

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikan koulutus

2023

Tapio Pahikka-aho

OHUTLEVYHITSAUKSEN DIGITAALINEN SEURANTA

– Hitsausautomaatti



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikan koulutus

2023 | 38 sivua

Tapio Pahikka-aho

Ohutlevyhitsauksen digitaalinen seuranta

- Hitsausautomaatti

Työn tarkoituksena oli tutkia ja kehittää Vahterus Oy:n ohutlevyhitsaamisen seurantaa parihitsausautomaatissa, joka hitsaa lämmönsiirtimen levyjä yhteen levypareiksi. Automaatin keräämää hitsausprosessin dataa on tarkoitus hyödyntää laadunvalvontaan.

Työssä tutkitaan parihitsausautomaatin hitsauksen nykyistä tiedonkeruuta ja etsitään sille käytännönläheisiä kehitysideoita. Tuotantolaitteiden lisääntyessä yritykselle toteutetaan myös oma automaatioverkko, johon työn kohteena oleva automaatti yhdistetään.

Työ antoi yritykselle kehitysideoita tiedonkeruun tehokkaammasta hyödyntämisestä hitsauksen laadunvalvonnassa. Eri kehitysideoita voi viedä jatkossa projektinomaisesti eteenpäin. Automaatioverkon perustaminen ja koekäyttö helpottaa niin nykyisten kuin uusien koneiden yhteyksien rakentamista ja turvallistamista.

Asiasanat:

Mittausjärjestelmä, Tiedonkeruu, Automaatioverkko

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2023 | 38

Tapio Pahikka-aho

Digital monitoring of sheet metal welding

- Plate pair welding machine

The purpose of the thesis was to research and develop sheet metal welding monitoring in an automated plate pair welding machine of Vahterus Oy. The machine welds two heat exchanger plates to pairs and collects data of the process to inspect the quality.

This thesis investigates the present welding data monitoring system and researches several ways to develop it. Due to growing production and therefore the increasing number of machines, automation control network was created.

The results provide the company with information on developing the welding monitoring. The goal is to be able to inspect the quality better. These results can be used as projects one by one. The control network will assist establishing and securing connections of new and older production devices.

Keywords:

Measuring system, Data collection, Control network

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	6
1 Johdanto	7
2 Vahterus	8
2.1 Esittely	8
2.2 Koneseuranta Gema	9
3 Hitsaus	10
3.1 TIG-Hitsaus	10
3.2 Hitsausohjeet	10
3.3 Laatu	11
4 Mittausjärjestelmät	13
4.1 Järjestelmien rakenne yleistä	13
4.2 Tietovarastot	15
4.3 Analytiikka	17
4.4 Palvelumuodot	18
4.5 Tiedonsiirtomenetelmä OPC UA	19
5 Hitsausautomaatin tiedonkeruu	21
5.1 Nykytilanteet	21
5.1.1 Verkkorakenne	21
5.1.2 Tiedonkeruu	21
5.1.3 Tarkistettavien levyparien merkintä	25
5.2 Kehitysideat	26
5.2.1 Automaatioverkko	26
5.2.2 Tiedonkeruun parannukset	26
5.2.3 Koneoppiminen	27
5.2.4 Tiedon hallinta ja laatu	28
5.2.5 Tarkastettavien levyparien merkintä	30

