

LEVYVALSSAAMON S7-LOGIIKKAJÄRJESTELMIEN YLLÄPITO- SELVITYS

Jani Pajala
Opinnäytetyö AMK
Kevät 2025
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähkötekniikka

Tekijä: Jani Pajala

Opinnäytetyön otsikko: Levyvalssaamon S7-logiikkajärjestelmien ylläpitoselvitys

Työn ohjaajat: Marko Kukkola (OAMK), Tero Nurkkala (SSAB)

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2025

Sivumäärä: 33

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi SSAB Europe Oy:n Raahen tehdas. Työn tavoitteena oli laatia Siemens Simatic S7 -logiikkajärjestelmien ylläpitoselvitys Raahen tehtaan levyvalssaamon sähkökunnossapidon tarpeisiin. Työ rajattiin koskemaan levyvalssaamon ja esikäsitteilylaitoksen vanhempia S7-logiikkajärjestelmiä.

Opinnäytetyössä perehdyttiin SSAB:n yritystoimintaan ja tarkemmin Raahen tehtaan tuotantoprosesseihin, erityisesti levyvalssaamon ja esikäsitteilylaitoksen toimintaan. Lisäksi käsiteltiin ohjelmoitavien logiikoiden perusteita, hajautettuja ohjausjärjestelmiä sekä logiikkajärjestelmien väylätekniikkaa. Työssä tutkittiin Siemens Simatic -tuoteperheen komponentteja, jotka muodostavat keskeisen osan tutkittavia logiikkajärjestelmiä.

Työn keskeisenä tavoitteena oli kartoittaa levyvalssaamon S7-logiikkajärjestelmien nykytila. Tämä sisälsi käytössä olevien logiikkakorttien ja muiden pääkomponenttien selvittämisen. Kartoituksen tuloksena koottiin yksityiskohtainen Excel-taulukko, joka sisältää tiedot S7-logiikkajärjestelmistä ja niiden keskeisistä osista. Tämä taulukko tarjoaa tärkeän työkalun kunnossapidon tueksi.

Kartoituksen avulla saatiin kokonaiskuva levyvalssaamon S7-logiikkajärjestelmien nykytilasta ja niiden keskeisistä osista. Työssä kiinnitettiin erityistä huomiota järjestelmien huollettavuuteen, varaosien saatavuuteen ja mahdollisiin kehitystarpeisiin. Lisäksi pohdittiin logiikkajärjestelmien elinkaaren hallintaa, jotta järjestelmien käyttövarmuus ja ylläpito voidaan varmistaa myös tulevaisuudessa.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Program in Electrical and Automation Engineering
Option of Electrical Engineering

Author: Jani Pajala

Title of thesis: Plate rolling mills S7 systems maintenance report

Supervisors: Marko Kukkola (OAMK), Tero Nurkkala (SSAB)

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2025

Number of pages: 33

This thesis, commissioned by SSAB Europe Oy's Raahе plant, assessed the maintenance needs of Siemens Simatic S7 PLC systems focusing on older versions located in the plate rolling mill and preprocessing plant.

The study examined SSAB's operations, Siemens Simatic components, basics of PLC and distributed control systems. The main goal was to map the current state of the S7 systems, identifying key components and compiling the data into a detailed Excel sheet for maintenance support.

The assessment provided insights that helped to construct an overall picture of the plate rolling mills S7 systems current state. The assessment focused on system maintainability, spare part availability, and lifecycle management to ensure long-term reliability.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT.....	3
SISÄLLYS.....	4
1 JOHDANTO	5
2 SSAB.....	6
2.1 Raahen tehdas.....	7
2.2 Levyvalssaamo ja EKT	9
3 OHJELMOITAVA LOGIIKKA.....	14
3.1 Ohjelmoitavan logiikan rakenne	14
3.2 Hajautettu ohjausjärjestelmä	15
3.3 Profinet (Process Field Network).....	18
3.4 Profibus (Process Field Bus).....	19
4 SIEMENS SIMATIC – OHJELMOITAVAT LOGIIKAT	21
4.1 S7-300.....	21
4.2 S7-400.....	23
4.3 S7-1200.....	25
4.4 S7-1500.....	26
4.5 Logo!.....	27
5 LEVYVALSSAAMON YLLÄPITOSELVITYS	28
5.1 Toimintasuunnitelma.....	28
5.2 Ylläpitoselvitys.....	29
5.3 Lopputulos.....	30
6 YHTEENVETO	31
LÄHTEET	32

1 JOHDANTO

SSAB Europe Oy:n Raahen tehdas on merkittävä terästeollisuuden toimija, jonka tuotantoprosessit edellyttävät luotettavia ja tehokkaita ohjausjärjestelmiä. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa Siemens Simatic S7 -logiikkajärjestelmien ylläpitoselvitys Raahen tehtaassa levyvalssaamon sähkökunnossapidon käyttöön. Työ rajataan koskemaan levyvalssaamon ja esikäsitteilylaitoksen vanhempi S7-logiikkajärjestelmiä.

Työn lähtökohtana on kartoittaa levyvalssaamoon S7-logiikkajärjestelmien nykytila sekä selvittää käytössä olevat logiikkakortit ja muut pääkomponentit. Tavoitteena on luoda yksityiskohtainen Excel-tilasto, joka tarjoaa kattavat tiedot logiikkajärjestelmistä kunnossapidon tueksi.

Opinnäytetyössä tutustutaan SSAB:n yritystoimintaan ja tarkemmin Raahen tehdas tuotantoprosesseihin, erityisesti levyvalssaamon ja esikäsitteilylaitoksen toimintaan. Lisäksi käsitellään ohjelmoitavien logiikoiden perusteita, hajautettuja ohjausjärjestelmiä sekä logiikkajärjestelmien väylätekniikkaa. Työssä tutkitaan Siemens Simatic -tuoteperheen komponentteja, jotka muodostavat keskeisen osan tutkittavia logiikkajärjestelmiä.

Opinnäytetyön tavoitteena on vastata kunnossapidon tarpeisiin tarjoamalla selkeä ja käytännönläheinen ratkaisu logiikkajärjestelmien hallintaan ja ylläpitoon. Työ toimii samalla pohjana järjestelmien tuleville kehitystoimille ja elinkaaren hallinnan suunnittelulle.

2 SSAB

SSAB on maailmanlaajuisesti toimiva teräsyhtiö, joka on johtava erikoislujien terästen ja niihin liittyvien palveluiden toimittaja. SSAB:n historia ulottuu aina 1800-luvun lopulle Ruotsiin, minkä jälkeen siitä on tullut eri vaiheiden jälkeen maailmanlaajuisesti toimiva yhtiö. SSAB:n visiona on entistä vahvempi, kevyempi ja kestävämpi maailma. SSAB:n tavoitteena on tuoda fossiilivapaa teräs markkinoille maailman ensimmäisenä teräsyhtiönä vuonna 2026 ja päästä suurelta osin eroon oman toiminnan hiilidioksidipäästöistä noin vuoteen 2030 mennessä. (1.)

SSAB:llä on vahva globaali läsnäolo maailmalla. Työntekijöitä on yli 50 maassa. Päätuotantolaitoksia SSAB:llä on kolmessa maassa: Ruotsissa, Suomessa sekä Yhdysvalloissa. Näiden terästuontakapasiteetti on noin 8,8 miljoonaa tonnia vuodessa. (1.)

Nykyinen SSAB:n toimitusjohtaja Martin Lindqvist jatkaa tehtävässään 27. lokakuuta 2024 saakka, jonka jälkeen yhtiön uutena toimitusjohtajana aloittaa Johnny Sjöström. Johnny Sjöström on aiemmin toiminut SSAB Special Steels -divisioonan johtajana, ja hänellä on laaja kokemus teräsalalta. Hänen nimityksensä toimitusjohtajaksi on osa SSAB:n strategista suunnitelmaa vahvistaa yhtiön asemaa kestäväen kehityksen edelläkävijänä terästeollisuudessa. (2.)

SSAB on jaettu viiteen eri liiketoimintasegmenttiin eli kolmeen divisioonaan, jotka ovat nimeltään SSAB Special Steels, SSAB Europe ja SSAB Americas, sekä kahteen kokonaan omistettuun tytäryhtiöön: Tibnor ja Ruukki Construction.

