuotosten avulla pyrittiin myös helpottamaan kunnossapidon vianhakutehtäviä.

Tuotoksena opinnäytetyöstä valmistui 11 kpl järjestelmäkaavioita sekä 13 kpl laitelistoja. Valmistuneiden tuotosten perusteella opinnäytetyössä pyrittiin myös selvittämään vanhimpien laitteistojen välisiä riippuvuuksia tulevaisuuden automaatiouudistusprojektien näkökulmasta, kuten esimerkiksi sitä, että olisiko automaatiolaitteistoja mahdollista uudistaa pienemmissä kokonaisuuksissa.

**Avainsanat (asiasanat)**

Automaatio, PLC, Sahateollisuus

**Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)**

Liitteet 1–24 ovat salassa pidettäviä, ja ne on poistettu julkisesta työstä.

**Manula, Mika**

**Mapping sawmill process automation**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, December 2023, 28 pages

Degree Programme in Electricity and Automation Technology. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

**Abstract**

UPM Kymmene Oyj Kaukas sawmill factory in Lappeenranta has gone through multiple automation investments during the last few years, but there are still some parts of the automation that are using decades old automation devices. There is also some room for improvement with the automation documentation, especially with the data transfer between automation devices and different parts of the process.

The thesis was implemented as a development study, which objective was to create clear image of the used automation devices and communication between devices by developing the documentation. Objective was to make it easier to plan future automation projects and help maintenance electricians to locate issues with automation devices.

The thesis resulted in 11 system diagrams and 13 device lists. With help of these end products, it was studied if it was possible to divide the automation systems into smaller groups for future automation upgrade projects. The main goal of this was to figure out if some part of the old automation is possible to be upgraded without a need to change the other automation systems.

**Keywords/tags (subjects)**

Automation, PLC, Sawmill industry

**Miscellaneous (Confidential information)**

Appendices 1-24 are confidential and have been removed from public work.

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Tutkimusasetelma .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Tavoitteet.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Tietopohja .....</b>	<b>8</b>
4.1	Sahausprosessi .....	8
4.1.1	Tukkien kuorinta .....	9
4.1.2	Sahaus .....	9
4.1.3	Dimensiolajittelu.....	10
4.1.4	Rimoitus .....	11
4.1.5	Sivutuote .....	11
4.2	Profibus-kenttäväylä .....	12
4.3	Profinet-kenttäväylä.....	12
4.3.1	ProfiSafe.....	14
4.4	Valokuitu .....	14
4.5	PLC.....	15
4.6	Verkkokytkin.....	16
4.7	Open Systems Interconnection (OSI) .....	17
4.8	WinCC .....	17
4.9	Kunnossapitojärjestelmä.....	18
4.10	Konenäkö.....	18
4.11	PROFINET Bus Coupler .....	19
4.12	Devicenet.....	19
<b>5</b>	<b>Toteutus.....</b>	<b>20</b>
5.1	Järjestelmäkaaviot.....	20
5.1.1	Kuorimon järjestelmäkaavio .....	21
5.1.2	Sahan järjestelmäkaavio .....	21
5.1.3	Esikäsittelyn järjestelmäkaavio .....	22
5.1.4	Dimensiolajittelun järjestelmäkaavio .....	23
5.1.5	Sivutuotteen järjestelmäkaavio .....	23
5.2	Laitelistat .....	24

<b>6 Tulokset ja pohdinta .....</b>	<b>24</b>
<b>Lähteet .....</b>	<b>27</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>29</b>

## **Kuviot**

Kuvio 1. Kaukaan sahan prosessin kulku.....	9
Kuvio 2. Tukki 2. sahausyksikön jälkeen .....	10
Kuvio 3. Särnäyttävä lauta-aiho .....	11
Kuvio 4. Mallikuva eri väylätopologioista .....	13
Kuvio 5. ABB ACS 880 Taajuusmuuttaja FSPS-21 Profisafe-kortilla .....	14
Kuvio 6. Siemens Simatic S7 400 logiikka .....	16

# 1 Johdanto

Minulle tarjottiin opinnäytetyötä UPM:n Lappeenrannassa sijaitsevalta Kaukaan sahalta. Opinnäytetyö tehtiin syksyllä 2023. Aiheen valinnassa sain valita toimeksiantajan ehdottamalta listalta useammasta vaihtoehdosta, keskustelimme toimeksiantajan kanssa aiheesta ja päädyimme siihen tulokseen, että automaatiokartoitus olisi yrityksen kannalta tärkein. Toimeksiantajan tuotantolaitoksessa automaatiolaitteistoista puuttui selkeät järjestelmäkaaviot. Automaatiokartoituksen lopputuotteena syntyneet järjestelmäkaaviot helpottavat esimerkiksi kunnossapidon työtä automaation vikatilanteissa. Valitsin aiheen myös siitä syystä että, aiheessa on paljon oppimismahdollisuuksia niin uusista kuin vanhoistakin automaatiolaitteista ja järjestelmistä. Aihe on myös kiinnostava sillä itseäni kiinnostaa erityisesti kappaletavara-automaatio. Oma työkokemukseni sahateollisuudessa tuki myös aihevalintaa.

Opinnäytetyön toimeksiantajana on siis UPM Kymmene Oyj:n Lappeenrannassa sijaitseva Kaukaan saha, joka on aloittanut toimintansa nykyisellä paikallaan jo vuonna 1959. (UPM Kaukaan saha. N.d.) Kaukaan sahalla tuotetaan sahatavaraa männystä. Saha on osa Kaukaan tehdasintegraattia, jossa tuotetaan sahatavaran lisäksi myös esimerkiksi sellua, paperia, biopolttoainetta, naftaa sekä energiaa.

Opinnäytetyössä tehtiin selvitys Kaukaan Sahan automaation toiminnasta. Työssä selvitettiin mitä laitteita automaation toteutukseen on käytetty, sekä minkälaisilla väyläratkaisuilla tiedonsiirto eri laitteiden ja laitteistojen välillä on toteutettu. Tuotoksena työstä valmistui järjestelmäkaavio sekä laitelista jokaisesta sahausprosessin vaiheesta. Lopuksi selvitettiin vielä, että olisiko vanhimpia automaatiolaitteistoja mahdollista jakaa pienempiin kokonaisuuksiin, joita olisi helpompi päivittää vastaamaan nykypäivän vaatimuksia.

Työ rajattiin koskemaan ainoastaan itse saharakennusta, johon kuuluu tukkien kuorinta, sahaus, esikäsitteily, dimensiolajittelu, rimoituslaitokset sekä sivutuotelaitos. Ulkopuolelle jätettiin tukkilajittelu, tasaamo, paketointilaitos sekä kuivaamot. Työstä jätettiin pois myös joitain pieniä laitteistoja, joilla on oma yksinkertainen automaatio, kuten hakkuri sekä dimensiolajittelun hydrauliiikan jäähdytys.

## 2 Tutkimusasetelma

Lähtötilanteessa uusimmista laitteistoista löytyi kohtuullisen hyvä automaatiidokumentaatio, mutta osa dokumenteista oli jäänyt päivittämättä muutosten jäljiltä. Osassa dokumenteista laitteiden tiedot olivat puutteellisia sekä ristiriidassa muiden dokumenttien kanssa. Vanhemmissa automaation osissa dokumentit olivat todella vanhoja ja useita dokumenttipäivityksiä oli vuosien varrella jäänyt tekemättä. Olemassa olevat väylädokumentit olivat yleensä yksittäisistä laitteista ja järjestelmistä oli hankala saada selkeää kokonaiskuva, huonoimmassa tapauksessa ainoat dokumentit olivat ripoteltuna erillisiin sähkötiloihin, jolloin esimerkiksi kenttäväylän seuraaminen oli haastavaa.

Opinnäytetyö toteutettiin kehitystutkimuksena, jonka tavoitteena oli kehittää Kaukaan sahalle selkeä kuva automaation rakenteesta sekä yksittäisten järjestelmien välisestä kommunikoinnista. Automaation rakennekuvan avulla tutkittiin myös mahdollisuuksia jakaa automaatiojärjestelmiä pienempiin kokonaisuuksiin, jotta tulevat uudistusprojektit voitaisiin toteuttaa nopeammin sekä pienemmällä budjetilla. Selkeän kuvan muodostamisen tavoitteena oli helpottaa tulevien automaatioinvestointien suunnittelua ja toteutusta sekä helpottaa sahan kunnossapito-osaston vianhakuprosessia automaation tiedonsiirtoon liittyvissä vikatilanteissa.