5.3 Toteutus	31
5.3.1 Automaatioverkko	31
5.3.2 Tiedonkeruu	33
5.3.3 OEE-luku	33

6 Yhteenveto	36
---------------------	-----------

Lähteet	37
----------------	-----------

Kuvat

Kuva 1. Levylämmönsiirtimen rakenne.	8
Kuva 2. Parihitsausautomaattien koneseurannan etusivu.	9
Kuva 3. OEE/KNL-luku (Vossi 2023).	12
Kuva 4. Automaatiojärjestelmän liitynnät (Suomen Automaatioseura ry 2007, 10).	13
Kuva 5. Automaatiojärjestelmän rakenne. (Suomen automaatioseura ry 2007, 11)	14
Kuva 6. Palvelumallit (ISPsystem 2023)	19
Kuva 7. OPC kommunikointi (OPC Router 2022).	20
Kuva 8. Parihitsausautomaatti.	22
Kuva 9. Yksittäisen hitsin tarkastelu.	23
Kuva 10. Pidemmän aikavälin tarkastelu.	23
Kuva 11. Parihitsauksen koneseuranta.	24
Kuva 12. Raporttityökalulla levyparien määrä.	25
Kuva 13. Raporttityökalulla ajotilat.	25
Kuva 14. Reseptien hallinta.	27
Kuva 15. Mittauskeskus ja hitsauskoneet.	30
Kuva 16. Tuotantoautomaatin yhteydet.	32
Kuva 17. OEE-Laskenta koneseurannassa.	34

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

Lyhenne	Lyhenteen selitys (Lähdeviite)
DCS	Hajautettu automaatiojärjestelmä (Suomen Automaatioseura ry 2007)
DMZ	Demilitarized Zone, eteisverkko (Suomen Automaatioseura ry 2021)
ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä (Suomen Automaatioseura ry 2007)
MES	Manufacturing Execution System, valmistuksen ohjausjärjestelmä (Suomen Automaatioseura ry 2007)
MFA	Multi-Factor Authentication, monivaiheinen tunnistus (Suomen Automaatioseura ry 2021)
OEE / KNL	Overall Equipment Effectiveness, tuotannon tehokkuuden mittaluku. Suomennettuna käytettävyyys, nopeus ja laatu (Pinja)
OPC	Open Platform Communications, alustariippumaton tiedonsiirron standardi (OPC Foundation)
PLC	Ohjelmoitava logiikka (Suomen Automaatioseura ry 2007)
TIG	Tungsten Inert Gas, hitsausprosessi (Kempfi)
VLAN	Virtual Local Area Network, virtuaalinen lähiverkko (Suomen Automaatioseura ry 2010)
VPN	Virtual Private Network, suojatun verkkoliikenteen tekniikka (Suomen Automaatioseura ry 2010)
WPS	Welding Procedure Specification, hitsausohje (SFS-EN ISO 3834-2)

1 Johdanto

Opinnäytetyössä tutkitaan Vahterus Oy:n tuotantolaitteen parihitsausautomaatin hitsausprosessin tiedonkeruuta ja selvitetään, miten sitä voidaan kehittää tulevaisuudessa. Tuotannon kasvaessa koneita ja laitteita liittyy yrityksen toimistoverkkoon kasvavissa määrin, joten myös laitteiden parempi hallinta ja tietoturva tulevat enemmän ajankohtaiseksi.