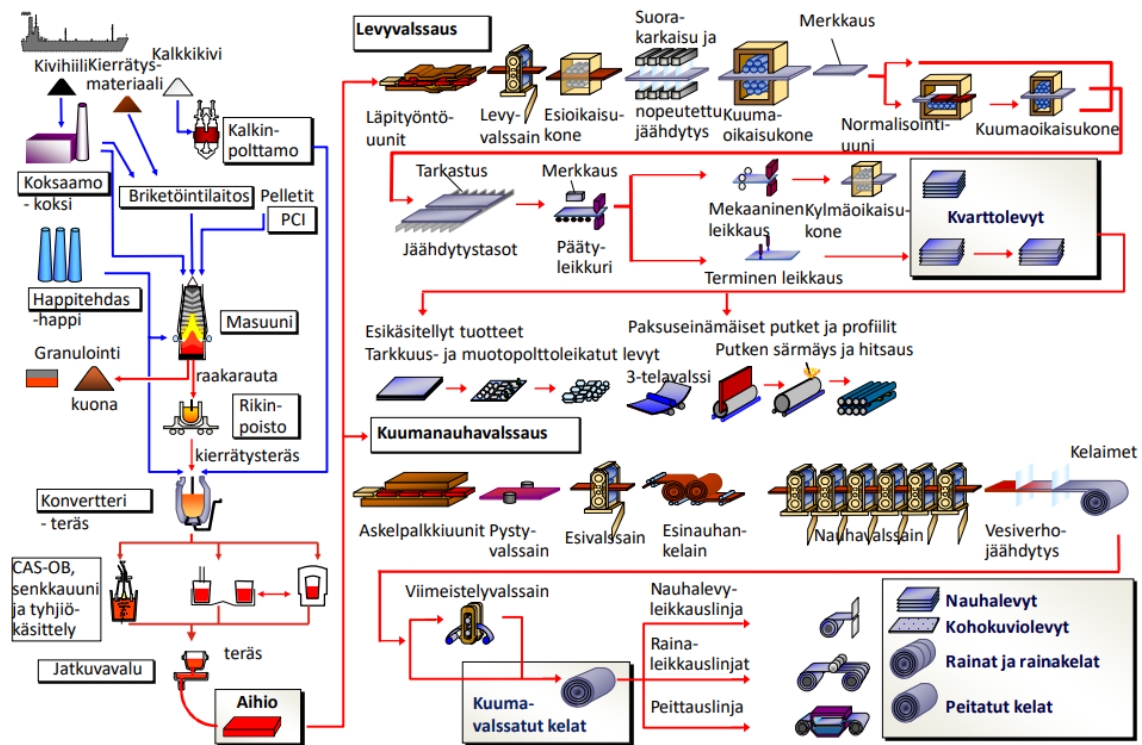
SSAB Special Steels vastaa kaikkien SSAB:n nuorrutusterästen (Quenched & Tempered, Q&T) ja erikoislujien terästen (Advanced High-Strength Steels, AHSS) maailmanlaajuisesta myynnistä sekä teräs- ja levytuotannosta Oxelösundissa ja Mobilessa. SSAB Europe vastaa nauha-, kvarttolevy- ja putkituotteiden myynnistä Euroopassa, globaalista liiketoiminnasta autoteollisuuden asiakassegmentissä (AHSS) sekä teräs- ja levytuotannosta Raahessa ja Hämeenlinnassa sekä Luulajassa ja Borlängessä. SSAB Americas vastaa kvarttolevyjen myynnistä Pohjois-Amerikassa sekä teräs- ja levytuotannosta Montpelierissä. Tibnor on konsernin täyden valikoiman teräs- ja metallijakelija Pohjoismaissa ja

Baltiassa. Tibnor ostaa ja myy sekä SSAB:n että muiden toimittajien valmistamia materiaaleja. Ruukki Construction tuottaa ja myy energiatehokkaita rakennusratkaisuja keskittyen Pohjois- ja Itä-Eurooppaan. (1.)

2.1 Raahen tehdas

Raahen tehdas on SSAB:n suurin tuotantolaitos, joka työllistää alueella noin 2500 SSAB:n omaa työntekijää sekä satoja urakoitsijoiden ja yhteistyökumppaneiden edustajia. Raahen tehtaalla valmistetaan ns. standardi-, premium- ja erikoisteräksiä. Päätuotteita ovat kuumavalssatut levyt ja kelatuotteet. Raahen tehdas käynnisti toimintansa 1960-luvun alkupuolella entisen Rautaruukin alaisuudessa ja siirtyi vuonna 2014 SSAB:lle silloisen yrityskaupan seurauksena. Tehdas on kooltaan noin 500 hehtaarin suuruinen alue, joka sisältää tehtaita tehtaansisällä. Tehtaan alueeseen sisältyy mm. kymmeniä kilometrejä autotietä ja junaraiteita. Tehdasalue sijaitsee meren rannalla Raahen keskustasta noin 5 kilometriä etelään. (3; 4.)

Raahen tehtaalla on kaksi masuunia, joissa valmistetaan raakarautaa, joka jatkojalostetaan teräkseksi terässulatolla. Sulasta teräksestä tehdään teräsaihoita, jotka toimitetaan kuumavalssaamolle. Kuumavalssaamalla teräsaihiot valssataan valmiiksi tuotteiksi maailmalle. Tehdasalueella on myös koksamo, voimalaitos, oma satama ja yksi Suomen suurimmista laboratoriokokonaisuuksista. (Kuva 1.) (3; 4.)



KUVA 1. SSAB Raahen terästehtaan prosessikaavio (5)

SSAB:n pyrkimys on uudistaa perusteellisesti pohjoismaisen ohutlevytuotantonsa vastatakseen fossiilivapaan teräksen kasvavaan kysyntään. Nykyinen tuotantojärjestelmä korvataan minimill-pohjaisella tuotannolla. Raahen tehtaalla muutoksen tekninen suunnittelu alkoi vuonna 2020, ja tavoitteena on vähentää merkittävästi yhtiön tuotannon hiilidioksidipäästöjä vuoteen 2030 mennessä. (6.)

SSAB Raahen tehdasalue on sisäministeriön asetuksen (1104/2013) mukaisen liikkumis- ja oleskelurajoituksen piirissä. Raahen tehtaalla liikkumiseen vaaditaan aina vierailulupa. (Kuva 2.) (4.)



KUVA 2. SSAB Raahen terästehdas (4)

2.2 Levyvalssaamo ja EKT

Tässä luvussa käsitellään levyvalssaamon ja esikäsittelylaitoksen toimintaa. SSAB Raahen terästehtaalla valmistetaan teräslevyjä ja -nauhaa sekä omista tuotannossa valmistetuista että ostetuista aihioista. Valmiit tuotteet toimitetaan jatkojalostukseen tai suoraan asiakkaille. (Kuva 3.) (8.)

Levyvalssaamon tuotantolinja on jaettu niin sanottuihin kuumaan ja kylmään päähän. Kuumassa päässä työskennellään hehkutetun teräksen kanssa ja kylmässä päässä jo jäädytetyn teräksen kanssa. Levyvalssaamon tuotantoprosessi alkaa aihiohallista, minne varastoidaan terässulatolta saapuneet ahiot. (7.)

Aihiohallsissa terästuotantoyksikkö valmistelee ahiot levyvalssaimelle valssattavaksi. Prosessi sisältää aihoiden kunnostuksen ja tarkan leikkaamisen suunniteltuun valssauskokoon, jotta ne täyttävät valssaamon vaatimukset. Tavoitteena on varmistaa, että valssaamolle saapuneet ahiot ovat sekä mitoiltaan että laadultaan optimaalisia. Tämä takaa tehokkaan ja laadukkaan tuotantoprosessin. (8.)

Valmiit ahiot kulkevat panostusrullarataa pitkin harjakoneen läpi työntimille, jotka panostavat ahiot kahteen koksikaasulla toimivaan läpityöntöuuniin. Läpityöntöuuneissa ahiot lämmitetään haluttuun valssauslämpötilaan. Kun ahiot ovat saavuttaneet oikean lämpötilansa, niin purkauslaitteet siirtävät ahiot

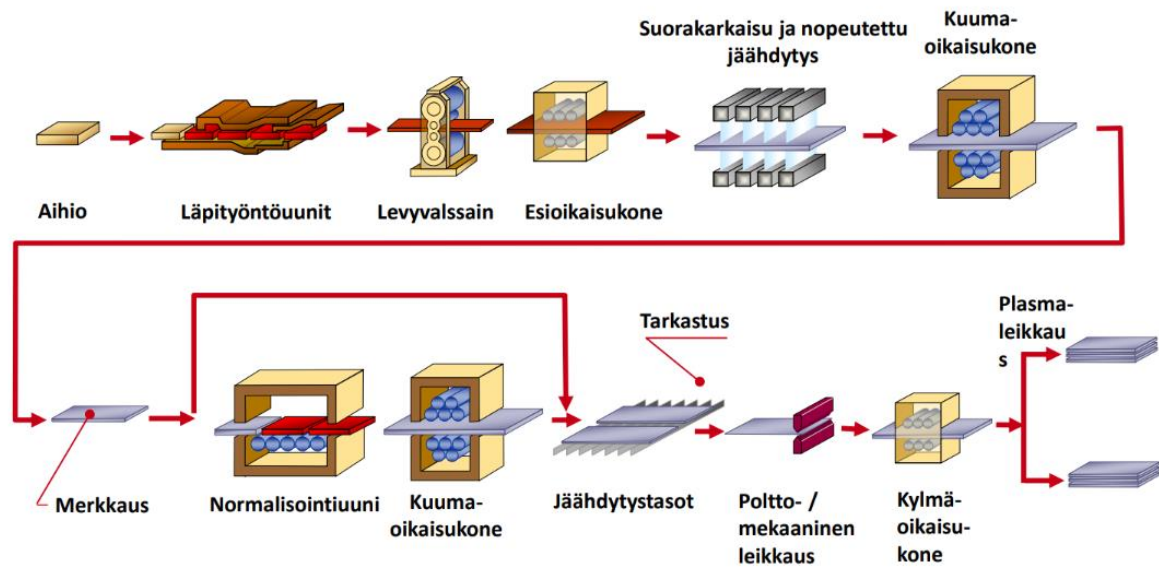
purkausrullaradalle. Purkausrullarataa pitkin aihio kulkee hilsepesurin läpi levyvalssaimelle. Levyvalssaimen tulo- ja lähtöpuolelta on hilsepesurit, jotka pesevät valssauksen aikana syntyvää hilsettä valssauspinnoilta pois. (7.)