Tutkimuskysymyksinä kehitystutkimuksessa käytettiin seuraavia: Minkälaisilla dokumenteilla automaatiosta saadaan muodostettua selkeä kokonaiskuva? Minkälaisia tietoja dokumenteista tulisi käydä ilmi?

Opinnäytetyötä tehdessä kiinnitettiin huomiota käytettyihin lähteisiin pyrkimällä hyödyntämään mahdollisimman paljon esimerkiksi laitetoimittajien omia julkaisuja sekä etsimällä sama tieto useammasta lähteestä. Kaikkia lähteitä hyödynnettiin eettisiä määräyksiä noudattaen. Raporttia kirjoittaessa otettiin huomioon toimeksiantajan mielipide siitä, minkälaista tietoa on esimerkiksi tietoturvan takia sallittua julkaista.

### 3 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli muodostaa selkeä kokonaiskuva Kaukaan sahan automaation eri järjestelmäkokonaisuuksista sekä erityisesti niiden välisistä kytkennöistä ja kommunikoinnista. Kehitystutkimuksessa selvitettiin mm. miten laitteet ovat toisiinsa yhteydessä, miten vanhempia laitteiston osia voisi jaotella pienempiin kokonaisuuksiin, laitteiston uusimisen näkökulmasta. Opinnäytetyön tuotoksena syntyi raportin lisäksi automaation järjestelmäkaaviot sekä laitelistat.

Laitelistaan kirjattiin laitteiden perustiedot, joiden avulla korvaavan laitteen hankkiminen onnistuu mahdollisimman helposti. Listaan kirjattiin myös laitteen sijainti sekä esimerkiksi IP- osoitteet, joiden laitteen paikannus vikatilanteissa helpottuu. Laitelistojen tavoitteena on saada hyötyä esimerkiksi varaosien kriittisyysluokittelua tehdessä, varaosa hankinnoissa sekä kunnossapitotöissä laitetietojen helpon saatavuuden kautta.

Yleisenä tavoitteena oli, että syntyneet tuotokset helpottaisivat myös laitteistojen uusimisprojektien suunnittelua sekä sähkö- ja automaatiokunnossapidon huoltotöitä esimerkiksi tilanteessa, jossa viallinen automaatiolaite pitää paikantaa.

### 4 Tietopohja

Työssä oli erittäin tärkeää tietää perusasioita monista erilaisista tiedonsiirtomenetelmistä, kenttäväyläprotokollista, automaatiolaitteista sekä sahausprosessista. Seuraavissa kappaleissa on käyty läpi opinnäytetyön kannalta tärkeimmät.

#### 4.1 Sahausprosessi

Sahausprosessi koostuu useasta eri prosessivaiheesta. Seuraavaan kuvaan (Kuvio 1) on valkoisilla nuolilla piirretty sahatavaran kulkureitti sahausprosessin läpi aina kuorimolta rimoitukseen asti. Sahausprosessin eri vaiheet on merkattu värikoodein. Kuva on vain suuntaa antava.





Kuvio 1. Kaukaan sahan prosessin kulku

#### 4.1.1 Tukkien kuorinta

Tukkien kuorinta on sahausprosessin toinen vaihe tukkilajittelun jälkeen. Ennen kuorimakonetta tukit mitataan Liskerin valmistamalla tukkimittarilla, jonka antamien tietojen perusteella tukit käännetään niin että tukin latvapuoli syötetään kuorimakoneeseen ensimmäisenä. Kuorinta toteutetaan usein roottorikuorintaa hyödyntäen. Roottori on suurikokoisen laakerin varassa pyörivä yleensä kuusiteräinen kuorintalaite, jossa terät painetaan puuta vasten hydraulisesti. (Tynkkynen & Varis 2017, 73–80)

#### 4.1.2 Sahaus

Tukkienkuorinnan jälkeen tukit siirretään ketjukuljettimella varsinaiseen sahausprosessiin. Sahaus tapahtuu pohjoismaissa yleisimmällä sahaustavalla, nelisahauksella. Sahaukseen käytetään neljää vannesahayksikköä, joissa jokaisella on neljä vannesahaa. Vannesahojen lisäksi nelisahauksessa hyödynnetään pelkkahakkureita kahdella ensimmäisellä yksiköllä. Ensimmäisen yksikön pelkkahakkurit hakettavat tukin kahdelta sivulta ennalta määrätyn asetteen mukaisen määrän, jonka jälkeen tukista sahataan ensimmäiset sivulaudat (ks. kuvio 3). Ennen toiselle yksikölle saapumista, tukki käännetään kyljelleen 90 astetta. Toisella yksiköllä olevat pelkkahakkurit hakettavat tukin kaksi muuta sivua, niin että tukista tulee neliskanttinen (ks. kuvio 2), tässä vaiheessa tukkia kutsutaan pelkaksi. (Ropilo, Kauppinen & Varis 2017, 83–100)



Kuvio 2. Tukki 2. sahausyksikön jälkeen

Ennen sahaukseen menoa tukki pyöritetään parhaaseen mahdolliseen asentoon, jotta tukista saadaan hyödynnettyä sahatavaraksi mahdollisimman suuri osa. Tukin pyöritys tapahtuu pyöritystelojen sekä tukkimittarin avulla. Tukkimittari mittaa tukin profiilia lasereiden sekä konenäkökameroiden avulla joka suunnasta ja muodostaa puusta digitaalisen mallin tietokoneelle. Ohjelmisto määrittää mihin suuntaan ja kuinka paljon tukkia pitää pyörittää ja suorittaa sitten pyörityksen servo-ohjainten ohjaamilla pyöritysteloilla. Tukin pyörimistä seurataan myös reaaliajassa toisella Liskerin valmistamalla mittalaitteella, joka on sijoitettu linjan yläpuolelle juuri ennen pyöritysteloja.

#### 4.1.3 Dimensiolajittelu

Valkosen ja Variksen (2017) mukaan Dimensiolajittelulla tarkoitetaan sahaustuotteen lajittelua leveyden, paksuuden ja laadun mukaan. Ennen lokeroihin lajittelua laudat kulkevat lautamittarin läpi, joka mittaa laudan paksuuden, leveyden, oksaisuuden sekä vajaasärmän ja antaa sitten jokaiselle laudalle sitä vastaavan laatumäärittelyn. Vajaasärmäksi kutsutaan lauta-aihion osaa, jossa pinta muodostuu vielä tukin kuoritusta pinnasta (ks. kuvio 3). Mittauksen jälkeen lauta kulkee särmäyskoneen läpi, jossa laudan leveys haketetaan haketuskursoiksi kutsutuilla terillä laadun määrittämään arvoon. Lopuksi laudat kuljetetaan omiin lokeroihinsa laadun mukaan lajiteltuna. (Valkonen & Varis 2017, 119–126)



Kuvio 3. Särmättävä lauta-aiho

#### 4.1.4 Rimoitus

Rimoituksella tarkoitetaan sahatavaran pinoamista rimapaketteihin kuivausta varten. Sahatavara-kappaleet pinotaan paketiiksi niin, että jokaisen päällekkäin tulevan kappaleen välissä on rima, tällä varmistetaan, että ilma pääsee kiertämään kappaleiden välissä kuivausprosessin aikana. Jokaista yksittäistä kappalekerrosta kutsutaan varviksi. Rimoituslaitteistossa kuljettimelle annostellaan sopiva määrä kappaleita, josta ne siirretään ketjukuljettimella varustetulle hissille siirtovarsia hyödyntämällä. Jokaisen varvin jälkeen hissiä lasketaan kerroksen paksuuden verran alaspäin. Kun pakettiin on kasattu haluttu määrä kerroksia, hissi laskee paketin alas ja siirtää sen kuljettimella ulos trukin noudettavaksi. (Leppänen & Varis 2017, 127–129)

#### 4.1.5 Sivutuote

Sivutuotteella tarkoitetaan sahateollisuuden yhteydessä sitä osaa puusta, josta ei saada varsinaista sahatavaraa, tähän sisältyy esimerkiksi sahauksesta syntyvä puru sekä pelkkahakureiden tuotteena syntyvä hake. Haketta valmistetaan myös erillisillä hakkureilla, jotka hakettavat esimerkiksi huonolaatuiset ja muusta syystä hylkyyn menneet sahatavarakappaleet. (Leppänen & Varis 2017, 101–105) Hake hyödynnetään Kaukaan tehdasintegraatissa sellun tuotantoon, sahauksesta syntyvä puru sekä tukkien kuorinnan sivutuotteena syntyvä kuori hyödynnetään energiaksi.