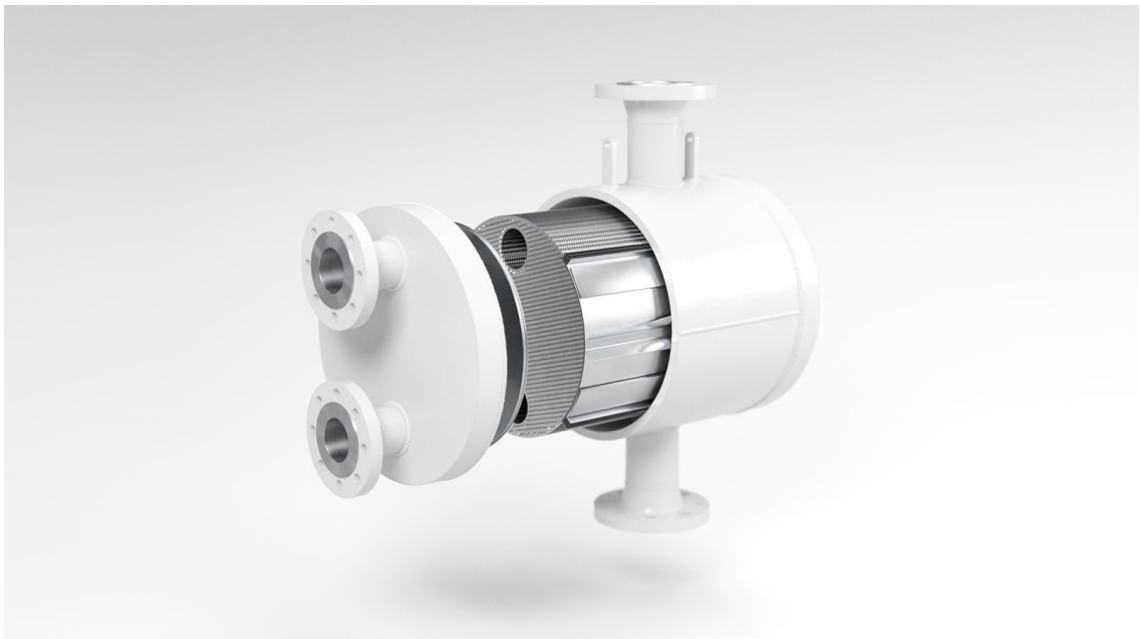
Tuotantokoneiden niin kuin hitsausprosessienkin tiedonkeruu yleistyy jatkuvasti ja tässä yritys haluaa olla mukana. Tietoa voidaan kerätä helposti ilman varsinaista laitteiden älykkyyttä, mutta kerätyn tiedon käyttö hyödyksi esimerkiksi koneoppimisen kautta tekee laitteista varsinaisesti älykkäitä. Tiedonkeruu vaatii erilaisia laitteita, ohjelmistoja ja tiedonsiirtoyhteyksiä, joten niihin liittyy paljon erilaisia aiheita sekä termejä, joita tässä työssä yritetään avata lukijalle.

Työn kohteena olevia parihitsausautomaatteja on yrityksellä käytössä viisi kappaletta, joten tiedonkeruun kehitysideoita pitää miettiä niin, että ne voidaan viedä kaikille näille koneille toimivaksi.

2 Vahterus

2.1 Esittely

Vahterus Oy on vuonna 1990 perustettu hitsattuja levylämmönsiirtimiä valmistava suomalainen perheyrius. Tuote on asiakkaan tarpeiden mukaan räätälöity täysin hitsattu levylämmönsiirrin, joka on kompakti, kestävä ja energiatehokas. Yrityksen suunnittelema ja valmistama tuotteita käytetään yli 50 maassa erilaisissa prosessi-, kemia-, kylmä- ja energiatekniikan prosesseissa. Suomessa ja tytäryhtiöissä Yhdysvalloissa, Iso-Britanniassa, Saksassa ja Kiinassa yritys työllistää yhteensä yli 350 henkilöä. Yritys pyrkii olemaan levylämmönsiirron edelläkävijä ja siksi panostaa vahvasti tuotekehitykseen, tuotannon automatisointiin ja vahvaan tuotteen sovellusosaamiseen. Se on saanut useita kansainvälisiä palkintoja ja patenteja. (Vahterus 2022)