Levyvalssaimen edestakaisin toimiva valssain puristaa ahiot toistuvasti, kunnes teräslevyille saavutetaan halutut mitat. Valssausta jatketaan, kunnes levyjen paksuus, leveys ja pituus vastaavat vaatimuksia. (8.)

Valssauksen jälkeen teräslevyt ohjataan paksuusmittarin läpi kohti esioikaisukonetta, jossa niiden suoruutta parannetaan. Tämän jälkeen ne kulkevat suorakarkaisun kautta kuumaoikaisukoneelle, joka varmistaa levyjen tarkat mittasuhteet ja laadun. Tässä vaiheessa osa teräslevyistä käsitellään normalisointiuunissa, jossa niiden sisäiset jännitykset poistetaan ja ominaisuuksia parannetaan. Osa levyistä ohjataan suoraan jäähdytystasoille, joissa ne jäähtyvät hallitusti ympäristön olosuhteiden mukaisesti. (8.)

Kun teräslevyt ovat jäähtyneet, ne tarkastetaan huolellisesti laadun ja mittojen varmistamiseksi. Tarkastuksen jälkeen levyt merkataan ja leikataan tilattuun kokoon joko mekaanisesti tai polttoleikkaamalla, riippuen asiakkaan vaatimuksista ja levyn ominaisuuksista. Leikkauslinjalla tehdään lisäksi tarvittavat viimeistelyt, kuten reunojen siistiminen tai muiden mittatarkkuuksien varmistaminen. (8.)

Valmiit teräslevyt siirretään varastointia varten lähetyshalliin. Sieltä ne toimitetaan asiakkaille eri kuljetusmuodoilla, kuten junalla, rekalla tai laivalla, riippuen asiakkaan sijainnista ja kuljetustarpeista. Prosessi takaa, että lopputuotteet vastaavat tarkasti asiakkaiden vaatimuksia sekä laadun että mittojen osalta. (8.)



KUVA 3. Levyvalssaamon prosessikaavio (5)

Valssaamon vieressä sijaitsevassa esikäsitteilylaitoksessa käsitellään levytuotteita, jotka siirretään esikäsitteilyhalliin siirtoalustoilla. Esikäsitteilyn keskeisiä työvaiheita ovat maalauslinjalla raakareunalevyjen tai mittoihin leikattujen levyjen sinkopuhallus ja suojamaalaus. (Kuva 4.) (8.)

Levyt nostetaan siirtoalustoilta magneettinosturilla panostusradalle, ja panostaja kirjaa käsiteltävän levyn tiedot. Tämän jälkeen levy siirtyy esilämmitysuuniin ja sieltä edelleen rullarataa pitkin hiekkapuhallukseen, jossa sen pinta puhdistetaan ja valmistellaan maalausta varten. (8.)

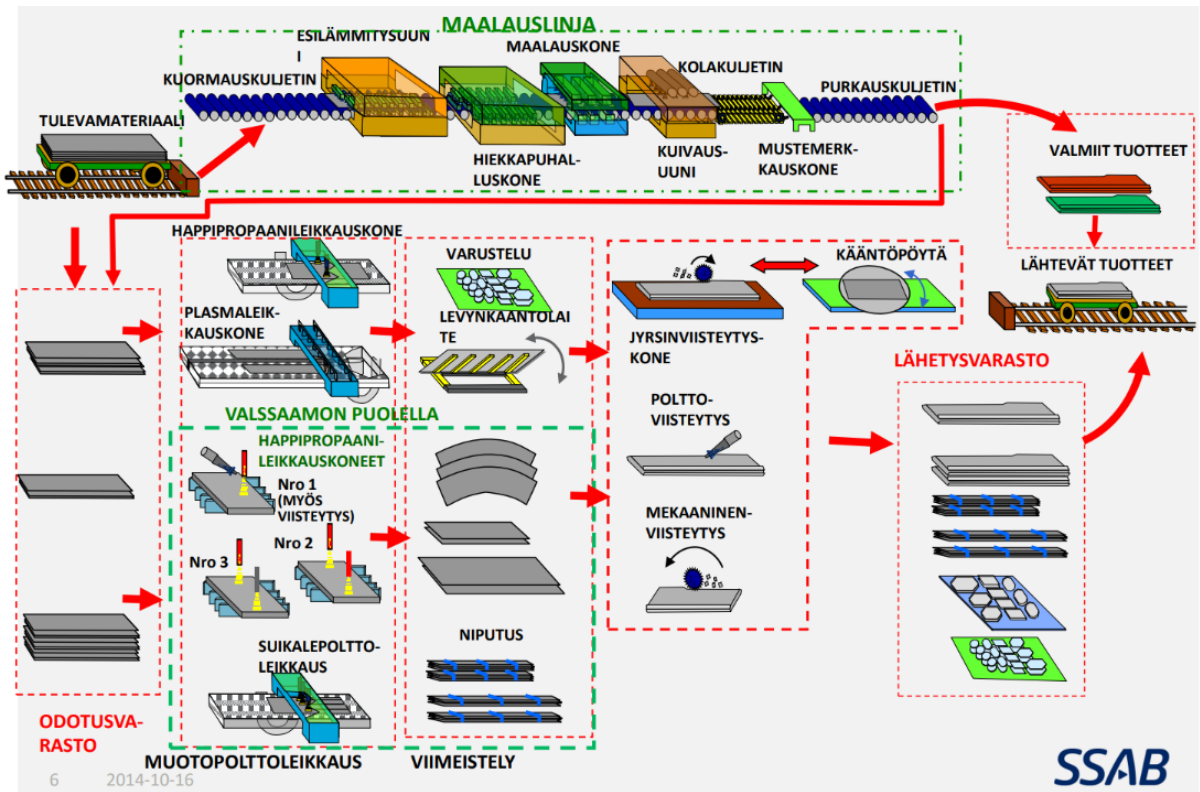
Puhdistettu levy siirtyy maalaukseen, jossa siihen ruiskutetaan asiakkaan tilaama konepohjamaali. Maalauksen jälkeen levy kuljetetaan rullaradalla kuivausuuniin, jossa maali kuivuu, ja sen jälkeen merkkaukseen, jossa levyille tehdään tunniste- ja asiakaskohtaiset merkinnät. Maalauksen ja merkkauksen jälkeen levy nostetaan magneettinosturilla joko lähetysvarastoon tai seuraavan tuotantovaiheen odotusvarastoon. (8.)

Valssaamon puolelta löytyvät esikäsitteilylaitteet koostuvat termisistä leikkauskoneista, kuten happipropanileikkauskoneista. Näillä koneilla kvarttolevyt leikataan asiakkaiden tilaamiin mittoihin. Yhdessä koneista on viisteleikkauspää, jolla

voidaan tarvittaessa tehdä levyihin hitsausviisteet. Osa koneista on suuntaispolttokoneita, jotka mahdollistavat levyn pitkien sivujen leikkaamisen yhtä aika, mikä lyhentää polttoaikaa. (8.)

Esikäsitteilylaitoksessa levyjen ja muotoleikattujen osien viisteytys on tärkeä jatkojalostusvaihe. Suorakaiteen muotoisen levyn viisteytys toteutetaan ensisijaisesti viistejyrsinkoneella, joka käyttää muototeriä ja kykenee jyrsimään kaksi rinnakkaista sivua samanaikaisesti. Tämän jälkeen levy nostetaan kääntöpöydälle, jolla se käännetään 180 astetta, minkä jälkeen jyrsintä viimeistellään jäljellä oleville sivuille. (8.)

Viisteytystä tehdään myös mekaanisella Pullmax-kiekkoleikkurilla, joka soveltuu loivien ulkokaarien ja suorien sivujen viisteytykseen. Lisäksi Cadet-polttoleikkaus-koneella toteutetaan erityisesti monimutkaisia kevennys- ja hitsausviisteitä, mikä tekee siitä käyttökelpoisen ratkaisun monimutkaisempia viisteitä vaativissa töissä. Kaikki nämä menetelmät tukevat tarkkaa ja monipuolista viisteytysprosessia. (8.)



KUVA 4. Esikäsitellyt levytuotteet -prosessikaavio (9)

3 OHJELMOITAVA LOGIIKKA

Ohjelmoitava logiikka, eli Programmable Logic Controller (PLC), on käytännössä pieni tietokone, mutta sillä on useita merkittäviä eroja tavallisiin tietokoneisiin nähden. Ohjelmoitavat logiikat on suunniteltu toimimaan ympäri vuorokauden vaativissa ympäristöissä, joissa voi esiintyä sähkömagneettisia häiriöitä, mekaanista värähtelyä, pölyä, korkeita lämpötiloja ja kosteutta. Niiden luotettavuus ja varmatoimisuus ovat erityisen tärkeitä teollisuudessa, jossa seisokit voivat olla erittäin kalliita. (10.)