Sivutuotelaitoksella on paljon erilaisia hihna-, ruuvi- ja tärykuljettimia, joilla haketta ja purua siirretään paikasta toiseen. Sellun valmistukseen hyödynnettävästä hakkeesta seulotaan liian suuret hakekappaleet sekä liian hienojakoinen puru pois yleisesti sahateollisuudessa käytetyllä tasoseulalla. Tasoseula on monitasoinen edestakaista liikettä tekevä laite, jonka metalliverkko ”lajittelee” erikoiset kappaleet omille tasoilleen, joilta ne sitten kuljetetaan eteenpäin kuljettimia hyödyntäen. (Ropilo, Kauppinen & Varis 2017, 103–104)

## 4.2 Profibus-kenttäväylä

Profibus on standardisoitu (IEC 61158) kenttäväyläprotokolla, joka on käytössä laajasti monilla eri teollisuuden aloilla erilaisissa automaatiojärjestelmissä. Käytetyin Profibusjärjestelmä on Profibus DP (Decentralized Peripherals), mutta nykypäivänä on myös käytössä Profibus PA (Process Automation). (PROFIBUS. N.d.)

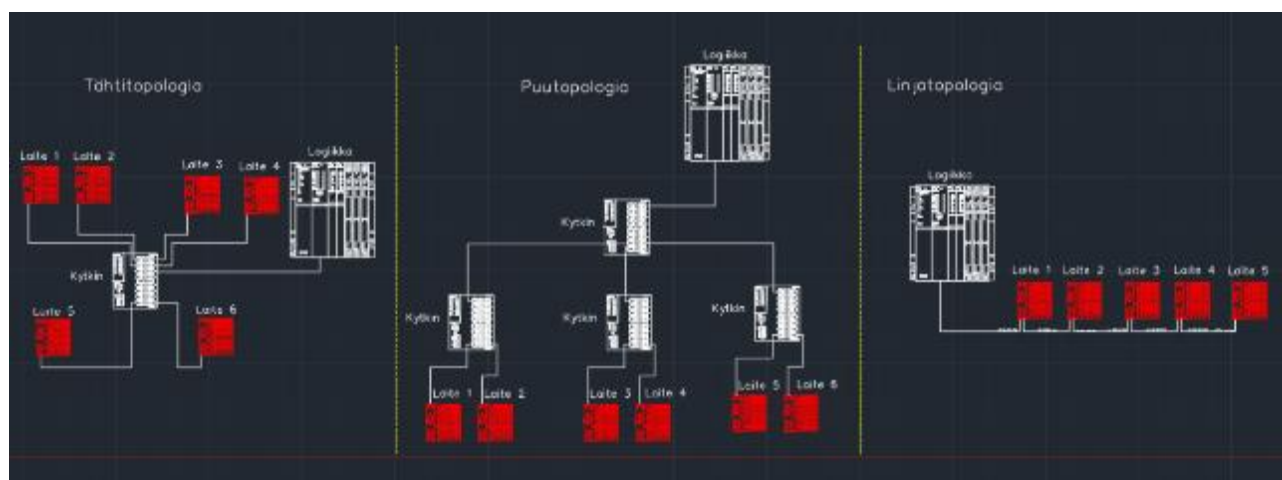
Profibus-väylää voidaan käyttää masterin (Esim. logiikka ks. luku 2.3) ja slave (Esim. taajuusmuuttaja tai hajautus yksikkö) välillä tai kahden masterin väliseen tiedonsiirtoon. (Consistent and application oriented. N.d.) ProfibusPA-väylää käytetään usein yhdessä ProfibusDP-väylän kanssa, jolloin väylä kokonaisuuden runko muodostuu ProfibusDP-väylästä, josta lähtee haaroja kenttälaitteille ProfibusPA-väylällä. Liitos eri Profibus väylien välillä tehdään DP/PA-couplerilla. (PROFIBUS PA. N.d.)

## 4.3 Profinet-kenttäväylä

Kaukaan sahalla automaatio on toteutettu pääsääntöisesti Profinet-väylää käyttäen. Profinet on Ethernetistä teollisuuden vaatimuksiin jatkokehitetty versio. Profinettiä voidaan Profibus-väylän tavoin käyttää esimerkiksi kahden logiikan välillä tai logiikan ja kenttälaitteen välillä. Kuten (PROFINET - the leading Industrial Ethernet Standard. N.d.) Artikkelissa korostetaan, vaikka Profinet-protokolla toimikin perinteisellä Ethernet-kaapelilla, käytetään Profinet-kommunikointiin yleensä erityisesti teollisuuden sovelluksiin kehitettyä kaapelia. Verrattuna normaaliin Ethernet-kaapeliin Profinet-kaapeli on kestävämpää ja tiedonsiirto nopeampaa. Profinet-kaapeli on suunniteltu kestämään teollisuuden haastavia olosuhteita, joten siinä on myös normaalia Ethernet-kaapelia parempi häiriönsuojaus. (PROFINET - the leading Industrial Ethernet Standard. N.d.) Myös Profinetillä saavutettava tiedonsiirtonopeus riippuu käytettävästä kaapelityypistä, esimerkiksi Cat-6 kaapelilla

saavutetaan 10Gb/s tiedonsiirtonopeus enintään 100 metrin kaapelipituuksilla. Jos taas käytetään Cat-5 kaapelia nopeus on samalla matkalla vain 100Mb/s. (PROFINET Infrastructure – Cat-5 Cable. N.d.)

Erilaisia Profinet-väylätopologioita on pääsääntöisesti kolme, tähtitopologia, puutopologia sekä linjatopologia. Kuten seuraavassa kuviossa on esitetty tähtitopologiassa (Kuvio 4 vasemmalla) logiikka sekä kaikki väylälaitteet kytketään yhteen yhdenkytkimen avulla. Puutopologiassa (Kuvio 4 keskellä) on useampia kytkimiä liitettynä yhteen, laitteet voidaan siten kytkeä väylään minkä tahansa kytkimen kautta. (PROFINET\_Design\_Guideline, 2022) Puutopologiaa on Kaukaan sahalla hyödynnetty esimerkiksi sahausyksiköillä. Linjatopologia (Kuvio 4 oikealla) ei tarvitse erillistä kytkintä, vaan jokaisessa laitteessa on sisäänrakennettu kytkin. Linjatopologiassa laitteet kytketään ketjuksi näiden sisäänrakennettujen kytkimien avulla. (PROFINET\_Design\_Guidelin, 2022) Kaukaan sahan väylätopologia on yhdistelmä kaikkia näitä topologiaratkaisuja, kuten järjestelmäkaavio liitteistä voidaan todeta.



Kuvio 4. Mallikuva eri väylätopologioista

Kaikille Profinet-laitteille annetaan logiikkaohjelmassa nimi, mutta laitteet saavat IP-osoitteet automaattisesti. Laitteita Profinetin välityksellä käytettäessä pitää joka laitteelle ladata ohjelmaprojektiin GSD- tiedosto (General Station Description). Laitteiden GSD- tiedoston pystyy yleensä lataamaan suoraan valmistajan tuotesivulta. GSD- tiedosto sisältää tarvittavia parametreja, asetuksia ja tietoja laitteesta. (PROFINET GSD File Basics. N.d)

### 4.3.1 ProfiSafe

Profisafe on Profinet-protokollan lisäosa, joka mahdollistaa turvatoimintojen toteutuksen Profinet-väylän välityksellä. Profinet-väylän tiedonsiirto on reaaliaikaista, joten sen nopeus riittää hyvin myös turvatoimintojen toteuttamiseen. (Bownie 2020) Profisafe-toiminnon hyödyntäminen vaatii oikeanlaiset väylälaitteet, esimerkiksi logiikoiden IO-korteiksi täytyy valita keltaisenväriset safety IO-kortit. Esimerkiksi tulokortin tuotenimessä on kirjainyhdistelmä F-DI (Digital fail-safe input module), joka osoittaa kortin olevan soveltuva turvaratkaisujen toteuttamiseen. (I/O modules. N.d.) ABB:n taajuusmuuttajilla taas käytetään turvatoimintojen toteutukseen FSPF-21 Profisafe-kortteja.