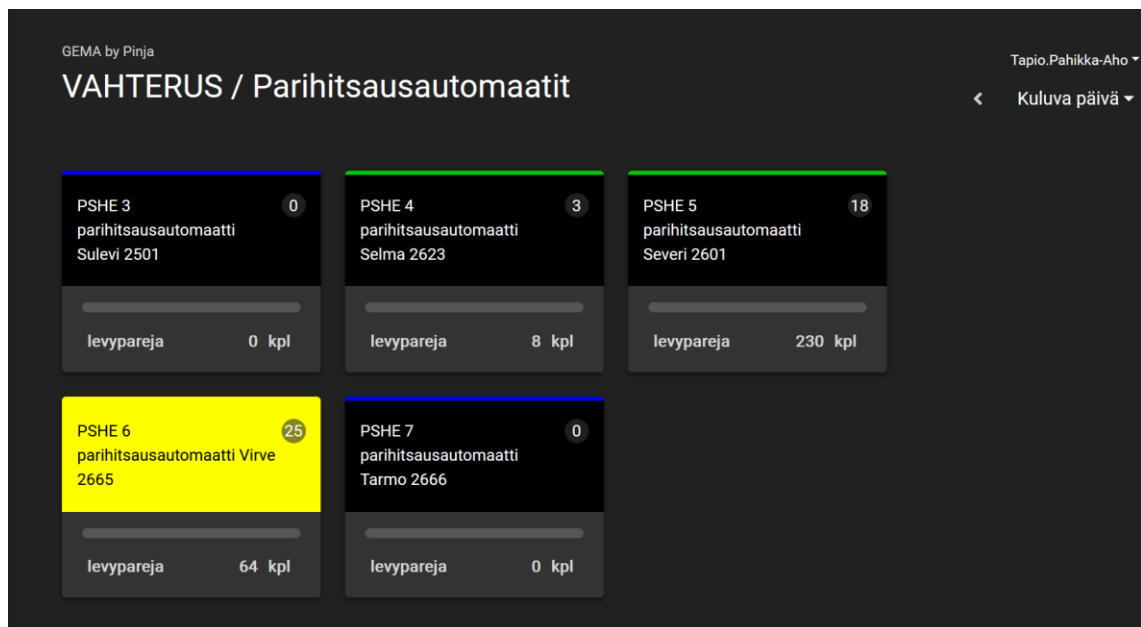
Kuva 1. Levylämmönsiirtimen rakenne.

Vahteruksen toimintatapoihin on alusta asti kuulunut omien tuotantolaitteiden suunnittelu ja valmistus. Teknologia-osasto vastaa tuotantokoneiden

suunnittelusta, hankinnasta, valmistuksesta ja kunnossapidosta tuotannon tarpeiden mukaan. Tämän vuoksi tuotantolaitteet ovat aina räätälöityjä juuri yrityksen omiin tarpeisiin ja niiden huolto sekä jatkuva kehittäminen on mahdollista oman henkilökunnan voimin.

2.2 Koneseuranta Gema

Vahterus Oy on toteuttanut ohutlevyhitsauksen koneseurannan Pinja Oy:n Gema by Pinja -tiedonkeruu järjestelmällä. Tuotantoautomaateista kerätään ajotilat, valmistuneiden tuotteiden määrät ja pysähdysten syyt. Pysähdysten syitä annetaan käsin tabletin avulla, mutta järjestelmä voi luokitella pysähdyksiä myös automaattisesti. Näistä kerätyistä tiedoista selviää koneiden käyttöasteet, pysähdyssyyt ja valmistuneiden levyjen määrät. Koneiden tiloja ja raportteja voidaan käsitellä selainpohjaisella käyttöliittymällä. Koneiden liitynnät on toteutettu verkkoyhteyksillä automaattien ohjausjärjestelmään tai erillisten verkkoon liitettävien I/O-moduulien avulla.



Kuva 2. Parihitsausautomaattien koneseurannan etusivu.

3 Hitsaus

3.1 TIG-Hitsaus

TIG-hitsauksessa kappaleet yhdistetään toisiinsa sulamattoman volframielektrodin ja kappaleen välisen valokaaren avulla. Prosessissa käytetään yleensä suojakaasuna hitsaukseen vaikuttamatonta inerttiä kaasua argonia, joka suojaa hitsin lisäksi elektrodia hapettumiselta. Lisäaine ei ole pakollinen, mutta sitä voidaan syöttää hitsiin joko käsin erillisenä puikkona tai mekaanisessa hitsauksessa erillisellä langansyöttölaitteella. Hitsausprosessi voidaan helposti mekanisoida kiinnittämällä poltin kuljetuslaitteeseen. (ESAB 2022, Kemppi 2022.)

TIG-hitsauksen yleisiä käyttökohteita ovat vaativien ja ruostumattomien putkien hitsaukset, ohutlevymateriaalien ja erikoismateriaalien hitsaukset, yleisesti ohuiden materiaalien hitsaukset ja pienet korjaushitsaukset. TIG-hitsausta käytetään myös, kun hitsin ulkonäöllä on merkitystä. Hitsauksen vaativuus kasvaa käytettäessä lisäainetta, jota pitää lisätä hitsisulaan joko tipoittain tai jatkuvana liikkeenä samalla kun poltinta liikutetaan. (Kemppi 2020.)