Ohjelmoitavat logiikat ovat tavallisia tietokoneita kestävämpiä. Niiden vikaantumisväli lasketaan yleensä vuosissa, kun taas esimerkiksi Windows-tietokoneissa se voi olla viikkoja. Reaaliaikaisuus on tärkeä ominaisuus, sillä pienetkin viiveet prosessien ohjauksessa voivat aiheuttaa merkittäviä ongelmia. Lisäksi ohjelmoitavat logiikat palautuvat nopeasti sähkökatkoista ja jatkavat toimintaansa muuttamassa sekunnissa sähköjen palaututtua. (10.)

Ohjelmoitavat logiikat on suunniteltu pitkäikäisiksi ja helposti ylläpidettäviksi. Niissä ei ole helposti vikaantuvia osia, ja niiden modulaarinen rakenne mahdollistaa osien helpon vaihtamisen. Komponenttien standardointi sekä pitkäkestoinen saatavuus ja tuki tekevät niistä käyttäjäystävällisiä. Lisäksi kattava itsediagnostiikka helpottaa vianetsintää. Ohjelmointi tapahtuu yksinkertaisilla ja helposti opittavilla ohjelmointikielillä. Ohjelmien monitorointi sekä muokkaaminen on mahdollista järjestelmän ollessa toiminnassa, mikä on erityisen hyödyllistä käyttöönottovaiheessa. (10.)

3.1 Ohjelmoitavan logiikan rakenne

Ohjelmoitava logiikka koostuu prosessimoduulista, virtalähteestä sekä tulo- ja lähtömoduuleista. Näiden komponenttien järjestely riippuu mallista. Rakenne voi olla integroituna yhteen laitteeseen tai osat voivat olla erillisiä. Useimmissa järjestelmissä tulo- ja lähtömoduuleja voi lisätä tarpeen mukaan. Lisäksi ohjelmoitavaan logiikkaan voidaan liittää kenttäväylällä hajautusyksiköitä, jotka sisältävät lisää tulo- ja lähtömoduuleja. Kenttäväylän kautta voidaan myös ladata ohjelmia

ja mahdollistaa kommunikointi muiden laitteiden, kuten käyttöliittymänä toimivan kosketusnäytön kanssa. (10.)

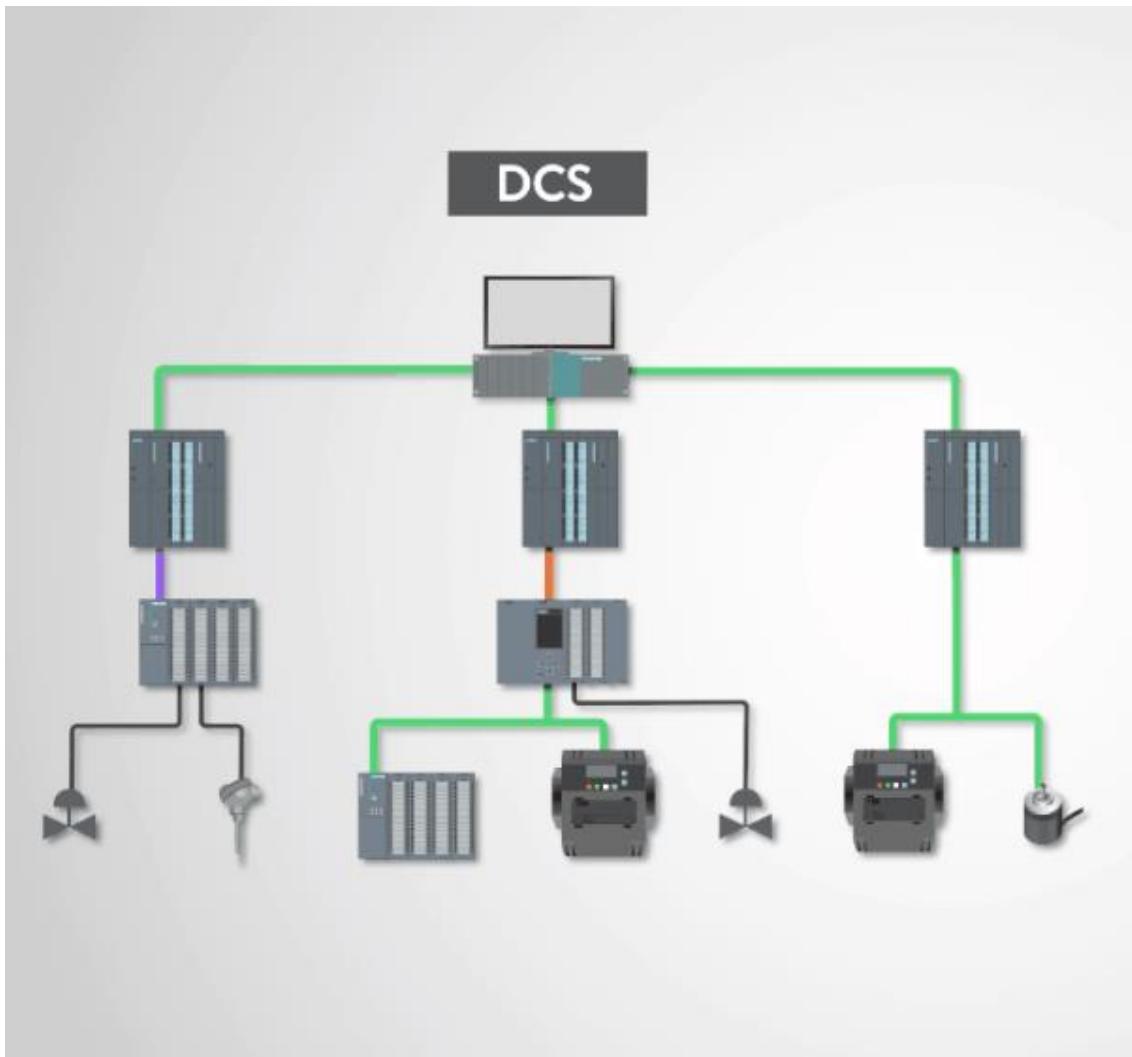
Ohjelmoitava logiikka on vuorovaikutuksessa ohjattavan prosessin kanssa tulo- ja lähtömoduuleiden avulla. Näitä moduuleita on sekä digitaalisille että analogisille signaaleille. Digitaaliset tulomoduulit voivat vastaanottaa signaaleja esimerkiksi antureilta, kytkimiltä tai painikkeilta. Analogiset tulomoduulit ottavat vastaan mitattuja arvoja, kuten lämpötilaa tai painetta. Digitaaliset lähtömoduulit voivat ohjata releitä ja kontaktoreita, jotka vaikuttavat esimerkiksi venttiilin ja moottoreiden toimintaan. Analogiset lähtömoduulit voivat säädellä esimerkiksi taajuusmuuttajia tai säätöventtiileitä. (10.)

Kenttäväylällä kytkettyjä laitteita voivat olla esimerkiksi servo-ohjaimet, viivakoodinlukijat tai lämpötilansäätimet. Näiden monipuolisuus ja laajennettavuus tekevät ohjelmoitavista logiikoista erittäin tehokkaita työkaluja teollisuuden prosessien ohjaukseen. (10.)

3.2 Hajautettu ohjausjärjestelmä

Hajautettu I/O-järjestelmä on yksi tärkeimmistä ratkaisuista modernissa automaatiassa. Tällainen järjestelmä mahdollistaa ohjattavan prosessin toimintojen ja tilan tehokkaan hallinnan ja valvonnan. Hajautettuja I/O-järjestelmiä hyödynnetään nykyään laajasti eri sovelluksissa, kuten teollisuus-, prosessi- ja rakennusautomaation järjestelmissä. (11.)

Hajautetut I/O-järjestelmät koostuvat useista keskeisistä osista (kuva 5). Ohjelmoitava logiikkaohjain toimii järjestelmän ytimessä vastaten sen toiminnasta ja ohjauksesta. Järjestelmään kuuluu myös I/O-hajautusyksiköitä, joissa on analogisia ja digitaalisia tulo- ja lähtömoduuleita. Nämä yksiköt mahdollistavat monipuolisen vuorovaikutuksen ohjattavan prosessin kanssa. (11.)



KUVA 5. Hajautettu ohjausjärjestelmä (12)

Järjestelmään liittyy lisäksi valvomotason käyttöliittymä, jonka avulla käyttäjä voi seurata järjestelmän toimintaa ja tarvittaessa puuttua siihen. Laitteiden välinen kommunikointi puolestaan varmistetaan tiedonsiirtoprotokollilla, jotka mahdollistavat tietojen nopean ja luotettavan siirron järjestelmien eri osien välillä. (11.)

Nämä järjestelmät ovat olleet keskeisessä roolissa nykyaikaisen automaation kehityksessä. Niiden tarjoama joustavuus, skaalautuvuus ja toimintavarmuus ovat tehneet niistä standardin monilla teollisuuden ja muiden alojen sovellusaloilla. (11.)