FSPS-21 (ks. kuvio 5) on ABB:n taajuusmuuttajille kehitetty väyläliikennekortti, jolla taajuusmuuttajalle saadaan lisättyä mahdollisuus Profinet-väylän kautta kommunikointiin. ABB:n FSPS-21 Profisafe-kortilla on myös riittävä IEC 61508 standardin mukainen turvaluokitus (SIL3) prosessin turvaratkaisuiden toteuttamiseen. (PROFIsafe safety functions module. N.d)



Kuvio 5. ABB ACS 880 Taajuusmuuttaja FSPS-21 Profisafe-kortilla

## 4.4 Valokuitu

Tässä osiossa esitellään valokuitua tiedonsiirto menetelmänä sekä valokuidun hyötyjä verrattuna perinteiseen kuparikaapeliin. Lopuksi tutustutaan muutamaankin esimerkkiin siitä, miten valokuitua on hyödynnetty opinnäytetyön toimeksiantajan sahalaitoksella.

Valokuitu on vaihtoehtoinen tiedonsiirtomenetelmä perinteiselle kuparikaapelilla toteutettavalle tiedonsiirrolle. Perinteisessä kuparikaapelissa tieto liikkuu sähköisinä signaaleina, jonka ongelma on pitkillä siirtomatkoilla muodostuu signaalin liiallinen heikkeneminen. Valokuitukaapelissa tieto kuitenkin liikkuu lasista valmistettujen kuitujen sisällä valon muodossa, joka mahdollistaa moninkertaisen tiedonsiirtomatkan kuparikaapeliin verrattuna. (Four Key Benefits of Fiber Optic Transmission., N.d). (What Is Optical Fiber Technology, And How Does It Work?, N.d) Artikkelin mukaan valokuitukaapelin yhden lasisen kuidun paksuus on noin vain ihmisen hiuksen paksuinen.

Valokuidut voidaan jakaa kahteen kategoriaan ”Simplex” ja ”Duplex”, simplex kaapelissa on vain yksi kuitulinja, jota voidaan käyttää samanaikaisesti vain tiedon lähettämiseen tai vastaanottamiseen. Duplex kaapelissa taas on oma kuitu lähetykselle sekä vastaanotolle. Toimiakseen valokuitu-tiedonsiirto tarvitsee kuitumuuntimen, jolla tieto muutetaan valoksi, samoin myös vastaanotto-puolella signaali muutetaan valosta haluttuun muotoon kuten esimerkiksi digitaalisignaalksi. (What Is Optical Fiber Technology, And How Does It Work?, N.d)

Kaukaan sahalla valokuitua on käytetty tiedonsiirtoon esimerkiksi kuorimo- sekä saharakennuksen välillä sekä kuorimolla kuorihuoneen ja sähkötilan välillä. Kuitukaapelina sahalla käytetään esimerkiksi Nestor Cables:n valmistamia FYOVD2PMU valokuitukaapeleita, joissa on 2–12 kappaletta kuituja. (FYOVD2PMU-maakaapeli. N.d.) Sen sijaan keskuksen sisäisiin kytkentöihin käytetään kak-sikuituisia kytkentäkaapeleita, joissa ei ole juurikaan mekaanista suojausta kuten edellä mainituissa. Esimerkkinä tästä on luvussa 4.12 Devicenet mainittu esikäsittelyn taajuusmuuttajien tiedonsiirto.

## 4.5 PLC

Kaukaan sahan automaatio on pääsääntöisesti toteutettu Siemensin, Beckhoffin ja Omronin valmistamien ohjelmoitavien logiikoiden (PLC, Programmable logic controller) avulla. Ohjelmoitavia logiikoita käytetään ohjaamaan lähtöjä logiikalle tehtävän loogisen ohjelman mukaan hyödyntäen prosessista tulojen kautta saatavia tietoja. Ohjelmoitavat logiikat koostuvat yleensä vähintään seuraavista komponenteista: tulomoduuli, lähtömoduuli, prosessori eli CPU (central processing unit), muisti, jännitelähde sekä ohjelmointilaite kuten esimerkiksi tietokone. (Gupta 2017)





Kuvio 6. Siemens Simatic S7 400 logiikka

Siemensin logiikoiden lisäksi automaation toteutukseen on käytetty myös lukuisia Beckhoffin valmistamia logiikoita, jotka toimivat pääsääntöisesti hajautusyksikköinä ja ovat Profinet-väylän välityksellä yhteydessä Siemensin logiikkaan, joka taas toimii masterina. Tulomoduulit keräävät tietoa erilaisilta prosessimittalaitteilta analogia- tai digitaalisignaaleina, esimerkiksi säiliön lämpötila PT-100 anturilta (Analogiatulo) tai rajakytkimeltä (Digitaalitulo). Lähtömoduulit taas ohjaavat kentällä olevia laitteita, esimerkiksi moottorin käynnistäminen tai LED-valon sytyttäminen. (Gupta 2017) Logiikoihin voidaan yleensä lisätä tulo- ja lähtömoduuleja joko suoraan CPU:n yhteyteen tai erillisen kenttäväylän välityksellä.

## 4.6 Verkkokytkin

Verkkokytkin tai pelkkä kytkin on verkkolaite, joka yhdistää verkon osia tai muita verkkolaitteita toisiinsa. Verkkokytkin siirtää tietoa laitteelta toiselle perustuen joko IP-osoitteisiin tai MAC osoitteisiin, mikäli kytkin siirtää tietoa IP-osoitteiden mukaan, toimii kytkin silloin OSI-mallin 3. kerroksella. Jos tietoa taas siirretään MAC-osoitteiden perusteella, toimii kytkin OSI-mallin 2. kerroksella. (What is a network switch? | Switch vs. router. N.d.) Lisätietoa OSI-mallista kappaleessa 4.7.

Sahan automaation Profinet-kenttäväylässä on käytetty pääsääntöisesti Siemensin valmistamia verkkokytkimiä SCALANCE XC216 (6GK5216-0BA00-2AC2. N.d.) sekä SCALANCE XC208 (6GK5208-0BA00-2AC2. N.d.). Molemmat edellä mainituista kytkimistä on suoraan keskuksen DIN-kiskoon asennettavia malleja. Käytetyillä Siemensin kytkimillä on mahdollista yhdistää mallin mukaan 8 tai



16 Profinet-väylän haaraa. Kytkimillä saavutetaan jopa 100Mbit/s tiedonsiirtonopeus, joten ne soveltuvat hyvin teollisuuden vaativiin sovelluskohteisiin. (6GK5216-0BA00-2AC2. N.d.)

## 4.7 Open Systems Interconnection (OSI)

OSI-malli on yksinkertainen tapa kuvata tietoverkossa liikkuvan datan rakennetta. OSI-malli koostuu seitsemästä kerroksesta: (1) physical layer, (2) Data link layer, (3) Network layer, (4) transport layer, (5) session layer, (6) Presentation layer sekä (7) Application layer. (Froehlich 2021)

## 4.8 WinCC

Prosessinhallintaan Kaukaan sahalla on käytetty WinCC-ohjelmistoa. WinCC on Siemensin kehittämä SCADA (Supervisory control and data acquisition Suomeksi valvonta, säätö ja tiedonkeruu) ohjelmisto. Se toimii käyttöliittymänä käyttäjän ja prosessiautomaation välillä. WinCC-ohjelmiston avulla prosessinvalvoja voi asettaa erilaisia prosessiparametreja ja asetuksia. Ohjelmisto antaa käyttäjälle myös tärkeitä mittaus- ja tilatietoja prosessin mittalaitteilta. Sahassa WinCC:llä on tehty selkeä kuva kaikista kuljettimista ja laitteista, joka mahdollistaa helpomman ja selkeämmän prosessinvalvonnan. WinCC-ohjelmiston vahvuutena onkin sen visuaalisuus sekä skaalautuvuus niin pieniin kuin isompiinkin laitteistoihin. (SIMATIC WinCC V7, 2021)

WinCC-ohjelmistolle on valvomossa oma Beckhoffin teollisuuden olosuhteisiin valmistama C6030-tietokone, mutta jokaisen sahausyksikön läheisyydessä on lisäksi myös Beckhoffin valmistama CP3921-näyttöpaneeli, joiden kautta WinCC ohjelmistoa voidaan käyttää prosessin ohjaamiseen ja valvomiseen läheltä tuotantolaitteistoa. WinCC:tä on sahan linjan lisäksi hyödynnetty myös kuorimon, dimensiolajittelun sekä sivutuotelaitteiston automaation ohjaukseen ja valvontaan.

CP3921-0010 on Beckhoffin kehittämä kosketusnäyttölinen ohjauspaneeli teollisuuden vaativiin olosuhteisiin. Paneelin etuna on kestävyys lisäksi sen käyttämä CP-Link4-tiedonsiirtoteknologia, joka vähentää kaapeloinnin tarvetta merkittävästi. CP-Link4 käyttää hyväkseen yhtä CAT 6a kaapelia, jonka kautta saadaan paneelille siirrettyä tietokoneelta niin USB, videosignaali kuin syöttöjännitekin. Näyttöjen jakaminen PC:ltä tapahtuu Beckhoffin valmistaman CU8815-laitteen avulla. CP-link4 tarvitsee toimiakseen myös CU8803-lähettimen, joka lähettää CP-link4-kaapelia pitkin DVI- ja

USB-signaalit sekä jännitteensyötön. (CP39xx-0010 | Multi-touch Control Panel with CP-Link 4. N.d)

## 4.9 Kunnossapitojärjestelmä

Kunnossapitojärjestelmä CCMS (computerized maintenance management system) on tietokanta, johon on tallennettu tietoa esimerkiksi työtilauksista, varaosista ja ennakkohuoltoaikatauluista. Kunnossapitojärjestelmään tallennetaan myös raportit huolto- ja kunnossapitotöistä. (What is a computerized maintenance management system (CMMS). N.d.)

Kaukaan sahalla on käytössä ALMA kunnossapitojärjestelmä. Opinnäytetyön kannalta on tärkeä osata käyttää kyseistä järjestelmää, sillä Kaukaan sahalla muun muassa sähkö- ja automaatiolaitteistojen dokumenttienhallinta on toteutettu kunnossapitojärjestelmän kautta.

## 4.10 Konenäkö

Tässä osassa käsitellään hieman konenäön teoriaa sekä konenäön sovelluskohteita sahateollisuudessa ja erityisesti toimeksiantajan tuotantolaitoksessa.

Teollisuudessa konenäöllä tarkoitetaan prosessia, jossa kameralla otettua kuvaa tai videota käsitellään ja/tai tulkitaan automaattisesti ja saatuja havaintoja sekä tuloksia käytetään tuotantoprosessin hallintaan. Kuvienkäsittely ja tulkinta voidaan tehdä esimerkiksi tietokoneen avulla. (WHAT IS MACHINE VISION. N.d)

Konenäkö on hyvin tärkeä osa sahauslaitoksen automaatiota, sen avulla voidaan esimerkiksi toteuttaa laadunvalvontaa sekä optimoida puunkäyttöä. (Kaarlo & Varis 2017) Sahateollisuudessa konenäöllä kuvataan usein kappaleen muotoa puunkäytönoptimoimiseksi. Esimerkiksi Kaukaan sahalla sahauksenoptimointiin käytetty Liskerin-tukkimittari ProfiScan-1GigE (Tukkimittari ProfiScan-1GigE. N.d.) sekä vajaasärmäisten lautojen mittaamiseen käytettävä INX Systems-nimisen yrityksen Optigrader-mittalaite hyödyntävät molemmat konenäkökameran ja viivalaserin yhdistelmää, jossa konenäkökameralla kuvataan viivalaserin tukin pintaan muodostamaa viivaa. (INX Systems Oy Optigrader huoltokäsikirja. 2004)

## 4.11 PROFINET Bus Coupler

Couplerilla tarkoitetaan laitetta, joka toimii rajapintana kahden verkon välillä. Molemmat verkot voivat olla joko saman tyyppisiä esimerkiksi PN/PN (Profinet/Profinet) tai erilaisia esimerkiksi Profinet/Profibus. PN/PN-coupleria voidaan käyttää esimerkiksi kahden automaatiolaitteiston osan logiikoiden väliseen tiedonsiirtoon. (PROFINET GATEWAYT & COUPLERIT. N.d.)

Kaukaan sahalla on käytössä Siemensin sekä Beckhoffin valmistamia couplereita. Esimerkiksi Siemensin PN/PN-coupleria käytetään sahalinjan Profinet-väylän ja kuorimon Profinet-väylän välillä kommunikointiin. Couplerilla voidaan tarkoittaa myös laitetta, joka yhdistää logiikan sisäisen väylän johonkin muuhun väylään kuten Profinet-väylään.

## 4.12 Devicenet

Devicenet on kenttäväylä, jota käytetään kenttälaitteiden ja logiikoiden väliseen tiedonsiirtoon. Devicenet perustuu OSI-protokollaan ja se hyödyntää CAN-väylää sen Data link layerillä, eli Devicenet-väylässä kulkeva varsinainen tietopaketti on CAN-väyläprotokollan kanssa samanlainen. Luvussa 4.7 on tarkasteltu OSI-mallin rakennetta. Devicenet-runkolinjan tiedonsiirtonopeuteen vaikuttaa kaapelityyppi sekä kaapelin pituus esimerkiksi ”thick round” kaapelityypillä saavutetaan alle 100 metrin matkoilla 500 Kb/s tiedonsiirtonopeus, mutta jos runkokaapelin pituus on yli 500 metriä, tippuu tiedonsiirtonopeus 125 Kb/s. Kommunikoidakseen Devicenet-väylän kautta, logiikka vaatii toimiakseen Devicenet-skannerin. Devicenet-skannerilla tarkoitetaan logiikkaan liitettävää korttia, joka kommunikoi Devicenet-laitteiden sekä logiikan välillä. (Dixon 2018)

Kaukaan sahalla Devicenet-väylä ratkaisua on käytetty ainoastaan lauta-aihioiden esikäsittelyssä. Esikäsittelyssä tiedonsiirto Omronin sysmac CS1G-logiikan ja ABB:n ACS600-taajuusmuuttajien välillä on toteutettu hyödyntäen Devicenet-väylää. Devicenet-skannerina järjestelmässä toimii Omronin valmistama DRM21-devicenet-moduuli. Tiedonsiirto ACS600-taajuusmuuttajaan ei onnistu suoraan, vaan apuna on käytetty ABB:n valmistamia NDNA-02 Devicenet-adapttereita, jotka siirtävät Devicenet-väylältä tulevan tiedon valokuitua pitkin taajuusmuuttajan NDCO-03-tietoliikenne kortille.

## 5 Toteutus

Opinnäytetyön varsinainen toteutus aloitettiin lähtötilanteen kartoittamisella sekä olemassa olevan automaatiidokumentaation etsimisellä. Dokumenttien etsiminen osoittautui paikoittain haastavaksi, sillä laitteistojen dokumentit eivät aina löytyneet kunnossapitojärjestelmästä vaan esimerkiksi vanhimpien laitteistojen dokumentit löytyivät ainoastaan yksittäisistä kansioista laitteistojen sähkötiloista.