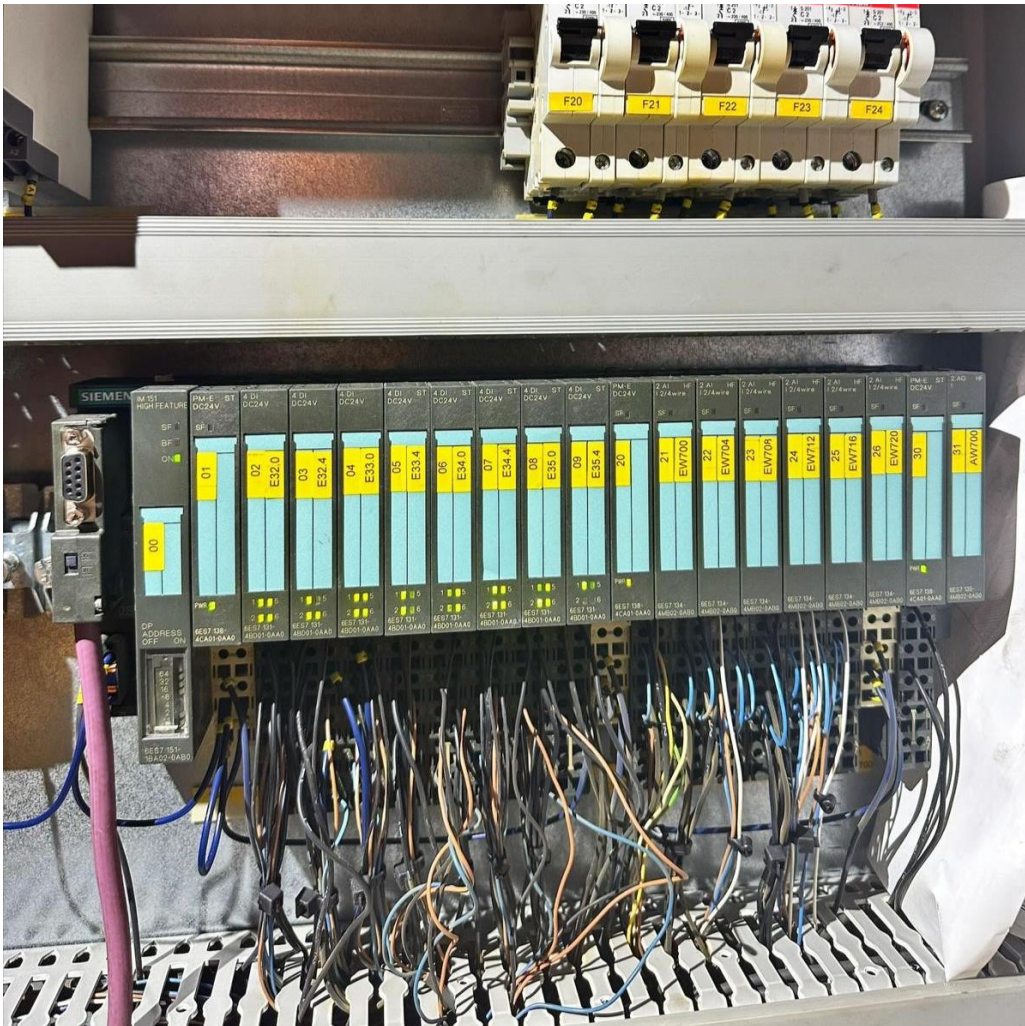
I/O-hajautusjärjestelmä eli hajautusyksikkö koostuu kommunikointimoduulista tai väyläkoplerista sekä siihen liitetystä erityyppisistä I/O-moduuleista. Kommunikointimoduuli toimii tiedonsiirtoverkon ja moduulien rajapintana välittäen logikalle

tiedot moduuleihin kytkettyjen laitteiden tilasta. Tämä rajapinta mahdollistaa hajautetun I/O-järjestelmän käytön tehokkaasti erilaisissa automaatiosovelluksissa. (11.)

I/O-moduuli on laite, joka koostuu tietyistä määrästä I/O-pisteitä, joiden kautta järjestelmän logiikka on yhteydessä kenttälaitteisiin. I/O-moduuleita käytetään erilaisten toimintojen suorittamiseen automaatiojärjestelmissä. Esimerkiksi sähkömoottorinkäytössä logiikan avulla voidaan valvoa ja ohjata moottorin lämpötilaa, nopeutta ja kuormitusta I/O-pisteiden kautta. Tyypillisesti tarvitaan sekä analogisia että digitaalisia tulo- ja lähtömoduuleita riippuen kenttälaitteesta ja sen välittämistä viestisignaaleista. (11.)

Moduuleista käytetään yleisesti lyhenteitä, kuten DI (Digital Input), DO (Digital Output), AI (Analog Input) ja AO (Analog Output). Näiden avulla logiikka voi vastaanottaa ja lähettää erilaisia signaaleja kenttälaitteille, kuten antureille ja toimilaitteille. Näin varmistetaan järjestelmän toimintojen sujuvuus ja tarkkuus. (11.)

Kommunikointimoduuliin voidaan mallikohtaisesti liittää myös muita laitteita, kuten moottorikäynnistimiä ja energiamittareita. Näin järjestelmän laajennettavuus ja monipuolisuus paranevat. Esimerkki hajautusyksiköstä on Siemensin ET 200S -kommunikointimoduuli, johon voidaan liittää sekä tulo- että lähtömoduuleita (kuva 6). Tämä modulaarinen rakenne mahdollistaa joustavan ja tehokkaan järjestelmän toteutuksen erilaisissa käyttökohteissa. (11.)



KUVA 6. Siemens Simatic ET200S

3.3 Profinet (Process Field Network)

Profinet on teollisuuden Ethernet-standardi, joka tarjoaa ratkaisuja reaaliaikaiseen ja aikakriittiseen tiedonsiirtoon. Protokolla hyödyntää reaaliaikaisia lisäyksiä mahdollistaen viiveiden minimoinnin, mikä on keskeistä monissa automaatioprosesseissa. Lisäksi Profinet tukee langatonta tiedonsiirtoa (IWLAN) esimerkiksi lo-giikkayksiköiden välillä, mikä lisää järjestelmien joustavuutta. (13.)

Profinetin ja siviilikäytössä olevien tiedonsiirtoprotokollien ero korostuu viiveiden toleranssissa. Teollisuusautomaation sovelluksissa datan tulee siirtyä lähes reaaliajassa, vain millisekunnin viiveillä. Muussa käytössä voidaan hyväksyä

pidemmät viiveet. Profinet mahdollistaa myös tahdistetun reaaliaikaisen tiedon-
siirron, jossa vasteajat voivat olla alle millisekunnin. Tämä ominaisuus tekee Pro-
finetistä erinomaisen vaihtoehdon vaativiin sovelluksiin, kuten teollisuusohjaus-
järjestelmiin. (Kuva 7.) (13.)

Profinet on yhteensopiva aiempien väyläratkaisujen, kuten Profibus- ja AS-I-väy-
lien kanssa. Tämä mahdollistaa vanhojen järjestelmien integroinnin Profinet-ym-
päristöön ilman merkittäviä muutoksia. Lisäksi Profinet tukee Profisafe-standar-
dia, jonka avulla turvatiedonsiirto voidaan toteuttaa sekä langallisessa että lan-
gattomassa ympäristössä. (13.)



KUVA 7. Profinet-liittimiä (14)

3.4 Profibus (Process Field Bus)

Profibus on Siemensin vuonna 1989 esittelemä kenttäväylästandardi, joka tar-
joaa luotettavan ja yksinkertaisen tavan yhdistää laitteita ohjelmitavaan logiik-
kaan (PLC). Profibus-kaapelit käyttävät sarjaporttiliitäntää, joka muistuttaa ulkoi-
sesti VGA-liitintä. Standardi on suunniteltu mahdollistamaan hajautetun auto-
maation ja prosessiohjauksen tarpeet teollisuusympäristössä. (Kuva 8.) (13.)

Profibus-väyläratkaisuja on kaksi päätyyppiä. Ensimmäinen on Profibus DP (Distributed Periphery), joka on optimoitu nopeaa tiedonsiirtoa vaativille hajautetuille I/O-laitteille ja taajuusmuuttajille. Toinen on Profibus PA (Process Automation), joka on erityisesti prosessiautomaation tarpeisiin kehitetty versio. Profibus PA tukee sekä turvallista tiedonsiirtoa että tehonsiirtoa kenttälaitteille, ja se täyttää prosessiteollisuuden standardien vaatimukset. (13.)

Vaikka Profibus on vanhempi standardi, sen käytännön soveltuvuus ja yhteensopivuus Profinetin kanssa tekevät siitä edelleen käyttökelpoisen ratkaisun monissa teollisuusympäristöissä. Tämä yhteensopivuus mahdollistaa nykyaikaisten ja perinteisen järjestelmien saumattoman integroinnin, mikä pidentää olemassa olevien laitteistojen käyttöikää ja vähentää investointikustannuksia. (13.)



KUVA 8. Profibus-liittimiä (15)

4 SIEMENS SIMATIC – OHJELMOITAVAT LOGIIKAT

Tässä luvussa esitellään tarkemmin Siemens Simatic -tuoteperheen kuuluvia ohjelmitavia logiikoita. Siemens Simatic on tuoteperhe, joka yhdistää kaikki automaattioratkaisujen osajärjestelmät yhdenmukaiseksi kokonaisuudeksi. Tämä automaatiojärjestelmä kattaa kaikki aina kenttätasolta prosessiohjaukseen. Tätä kokonaisvaltaista lähestymistapaa kutsutaan TIA:ksi, mikä on lyhenne englanninkielisestä termistä ”Totally Integrated Automation”. TIA:n perusajatuksena on tarjota yhtenäinen alusta järjestelmän konfigurointiin, ohjelmointiin, tiedonhallintaan ja viestintään koko automaatiojärjestelmässä. (16.)