Lähtötilanteen selvityksen sekä dokumenttien kokoamisen jälkeen aloitin selvittämään minkälaisiin dokumentteihin tai muihin tuotoksiin olisi paras keskittyä tavoitteiden saavuttamiseksi. Yhdessä toimeksiantajan edustajien kanssa keskustelemalla päädyimme siihen tulokseen, että järjestelmäkaavio sekä tarkempi laitelista olisi erittäin hyödyllinen toimeksiantajan asettamien tavoitteiden saavuttamiseen.

### 5.1 Järjestelmäkaaviot

Järjestelmäkaaviot tehtiin hyödyntäen AutoCAD-ohjelmistoa, sekä hyödyntäen olemassa olevista kuvista kopioituja laitteiden symboleita. Järjestelmäkaavioon kirjattaviksi tiedoiksi valittiin tärkeimpinä: Laitteen tarkka sijainti, IP-Osoitteet, kaapelitunnukset sekä laitteille annetut yksilöivät tunnuksat. Järjestelmäkaavioihin sisällytettiin esimerkiksi kaikki logiikat sekä niiden hajautusyksiköt, taajuusmuuttajat sekä couplerit. Tärkeimpänä asiana järjestelmäkaavioita tehdessä pidettiin mielessä se, että niistä tulisi näkyä selkeästi, miten tiedonsiirto eri prosessivaiheiden automaatiolaitteistojen välillä on toteutettu.

Järjestelmäkaavioiden tekeminen aloitettiin laitteistoista, joihin on jo tehty automaatiopäivitys, näistä laitteistoista löytyi kohtuullisen hyvät johdotuskaaviot Profinet-laitteista, joiden avulla järjestelmäkaavioiden tekeminen oli kohtuullisen helppoa. Rimoituksen dokumenttikansioista löytyi valmiit järjestelmäkaaviot, jotka todettiin olevan tarpeeksi hyvät, joten uusia kuvia ei rimoituksen osalta lähdetty tekemään. Rimoituksen järjestelmäkaaviot kuitenkin tarkastettiin ajantasaisuuden ja oikeellisuuden varmistamiseksi. Uudistetuista laitteistoista erityisesti kuorimon järjestelmäkaavio tekemisessä tuli ongelmia puuttuvien kaapelimerkintöjen takia, mutta kytkennät saatiin kuitenkin selvitettyä kaapeleita seuraamalla.

### 5.1.1 Kuorimon järjestelmäkaavio

Ensimmäisenä järjestelmäkaavioista lähdettiin kokoamaan kuorimon järjestelmäkaaviota. Automaatio kuorimolla on jo käynyt läpi automaatiouudistuksen, joten kuvan tekeminen oli kohtuullisen helppoa, vaikkakin olemassa olevien kuvien oikeellisuuden varmistamisessa tuli pieniä haasteita johtuen puuttuvista kaapelimerkinnöistä. Lopulta ainoana virheenä kuorimon alkuperäisistä väyläkuvista paljastui virheelliset dokumenttimerkinnät couplerien osalta, sillä Profinet-kaapelit oli kytketty todellisuudessa eri liittimiin, kun mitä kuvista oli havaittavissa. Muutokset päivitettiin uuden järjestelmäkaavion lisäksi myös vanhoihin kuviin.

Kuorimolla logiikkana toimii Siemensin valmistama Simatic S7-400-sarjan logiikka. Hajautusyksiköt on toteutettu osittain Beckhoffin ja osittain Siemensin Simatic ET200SP-hajautusyksiköillä. Turvallistaminen on toteutettu hyödyntäen turvahajautuksena toimivaa Siemens Simatic ET200Sp-logiikkaa sekä Profinet-kaapelin välityksellä toimivaa Profisafe-järjestelmää. Moottori ohjauksiin kuorimolla, kuten kaikissa muissakin uudistetuissa automaation osissa, on käytetty pääsääntöisesti ABB:n ACS880-taajuusmuuttajia.

Tietoja kuorimon automaatiojärjestelmästä kulkee sahalinjalle, tehdasverkkoon, sekä tietenkin WinCC-järjestelmään. Tiedonsiirto sahalinjalle on toteutettu kohtuullisen pitkän välimatkan takia valokuidun avulla. Valokuitumuuntimena järjestelmässä käytetään Siemensin valmistamaa Sca-lance XC206-2SFP teollisuuskäyttöön ja etenkin Profinetin kanssa käytettäväksi tarkoitettua verkkokytkintä. Tukkien kääntö on toteutettu Liskerin valmistamalla tukkimittarilla ja logiikka kommunikoi myös sen kanssa Profinetin välityksellä.

### 5.1.2 Sahan järjestelmäkaavio

Sahalinjan järjestelmäkaavioon tuli kaikista eniten laitteita, erityisesti suuren taajuusmuuttajamäärän takia, tästä syystä tulostettava versio on jaettu useampaan osaan. Sahalinjalla kuorimon lailla logiikkana toimii Siemensin Simatic S7-400-sarjan logiikka, mutta kuorimoon verrattuna hajautusyksikköinä turvalogiikoita lukuun ottamatta on käytetty enemmän Beckhoffin hajautusyksiköitä. Turvallistaminen on muiden uudistettujen automaatiolaitteistojen tapaan toteutettu käyttäen Siemensin ET200SP-turvahajautuksia sekä ABB:n FSPS-21 Profisafe-kortteja. Sahausyksiköiden

sahausasetteen säätäminen sekä tukin pyöritys on toteutettu Delta Computer Systems INC:n valmistamalla RMC150E Servo-ohjaimilla.

Sahalinjan ohjaukseen käytetään kahta eri tietokonetta. Toinen koneista on jo mainittu WinCC tietokone, jolla tuotantolaitteet kuten kuljettimet, hakkurit sekä vannesahat ohjataan päälle ja pois, WinCC:llä laitteita voidaan myös ajaa manuaaliohjauksella. Toinen tietokoneista on asete-PC, jolla määritetään asetetiedot sahausyksiköille kulloinkin sahattavana olevan tavaran ja halutun lopputuotteen mukaan. Vannesahat sekä pelkkahakkurit liikkuvat sivuttaissuunnassa asete-PC:ltä saatavan aseteohjeen mukaan. Sahalinjan asete-PC on tehdasverkon kautta yhteydessä myös tuotannonohjausjärjestelmään Tim WSS:ään sekä tuotannonseurantajärjestelmään Timnettiin. Asete-PC saa asetetiedot tuotannonohjausjärjestelmästä ja tiedot toteutuneista sahauksista lähetetään Timnettiin.

### **5.1.3 Esikäsittelyn järjestelmäkaavio**

Esikäsittelyn automaation toteutukseen on käytetty viittä eri tiedonsiirtomenetelmää: Profibus, Ethernet, Devicenet, sarjaliikenne sekä valokuitu. Sarjaliikennettä käytetään järjestelmässä ainoastaan yhteyden ohjelmointi-PC:n kanssa.

Profibus-väylää järjestelmässä on käytetty ainoastaan tiedonsiirtoon esikäsittelyn logiikan sekä särmä4-logiikan välillä. Profibus-väylän välityksellä siirretään tietoja kuten särmäkoneen käyntitieto ja särmämittaria edeltävän kuljettimen vapautuminen, johon laudat siirtyvät esikäsittelystä. Särmlaitteistojen logiikoilla ei myöskään ole omia käyttöliittymiä vaan tarvittavat tiedot siirretään esikäsittelyn logiikalle, jonka käyttöliittymässä on särmien ohjaamiseen oma välilehti. Käyttöliittymänä esikäsittelyssä toimii Omronin GXsupervisor-ohjelmisto.

Ethernetin välityksellä on toteutettu kommunikointi särmille 1, 2 ja 3. Myös valvomonäytöt toimivat Ethernetin välityksellä. Ethernet-verkkokytkiminä on käytetty Phoenix Contactin valmistamia kytkimiä. Esikäsittelyn logiikka on yhteydessä muihin laitteisiin Ethernetin välityksellä käyttäen ETN-21 Ethernet-kommunikointimoduulia.