Simatic S7-1500 -sarjan ohjelmitavat logiikat ovat olleet markkinoilla jo yli kymmenen vuoden ajan. Samaan aikaan Simatic S7-300-sarja on palvellut automaatiojärjestelmissä yli 25 vuotta. Asteittaiseen poistumisvaiheeseen (phase-out) siirryttiin 1.10.2023. Tämä tarkoittaa, että S7-300-logiikkasarja ja siihen liittyvä ET200M -I/O-sarja poistuvat vähitellen myynnistä. Lisäksi Simatic ET 200S -järjestelmä siirtyi asteittaiseen poistumisvaiheeseen lokakuussa 2023 (17.)

Poistuvien tuotteiden saatavuus ei kuitenkaan lakkaa välittömästi, vaan niitä voi edelleen tilata uutena osana noin kahden vuoden ajan. Tämän jälkeen tuotteet siirtyvät varaosavaiheeseen, joka kestää noin kahdeksan vuotta. Varaosavaiheen päätyttyä tuotteita ei enää saa.

Simatic S7-300-sarjan ja siihen liittyvien järjestelmien luonnollinen korvaaja on uudempi S7-1500-sarja sekä siihen liittyvä ET 200MP- ja ET 200SP -teknologia. (17.)

4.1 S7-300

Yksi tunnetuimmista Siemensin logiikoista on monipuolinen ja laajasti käytetty järjestelmä S7-300 (kuva 9), jolle osaamista on saatavilla ympäri Suomea. Tämä logiikka soveltuu sekä suurten prosessien että yksittäisten koneiden hallintaan, ja se on suunniteltu erityisesti kappaletavara-automaatioon. Järjestelmä tukee

sekä Profibus- että Profinet-väyliä, mikä mahdollistaa laajan integraation erilaisiin automaatioympäristöihin. (13.)

Mallisto sisältää myös erityisiä turvatekniikkaan suunniteltuja F-CPU-malleja, jotka täyttävät viranomaisten koneturvallisuudelle asettamat vaatimukset. Lisäksi T-CPU-mallit on kehitetty liikenneohjaussovelluksiin, ja niihin on sisällytetty erilaisia teknologiafunktioita. Logiikkaan on saatavilla laaja valikoima I/O- ja kommunikaatiomoduuleita, joita voidaan liittää tarpeen mukaan järjestelmän laajentamiseksi. (13.)

Järjestelmän muisti on toteutettu MMC-kortilla (Flash), mikä tarkoittaa, ettei se tarvitse patteria tiedon säilyttämiseen. Mallistossa on useita eritehoisia logiikoita, jotka soveltuvat erikokoisiin projekteihin. Lisäksi järjestelmä tarjoaa saumattoman kommunikoinnin prosessiteollisuuden S7-400-logiikkaohjainten kanssa, mikä lisää sen joustavuutta ja yhteensopivuutta teollisuuden eri sovelluksissa. (13.)

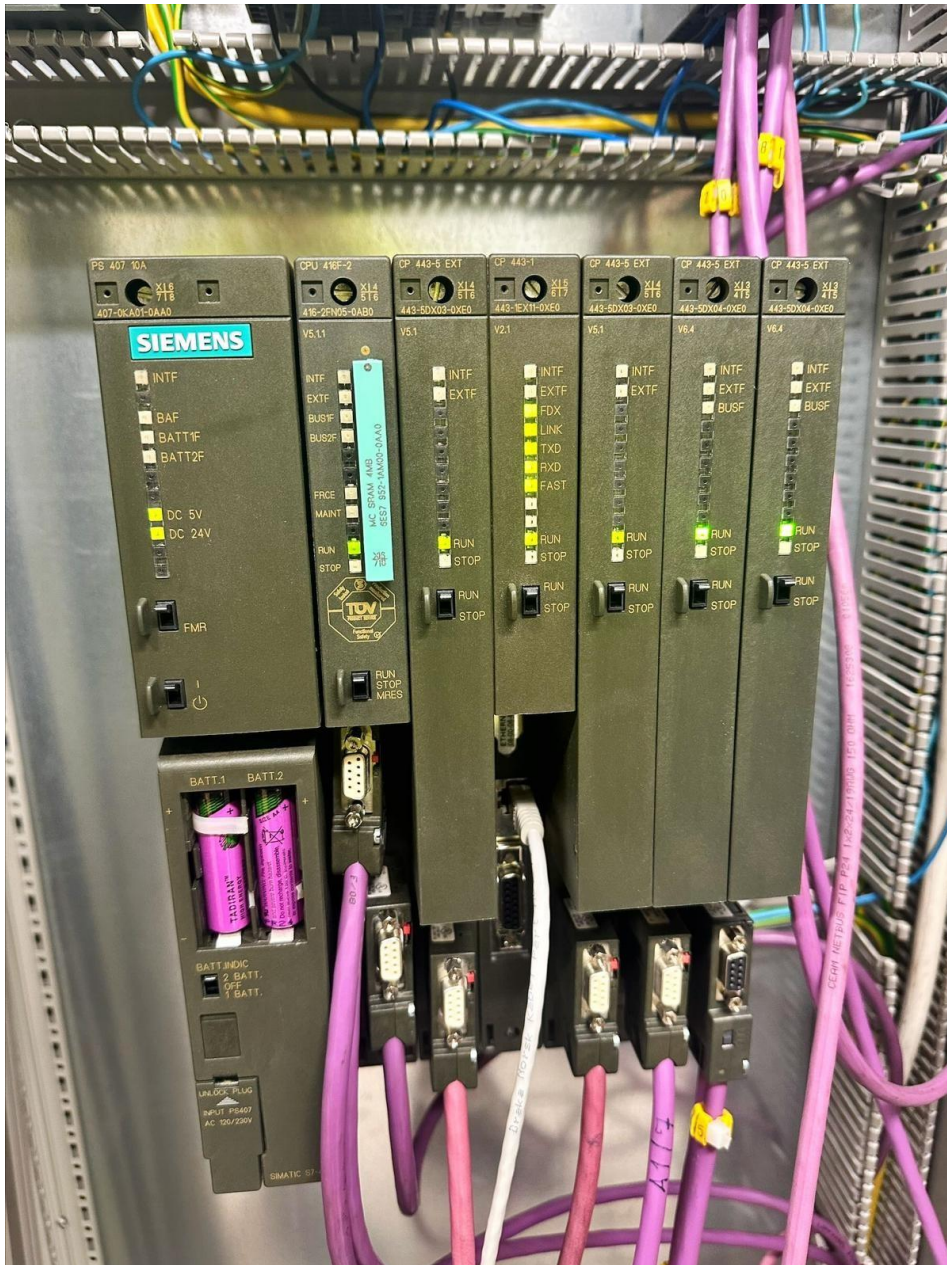


KUVA 9. Siemens S7-300

4.2 S7-400

S7-400-logiikkasarja tarjoaa monipuoliset kommunikointimahdollisuudet ja suuren määrän integroitua kommunikointiportteja, mikä tekee siitä erimaisen valinnan päälogiikaksi prosessi- ja koneohjaussovelluksiin (kuva 10). Tämä sarja edustaa Siemensin Totally Integrated Automation -konseptin tehokkaimpia logiikkaohjaimia ja on suunniteltu erityisesti laajojen ja vaativien prosessien hallintaan. (13.)

Ohjelmointi tapahtuu samalla tavalla kuin S7-300-sarjan logiikoissa, mikä helpottaa eri järjestelmien käyttöä yhtenäisessä ympäristössä. S7-400-sarjassa on vaihtoehtoja perustason ohjaimista aina kahdennettuihin prosessiasemiin, jotka mahdollistavat viranomaishyväksytyt turvaohjaukset. Tämä joustava ja skaalautuva sarja soveltuu erinomaisesti monipuolisiin ja vaativiin automaatiosoveluksiin. (13.)