Esikäsittelyssä tehdään myös lautojen esiraakitusta, joka on toteutettu Limab-raakitusmittareilla. Raakituksella tarkoitetaan käytännössä lajittelua, jossa linjastolta lajitellaan selkeästi huonot

kappaleet pois. Limab-raakitusmittareilla katsotaan esimerkiksi laudan vinoutta sekä paksuutta. Raakitusmittarit eivät ole logiikan kanssa yhteydessä millään kenttäväylällä, vaan tarvittavat tiedot siirretään logiikkaan IO:n välityksellä, sen lisäksi raakitusmittari ohjaa raakitusluukkuu suoraan ohjausreleen välityksellä. Kun raakitusmittari tekee raakituspäätöksen, se avaa raakitusluukun kuljettimella, josta hylkylaudat putoavat hakkuriin vievälle hihnakuljettimelle. Raakitus on myös mahdollista tehdä manuaalisesti painikkeella operaattorin toimesta.

#### **5.1.4 Dimensiolajittelun järjestelmäkaavio**

Dimensiolajittelun järjestelmä on jaettu kahteen osaan, lautadimensiolajittelu sekä sydändimensiolajittelu. Molempien automaatio on toteutettu samanlaisilla laitteilla, mutta lautadimensiolajittelun automaatio on hiukan monimutkaisempi johtuen erilaisista mittalaitteista.

Lautadimensiolajittelun logiikka on yhteydessä särmäysosaston mittalaitteisiin sekä ennen lokeristoa sijaitsevaan dimensiotarkastusmittariin. Yhteys särmäyslaitteiston optigrader-mittareille on toteutettu sarjaliikenteellä hyödyntäen Insele Oy:n valmistamia ISMO-A nimisiä lähettämiä ja vastaanottimia. ISMOA sarjaliikennelähettämiä ja -vastaanottimia ei enää valmisteta ja niistä ei löydyt juurikaan tietoa, joten niiden toiminta ja tarkoitus jäi itsellenikin hiukan epäselväksi.

Kommunikointi dimensiontarkastusmittarille on taas toteutettu tehdasverkon välityksellä. Lautadimensionlogiikka sekä dimensiontarkastusmittari ovat kumpikin yhteydessä dimensiolajittelun automaatiotilassa sijaitsevaan R48-tietoliikennekaappiin. Kunnossapitoasentajien mukaan dimensiontarkastusmittarin mittatiedoilla ei kuitenkaan tehdä automaatiossa laadutuspäätöksiä, vaan mittarin tietoja käytetään manuaaliseen seurantaan sekä särmien INX-mittareiden mittaustulosten oikeellisuuden valvontaan.

#### **5.1.5 Sivutuotteen järjestelmäkaavio**

Sivutuote on saharakennuksessa jaettu kahteen osaan, joista toinen osa on päivitetty nykypäivän vaatimukseen Siemensin logiikoilla sekä WinCC-prosessinvalvontajärjestelmällä. Toinen osa on toteutettu vanhalla Omronin valmistamalla Sysmac CS1G-logiikalla. Tiedonsiirto näiden kahden välillä on toteutettu yksinkertaisesti digitaalituloja sekä lähtöjä hyödyntämällä. Tällaista kommunikointitapaa kahdenlogiikan välillä kutsutaan myös ”IO kättelyksi”, käytännössä tämä tarkoittaa

sitä, että sivutuote 1 hajautusyksikön lähdöt on kytketty suoraan sivutuote 2 hajautusyksikön tuloihin ja päinvastoin.

Sivutuotteen logiikka kommunikoi tietenkin myös sahalinjan logiikan kanssa, sillä useille laitteille on logiikkaohjelmassa asetettu käynnistysehto. Käynnistysehtona jollekin sahalinjan kuljettimelle voisi olla esimerkiksi se, että jokin sivutuotteen kuljetin sekä hakkuri pitää olla käynnissä ennen kuin sahalinjan kuljetin voi käynnistyä.

## 5.2 Laitelistat

Laitelistojen kokoaminen tehtiin osittain järjestelmäkaavioiden perusteella, mutta laitteiden kokoonpano tarkastettiin paikan päällä. Laitelistoihin merkattaviksi tiedoiksi valittiin jo opinnäytetyön alkuvaiheessa laitteiden sijainnit, IO-tiedot, IP-osoitteet sekä kaapelimerkinnot ja laitevalmistajien tuotetunnukset. Listaan tehtiin myös sarake, johon kerättiin kaikille laitteille linkki valmistajan tuotesivulle, jotta lisätietojen hakeminen olisi mahdollisimman helppoa.

Laitelistoista tehtiin Excel-sovelluksen avulla myös pivot-taulukko, johon ohjelma kerää kaikki laitteet sekä niiden määrän valmistajan mukaan lajiteltuna. Myöhemmin tähän taulukkoon päätettiin myös lisätä sarake laitteiden saatavuudelle, jonka tarkoituksena on, että listasta näkisi helposti mitä laitteita ei enää valmisteta. Saatavuus sarakkeen tarkoituksena on myös helpottaa lähitulevaisuudessa toteutettavaa varastoitavien varaosien kriittisyysluokitteluprojektia.

Laitelistojen kokoaminen vei yllättävän paljon aikaa suuren tietomäärän takia, vaikka suurempia ongelmia ei tullutkaan. Laitelistojen ”saatavuus sarakkeen” tiedot täytettiin pääsääntöisesti valmistajien verkkosivuilta saatujen tietojen perusteella. Sarakkeisiin tehtiin värikoodit: Hyvä (Vihreä), Huono (Keltainen) ja Ei saatavilla (Punainen), Lisäksi sarakkeisiin kirjoitettiin lisähuomioita laitekohtaisesti. Esimerkiksi jos kyseistä laitetta ei enää valmisteta, mutta varastosaldo on hyvä, merkattiin kohta punaisella sekä lisättiin kommentti ”Varastossa”.

## 6 Tulokset ja pohdinta

Tuloksena opinnäytetyöstä syntyi 11 järjestelmäkaaviota sekä 13 laitelistaa. Tavoitteiden saavuttamista ei pystytty kunnolla testaamaan, sillä tuotosten hyödyllisyys uudistusprojekteissa nähdään



vasta seuraavassa automaatiouudistusprojektissa. Toimeksiantajan palautteen mukaan tuotokset kuitenkin vaikuttavat hyödyllisiltä opinnäytetyöprojektin alussa asetettujen tavoitteiden suhteen. Myös kunnossapito henkilöstön palautteesta voidaan päätellä, että erityisesti järjestelmäkaavoista on hyötyä tulevaisuudessa väyläautomaation vikatilanteissa. Suurin osa saharakennuksessa sijaitsevista ja siten myös työhön sisältyvistä automaatiolaitteista on kohtuullisen uusia ja hyvin saatavissa toimittajilta, joten saatava hyöty tulevaan varaosien kriittisyysluokitteluun on mielestäni pienekkö, joskin laitelistoihin kerätyt laitetiedot kuitenkin helpottavat kriittisyysluokittelun tekemistä, sillä yksi työvaihe on jo tehty.

Tärkeimpinä asioina opinnäytetyössä selvitetyn tiedon perusteella tulevia automaatiouudistusprojekteja suunnitellessa tulisi ottaa huomioon etenkin lauta-aihioiden esikäsittelyn sekä sivutuote 2-automaatiikan ikä sekä varaosasaatavuus. Esikäsittelyssä sekä sivutuote 2-automaatiossa käytössä oleva Omronin CS1G-logiikoiden varaosasaatavuus on jo tälläkin hetkellä huono, ja saatavuus tulee todennäköisesti vain huononemaan. Edellisten automaatiouudistusprojektien purkuosista on kuitenkin jäänyt varastoon suurehko määrä varaosia. Mielestäni näiden varaosien inventaario sekä varastossa olevien varaosien vertailu opinnäytetyössä tuotettuun laitelistaan olisi hyvä tehdä. Inventaarion avulla olisi helpompi varautua tulevaisuuden automaatio-ongelmiin sekä varaosien saatavuusongelmiin.

Jos automaatiokokonaisuuksia pitäisi lähteä jakamaan pienempiin uudistusprojekteihin, mielestäni ainoa osuus, jonka päivittäminen omana kokonaisuutenaan olisi järkevä ja mahdollista, olisi sivutuote 2-automaatio. Sivutuote 2-automaatio on kokoonpanoltaan kohtuullisen yksinkertainen ja suurin osa sen automaatiolla toteutetuista toiminnoista on jo siirretty sivutuote 1-automaation taakse. Uudistuksesta saatava hyöty olisi kuitenkin mielestäni pienekkö sillä kunnossapitoasentajien mukaan suuria ongelmia ei kyseisen automaation kanssa ole ollut.