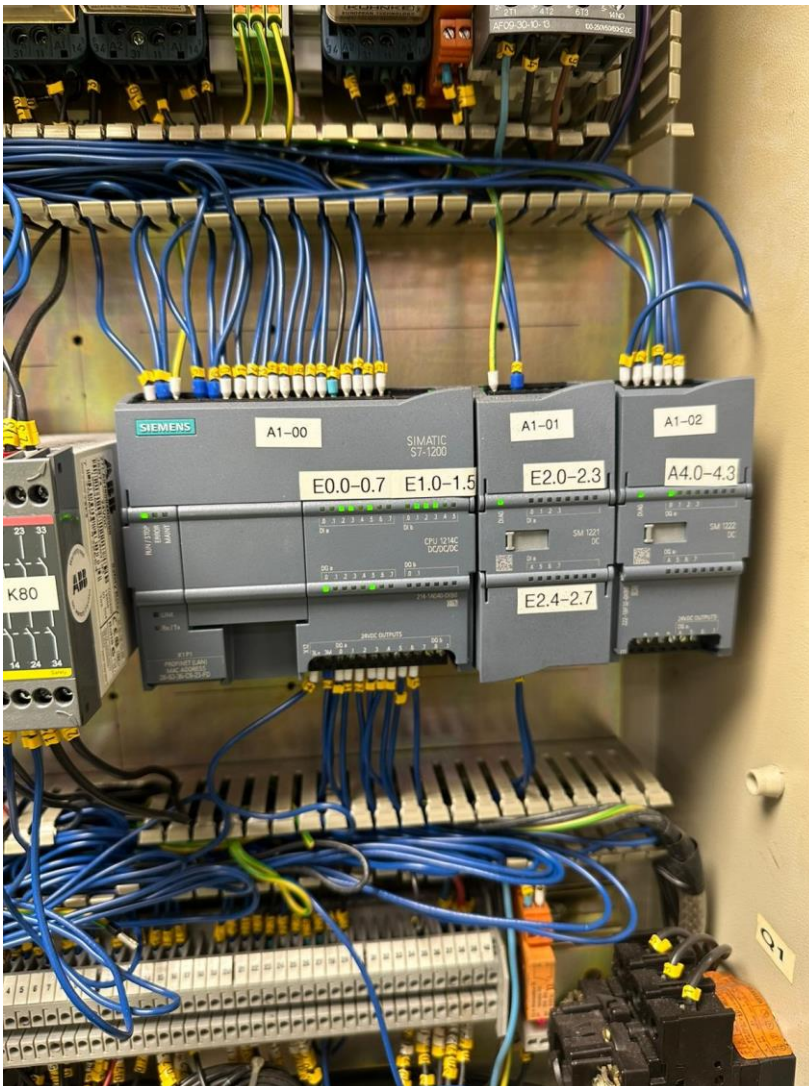


KUVA 10. Siemens S7-400

4.3 S7-1200

Micro PLC on helppokäyttöinen ja ohjelmoitava automaatiolaite, joka on kustannustehokkaampi vaihtoehto verrattuna mikroprosessoripohjaisiin ohjauksiin. Se on hyväksytty maailmanlaajuisesti Micro PLC -standardiksi ja suunniteltu erityisesti mekaanisiin ohjaustehtäviin, mikä tekee siitä erinomaisen valinnan pienten ja keskisuurten laitteiden automatisointiin. (13.)

Tämä kuvassa 11 oleva pienikokoinen laite ei ole tarkoitettu pelkästään releohjauksen korvaajaksi, vaan se tarjoaa myös edistyneitä toimintoja, kuten PID-säätimiä ja liikenneohjaustoimintoja. Näiden ominaisuuksien ansiosta sillä voidaan toteuttaa myös monimutkaisempia laitteistoja ja automatisointiratkaisuja. (13.)



KUVA 11. Siemens S7-1200

4.4 S7-1500

S7-1500 kuvassa 12 on Siemensin uusin ohjelmoitava PLC-logiikka, joka on suunniteltu korvaamaan aiemmat S7-300- ja S7-400-sarjat. Tämä logiikka on tarkoitettu monipuolisiin ja laajennettaviin ohjausratkaisuihin, joissa tarvitaan joustavuutta ja tehokkuutta. (13.)

S7-1500 ei rajoitu perinteisiin automaatiotoimintoihin, vaan sen sisäänrakennetut PID-säätimet ja liikkeenohjaustoiminnot mahdollistavat monipuolisten kokonaisuuksien toteuttamisen ilman lisäkomponentteja tai erikoisohjelmistoja. Logiikan ohjelmointi tapahtuu Step 7 V18 -ohjelmistolla. Uudempia ohjelmistojen versioita tulee tulevaisuudessa lisää. Vanhemmalla Step 7-ohjelmiston versiolla ei toimi uudemmat ohjelmistot, mutta uudemmalla versiolla toimii vanhemmat ohjelmistot. Ohjelmointiympäristö julkaistiin samanaikaisesti S7-1500-logiikan kanssa ja se tarjoaa modernin ja integroidun työskentely-ympäristön. (13.)



KUVA 12. Siemens S7-1500

4.5 Logo!

Logo! on Siemensin kehittämä pienikokoinen ohjelmoitava relepohjainen logiikka, joka soveltuu erinomaisesti kotitalousohjelmointiin, kuten valojen tai lämmitysjärjestelmien hallintaan. Laitteen keskeisiä ominaisuuksia ovat sen helppokäyttöisyys ja laaja valikoima valmiiksi ohjelmoituja toimintoja, joita yhdistelemällä voidaan toteuttaa erilaisia ohjausjärjestelmiä käyttäjän tarpeiden mukaisesti. (13.)

Logo! tarjoaa energiatehokkaan ratkaisun, sillä sen sähkönkulutus ja kaapelointitarve ovat vähäiset. Se on suunniteltu erityisesti pienimuotoisen automaattiratkaisujen toteuttamiseen sekä vanhojen laitteistojen modernisointiin. Lisäksi Logo! -järjestelmään voidaan liittää lisälaajennusmoduuleita, jotka mahdollistavat järjestelmän monipuolistamisen ja käytön laajentamisen entisestään. (13.)

5 LEVYVALSSAAMON YLLÄPITOSELVITYS

Tarkoituksena oli tuottaa kattava ylläpitoselvitys Siemens Simatic S7 -logiikkajärjestelmistä Raahan tehtaan levyvalssaamon sähkökunnossapidon tarpeisiin. Työ rajattiin koskemaan levyvalssaamon ja esikäsitteilylaitoksen vanhempia S7-logiikkajärjestelmiä, jotka ovat merkittävä osa näiden yksiköiden sähkö- ja automaatiojärjestelmiä. Selvitystyö oli tärkeä kunnossapidon toiminnan kehittämiseksi, sillä vanhenevien järjestelmien ylläpito edellyttää tarkkaa tietoa komponenteista ja nykytilasta.

Työn lähtökohtana oli kartoittaa levyvalssaamolla käytössä olevien S7-logiikkajärjestelmien nykytila. Selvityksessä tutkittiin yksityiskohtaisesti järjestelmissä käytössä olevat logiikkakortit, keskusyksiköt sekä muut keskeiset pääkomponentit. Työn tavoitteena oli tuottaa raportti, joka antaa kattavan kuvan logiikkajärjestelmien nykytilasta ja niiden elinkaaren vaiheesta. Lisäksi työn lopputuloksena laadittiin yksityiskohtainen Excel-taulukko, joka sisältää systemaattisesti kootut tiedot logiikkajärjestelmistä kunnossapidon tueksi. Tämä taulukko auttaa kunnossapidon henkilöstöä järjestelmien huolto-, päivitys- ja varaosatarpeiden suunnittelussa.

5.1 Toimintasuunnitelma

Ennen ylläpitoselvityksen aloittamista suunniteltiin työskentelyn pohjustustyöt ja päävaiheet S7-logiikkajärjestelmien nykytilan kartoitukselle. Suunniteltiin myös työnohjaajan kanssa etenemisjärjestys, joka muodostui seuraavanlaiseksi:

- työnlaajuus eli mitä logiikkoja ylläpitoselvitykseen sisällytetään
- aluerajaus
- osastojen layout-piirustusten tulostaminen sopivaan muotoon kenttäkierrokselle mukaan
- logiikkojen kartoitus kentältä ja valokuvaaminen puhelimella
- kartoituksen jälkeen taulukointi tietokoneella Excel-taulukkoon

- täydennyskierron alueen asiantuntevien asentajien ja työnjohdon kanssa.

5.2 Ylläpitosiselvitys

Toimintasuunnitelman laatimisen jälkeen tulostettiin kyseisen alueen layout-kuva, ja alueen työnjohdon kanssa aloitettiin logiikoiden sijainnin kartoittaminen kentältä. Mukaan otettiin tarvittavat avaimet, joilla päästiin kulkemaan sähkötiloihin. Lisäksi mukaan otettiin sähkökaappien yleisavaimet, jotta kaikki logiikkalaitteet voitiin tutkia sähkökeskuksista, logiikkakeskuksista, ohjauspulpeteista sekä koteloista.

Alue tutkittiin kokonaisuuksina yksi kerrallaan. Jokaisesta sähkökaapista otettiin puhelimesta valokuva, jossa näkyi kaapin positio, ja kuva kaapin sisällöstä, josta pystyi tunnistamaan logiikoiden tyyppitiedot. Dokumentointia varten kerättiin tiedot alueesta, positiosta, käyttötarkoituksesta, logiikan sijainnista, logiikan tyyppistä sekä prosessorin tyyppistä. Jokaisen kuvan laatu tarkistettiin heti kuvan ottamisen jälkeen, jotta vältettiin mahdolliset ongelmat taulukoinnissa, joita huono valaistus tai muut olosuhteet saattoivat aiheuttaa.

Valokuvat järjestettiin puhelimen albumeihin position ja sijainnin mukaisesti. Kenttäkierroksen jälkeen palattiin toimistolle, jossa otetut kuvat ja tiedot kirjattiin valmiiksi laadittuun Excel-taulukkoon. Taulukoinnin jälkeen layout-kuvia verrattiin Excel-taulukkoon ja selvitettiin puuttuvat logiikat. Näistä laadittiin erillinen lista, ja uusi kartoitus tehtiin logiikoille, jotka vaativat tarkistusta tai joita ei vielä ollut löydetty.

Ylläpitokartoituksessa edettiin selkeän kaavan mukaisesti, jossa yksi osasto tai sen osa-alue tutkittiin yksi kerrallaan. Jotkut alueet tutkittiin remonttipäivinä, jolloin päästiin porttien sisäpuolelle kenttäkoteloille ilman, että tuotanto jouduttiin pysäyttämään. Porttien sisällä olevat kenttäkotelot kartoitettiin huolellisesti näinä remonttipäivinä, jotta varmistettiin työn tehokkuus ja tuotannon keskeyttämättömyys.

5.3 Lopputulos

Valmis kartoitus tarjoaa kunnossapitohenkilöstölle kattavan työkalun huolto-, päivitys- ja varaosatarpeiden suunnitteluun erityisesti Siemensin vanhempien S7-logiikkajärjestelmien osalta levyvalssaamon ja esikäsitteilylaitoksen alueen järjestelmissä. Tämä opinnäytetyö muodostaa erinomaisen pohjan logiikkajärjestelmien tuleville päivityksille.

Kartoituksen perusteella uusien logiikkajärjestelmien hankintahinnat ovat merkittävästi edullisempia verrattuna vanhempiin järjestelmiin. Lisäksi varaosien saatavuus on tällä hetkellä hyvä. Tehdas pystyy toimittamaan tarvittavia vanhempia S7-logiikkajärjestelmien komponentteja.

Järjestelmien yksityiskohtaisuus edellyttää, että päivitykset suunnitellaan huolellisesti laitteisto- ja aluekohtaisesti. Näin voidaan varmistaa, että päivitykset tuottavat merkittävää lisäarvoa ja säästöjä pitkällä aikavälillä. Siemensin S7-300-logiikkasarjan ja siihen liittyvän ET200M-I/O-sarjan siirtyminen varaosavaiheeseen tekee tulevien päivitysten ennakoivasta suunnittelusta entistä tärkeämpää. Hyvissä ajoin tehtyjen päivityssuunnitelmien avulla voidaan varmistaa tuotantolinjojen logiikkajärjestelmien toimintavarmuus ja luotettavuus.

Kartoituksen avulla yritys voi lisäksi paremmin arvioida päivityksiin liittyviä kustannuksia ja aikatauluja, jolloin investoinnit voidaan kohdistaa oikein. On suositeltavaa tehdä tarkempi priorisointi järjestelmäkohtaisesti, jotta kiireellisimmät päivitystarpeet tulevat huomioiduiksi. Samalla tulisi harkita varaosien hankintaa etukäteen erityisesti niille järjestelmille, joiden komponenttien saatavuus on heikkenemässä.

Henkilöstön koulutus ja teknisen dokumentaation päivittäminen ovat myös keskeisessä osassa onnistuneen päivitysprosessin varmistamisessa. Uusien järjestelmien käyttöönotto edellyttää kunnossapidon henkilöstöltä valmiuksia hyödyntää päivitettyjä järjestelmiä tehokkaasti. Tämä kartoitus tarjoaa myös hyvän mallin tulevien kunnossapitoprojektien suunnittelulle ja toteutukselle ja mahdollistaa vastaavan lähestymistavan soveltamisen muihin laitteistoihin ja alueisiin organisaatiossa.

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa levyvalssaamon S7-logiikkajärjestelmien nykytila sekä selvittää käytössä olevat logiikkakortit ja muut pääkomponentit. Työn tuloksena laadittiin yksityiskohtainen Excel-taulukko, joka tarjoaa kattavat tiedot logiikkajärjestelmistä kunnossapidon tueksi.

Työssä perehdyttiin SSAB:n toimintaan, erityisesti Raahen tehtaan tuotantoprosesseihin, kuten levyvalssaamon ja esikäsitteilylaitoksen toimintaan. Lisäksi käsiteltiin ohjelmoitavan logiikan perusteita, hajautettuja ohjausjärjestelmiä sekä logiikkajärjestelmien väylätekniikkaa. Siemens Simatic -tuoteperheen komponentit muodostivat keskeisen osan järjestelmistä, jotka olivat tutkimuksen erityisessä tarkastelussa.

Kartoituksen avulla saavutettiin kattava kokonaiskuva levyvalssaamon ja esikäsitteilylaitoksen S7-logiikkajärjestelmien nykytilasta ja niiden keskeisistä komponenteista. Dokumentaation laajuus ja tarkkuus tarjoavat erinomaisen perustan kunnossapitoprojektien suunnittelulle ja toteutukselle, mahdollistaen samalla vastaavan toimintamallin soveltamisen muihin laitteistoihin ja alueisiin organisaatiossa.

Työ oli mielenkiintoinen ja riittävän haastava. Työ tarjosi mahdollisuuden syventää osaamista Siemens Simatic -tuoteperheestä, hajautetuista ohjausjärjestelmistä sekä aikataulutuksen merkityksestä kunnossapidon selvitystyössä.

Tämä opinnäytetyö luo vahvan perustan tuleville modernisaatioprojekteille, sillä kartoituksen kautta saatu tieto auttaa suunnittelemaan ja toteuttamaan järjestelmien päivityksiä tehokkaasti. Lisäksi työ toimii hyvänä lähtökohtana uusille opinnäytetöille, jotka voivat keskittyä esimerkiksi tarkempiin osa-alueisiin tai muihin tuotantolaitteistoihin.

LÄHTEET

1. SSAB. SSAB lyhyesti. Luettavissa: <https://www.ssab.com/fi-fi/ssab-konserni/tietoja-ssabsta/ssab-lyhyesti>. Luettu: 18.9.2024.
2. SSAB. Johnny Sjöström on SSAB:n uusi toimitusjohtaja. Luettavissa: <https://www.ssab.com/fi-fi/uutiset/2024/08/johnny-sjstrm-on-ssabn-uusi-toimitusjohtaja>. Luettu: 11.10.2024.
3. Koskela, T. 2021. Valaistuksen kunnossapidon tehostaminen. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu, Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma. Luettavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/506284/Timo%20Koskela%20Opinn%C3%A4ytety%C3%B6.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Luettu: 11.10.2024.
4. SSAB. SSAB:n Raahen tehdas. Luettavissa: <https://www.ssab.com/fi-fi/ssab-konserni/tietoja-ssabsta/tuotantopaikkakunnat-suomessa/raahe>. Luettu: 12.10.2024.
5. SSAB Europe Oy 2024. Levyvalssauslinjan esittely. PDF-tiedosto. Sisäinen lähde. Luettu: 5.12.2024.
6. SSAB. Kohti fossiilivapaata terästuotantoa. Luettavissa: <https://www.ssab.com/fi-fi/ssab-konserni/tietoja-ssabsta/tuotantopaikkakunnat-suomessa/raahe/kohti-fossiilivapaata-terastuotantoa>. Luettu: 12.10.2024.
7. Luiro, R. 2024. Turvatoimikierroksen kehittäminen IFS Cloud-toiminnan ohjausjärjestelmään. Opinnäytetyö. Lapin amk, Konetekniikan koulutus. Luettavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/855936/Luiro_Roosa.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Luettu: 2.12.2024.
8. Yrjänä, I. 2015. Levyvalssaamon S5-logiikkajärjestelmien ylläpitöselvitys. Opinnäytetyö. Centria ammattikorkeakoulu, Sähkötekniikan koulutusohjelma. Luettavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/88834/Yrjana_Ilkka.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Luettu: 20.9.2024.
9. SSAB Europe Oy 2024. Esikäsittelylinjan esittely. PDF-tiedosto. Sisäinen lähde. Luettu: 5.12.2024.

10. Hagman, J. 2018. Ohjelmakomponentteihin perustuva ohjelmointitapa logiikkaohjelmointiin siemens tia-portal -ohjelmistoympäristössä. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu, Teknologialiiketoiminta. Luettavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/154389/Hagman_Janne.pdf?sequence=1&isAllowed=y Luettu: 14.10.2024.
11. Kotti, T. 2023. Teollisuusautomaation I/O-hajautuksen tuotekorvattavuusanalyysi. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu, Sähköinen talotekniikka. Luettavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/813860/Kotti_Topi.pdf?sequence=3&isAllowed=y Luettu: 22.10.2024.
12. Realpars. What is DCS? (Distributed Control System). Luettavissa: <https://www.realpars.com/blog/dcs> Luettu: 18.10.2024.
13. Lepola, J. 2013. Profinet väylän muodostaminen tia portal v11 -ohjelmalla. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu, Kone- ja laiteautomaation suuntautumisvaihtoehto. Luettavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/60318/Lepola_Joona.pdf?sequence=4&isAllowed=y Luettu: 6.1.2025.
14. Siemens. PROFINET – Real-time communication in the field. Luettavissa: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/profinet.html> Luettu: 20.1.2025.
15. Siemens. PROFIBUS – the system for successful fieldbus communication. Luettavissa: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/profibus.html> Luettu: 20.1.2025.
16. Perälä, T. 2013. Logiikkaohjelmien kirjaston luominen step 7-ympäristöön. Opinnäytetyö. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Sähkötekniikan koulutusohjelma. Luettavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/69308/Perala_Toni.pdf?sequence=1&isAllowed=y Luettu: 8.1.2025.
17. Siemens. Simatic S7 -tuoteperhe uudistuu vauhdilla. Luettavissa: <https://blog.siemens.com/2023/08/simatic-s7-tuoteperhe-uudistuu-vauhdilla/> Luettu: 8.1.2025.