Varaosasaatavuuden kannalta myös esimerkiksi särmä 4-automaation toteutukseen käytettyä Siemens S7-300-logiikka sarjaa ei enää valmisteta, laitteita on kuitenkin vielä hyvin saatavilla vuoteen 2033 asti. Myös Esikäsittelyssä käytössä olevien ABB ACS600-sarjan taajuusmuuttajien valmistus on jo lopetettu. Omana kehitysehdotukseni on, että taajuusmuuttajat vaihdettaisiin pikimmiten uudempiin malleihin kuten ABB ACS880. Taajuusmuuttajien vaihtaminen uudempiin luo kuitenkin

uuden ongelman, sillä esikäsitteilyn vanhaan Sysmac CS1G-logiikkaan voi olla hankala löytää uusia laajennusmoduuleja esimerkiksi Profinetille.

Hankalaksi laitteistojen jakamisen pienempiin kokonaisuuksiin tekee erityisesti se, että särmäyslaitteiston, esikäsitteilyn sekä lautadimension automaatiolaitteistot keskustelevat kaikki keskenään ja mikäli laitteistoja uudistetaan, pitäisi myös muihin tehdä muutoksia vähintäänkin tiedonsiirto- ratkaisujen osalta. Tiedonsiirron päivittämisessä taas voi tulla ongelmaksi vanhanaikaisten laitteis- tojen liittäminen moderneihin väyläratkaisuihin.

Omasta mielestäni opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin hyvin, vaikka tavoitteiden saavuttami- selle ei varsinaista testausta saatukaan toteutettua. Mielestäni opinnäytetyössä kehitetty laitelis- tapohja on toimiva ja sitä voisi hyödyntää laitelistöjen tekemiseen myös muissa automaatiokoko- naisuuksissa. Järjestelmäkaaviot onnistuivat mielestäni hyvin ja tavoitteet niiden osalta saavutettiin hyvin. Opinnäytetyössä tehtyä automaatiokartoitusta olisi hyvä jatkaa esimerkiksi ta- saamon, paketoinnin ja tukkilajittelun osalta, sillä myöskään näiden osalta ei automaatiopäivitystä ole vielä tehty.

## Lähteet

Bownie, M.2020. The difference between profinet and profisafe. Viitattu 19.9.2023 <https://us.profinet.com/the-difference-between-profinet-and-profisafe/>

Consistent and application oriented. N.d. Viitattu 15.4.2023. <https://www.profibus.com/technology/profibus/overview>

CP39xx-0010 | Multi-touch Control Panel with CP-Link 4. N.d esite Beckhoffin sivustolla. Viitattu 19.9.2023. <https://www.beckhoff.com/en-en/products/ipc/control-panels/cp29xx-cp39xx-multi-touch-control-panels/cp39xx-0010.html>

DeviceNet Units Operation manual. 2008. Viitattu 11.11.2023. [https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v2/w380\\_cs1\\_cj1\\_devicenet\\_units\\_operation\\_manual\\_en.pdf](https://assets.omron.eu/downloads/manual/en/v2/w380_cs1_cj1_devicenet_units_operation_manual_en.pdf)

Dixon, M. 2018. What is DeviceNet? Viitattu 11.11.2023. <https://www.realpars.com/blog-post/devicenet>

Four Key Benefits of Fiber Optic Transmission., N.d, Viitattu 21.11.2023 <https://www.aten.com/global/en/resources/feature-articles/4-key-benefits-fiber-optic-transmission/>

Froehlich, A. 2021. OSI model (Open Systems Interconnection). Viitattu 5.12.2023. <https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/OSI>

FYOVD2PMU-maakaapeli. N.d. Viitattu 26.11.2023 <https://www.nestorcables.fi/tuotteet/valokuitukaapelit/maakaapelit/fyovd2pmu-maakaapeli.html>

Gupta, A. K., Arora, S. K., & Westcott, J. R. 2017. *Industrial automation and robotics*. Mercury Learning and Information. Viitattu 16.4.2023 <https://janet.finna.fi>, Knovel.

I/O modules. N.d. Viitattu 11.12.2023 <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10147548>

INX Systems Oy Optigrader huoltokäsikirja. 2004. Viitattu 27.11.2023

Konenäkö soveltuu monenlaisiin mittauksiin ja tarkastuksiin. N.d. Viitattu 26.11.2023 [https://www.visitronic.fi/?gclid=EAlaIQobChMI2rOmgcfUggMV7YdoCROuzA0oE-AAYAyAAEgJdRfD\\_BwEkö](https://www.visitronic.fi/?gclid=EAlaIQobChMI2rOmgcfUggMV7YdoCROuzA0oE-AAYAyAAEgJdRfD_BwEkö)

PROFIBUS PA. N.d. Viitattu 15.4.2023 <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10398106?tree=CatalogTree>

PROFIBUS. N.d. Viitattu 15.4.2023. <https://www.profibus.com/technology/profibus>

PROFINET - the leading Industrial Ethernet Standard. N.d. Viitattu 15.4.2023. <https://www.profibus.com/technology/profinet/overview>

PROFINET GATEWAYT & COUPLERIT. N.d. Viitattu 12.12.2023 <https://www.oem.fi/tuotteet/logiikat-ja-kaytot/teollisuusvayla-ja-verkot/profinet-771602/profinet-gatewayt---couplerit-728719>

PROFINET GSD File Basics. N.d. Viitattu 19.9.2023 <https://profinetuniversity.com/profinet-basics/profinet-gsd-file-basics/>

PROFINET Infrastructure – Cat-5 Cable. N.d. Viitattu 22.11.2023 [PROFINET Infrastructure – Cat-5 Cable - PROFINET University](#)

PROFINET\_Design\_Guideline. 21.9.2022, 53–58. Viitattu 20.11.2023 <https://www.profinet.com/download/profinet-installation-guidelines>

PROFIsafe safety functions module. N.d Artikkelin ABB:n sivustolla. Viitattu 19.9.2023. <https://new.abb.com/drives/connectivity/profisafe-safety-function-module-fsps-21>

SIMATIC WinCC V7. 2021. Viitattu 19.9.2023 <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:eac06c86-f121-48f8-874f-30355aa6b111/difa-i10159-00-7600-simatic-winncc-v7.pdf>

Tukin pyörityksen reaaliaikainen hallinta Profi-TC, N.d, Viitattu 11.11.2023. [Sahan mittarit ja optimoinnit \(lisker.fi\)](#)

Tukkimittari ProfiScan-1GigE. N.d. Viitattu 26.11.2023 <https://www.lisker.fi/>

Tynkkynen, T., Ropilo, J., Kauppinen, T., Valkonen, J., Leppänen, T. & Varis, R. 2017. *Sahateollisuus*. Kirjakaari, 65–105, 119–129, 161–176, 187.

UPM Kaukaan saha. N.d. Viitattu 18.12.2023 <https://www.upmtimber.com/fi/tietoa-meista/tuotantolaitokset/upm-kaukaan-saha/>

What is a computerized maintenance management system (CMMS)? N.d. Viitattu 15.4.2023 <https://www.ibm.com/topics/what-is-a-cmms>

What is a network switch? | Switch vs. router. N.d. Viitattu 16.4.2023 <https://www.cloudflare.com/learning/network-layer/what-is-a-network-switch/>

WHAT IS MACHINE VISION. N.d Artikkelin Cognesin sivustolla. Viitattu 20.9.2023 <https://www.cognex.com/what-is/machine-vision/what-is-machine-vision>

What Is Optical Fiber Technology, And How Does It Work?, N.d, Viitattu 21.11.2023 <https://www.nai-group.com/optical-fiber-technology-how-it-works/>

6GK5208-0BA00-2AC2. N.d. Viitattu 12.12.2023 <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6GK5208-0BA00-2AC2>

6GK5216-0BA00-2AC2. N.d. Viitattu 12.12.2023 <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6GK5216-0BA00-2AC2>

## Liitteet