3.2 Hitsausohjeet

Hitsausohjeita (WPS) käytetään hitsauksen suunnittelussa, hitsauksen aikana ja hitsauksen jälkeen laadunvalvonnassa. Ohjeiden tarkoitus on varmistaa, että kaikki hitsaajat käyttävät samoja tuotantoon hyväksytyjä säätöarvoja, vaikkakaan ne eivät takaa sitä. WPS sisältää kaikki oleelliset tiedot hitsin suorittamiseen mm. perusaineen, ainevahvuuden, railonmuodon ja -valmistuksen, hitsausprosessin ja -aineet, säätöarvot, palkojärjestyksen, työlämpötilat ja lämpökäsittelyt. Hitsausohjetta edeltää alustava hitsausohje (pWPS), joka voidaan hyväksyä varsinaiseksi hitsausohjeeksi käyttämällä erilaisia hyväksymistapoja. Näitä tapoja ovat mm. käyttää testattuja hitsausaineita, aiempaa hitsauskokemusta, menetelmäkoetta, esituotannollista

koetta tai standardimenetelmää. Jokaiselle näille on olemassa oma standardinsa, josta selviää toteutustapa ja vaatimukset. (Lepola & Makkonen. 2005, 68–69.)

3.3 Laatu

SFS-EN ISO 3834-2 Standardi määrittää metallien sulahitsauksen laatuvaatimuksia. Vaatimukset koskevat mm. hitsaustoimintoja ja -aineita, henkilöstöä ja alihankintaa, tarkastusta ja testausta, laitteistoa, huoltoja, kalibrointeja, validointeja, tunnistettavuutta, jäljitettävyyttä ja dokumentointia. (SFS-EN ISO 3834-2.) Dekra on sertifioinut Vahterukselle ISO 3834-2 standardin.

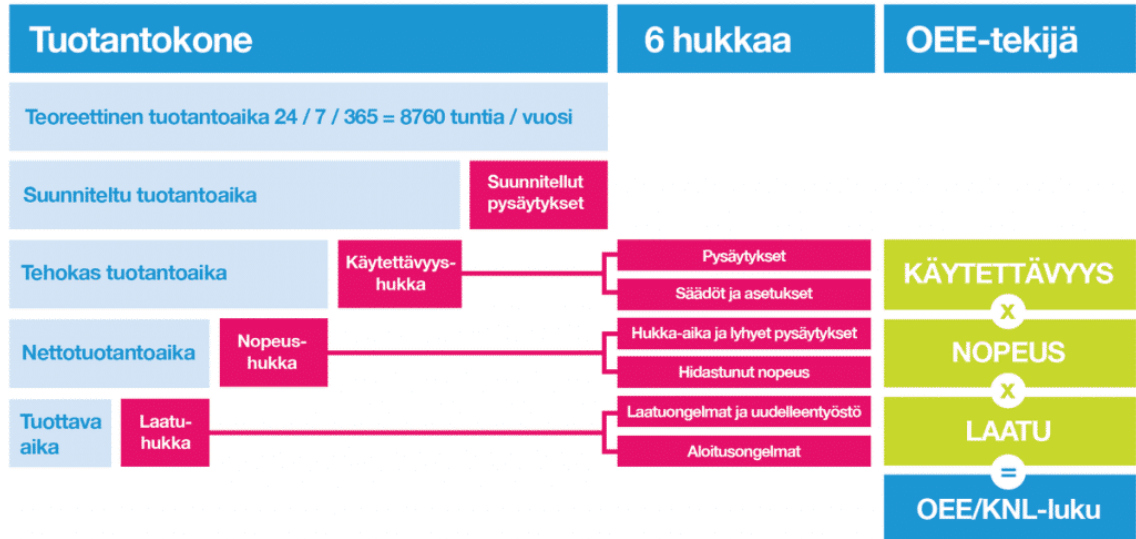
Koneenrakennuksen ja yrityksen kunnossapidon näkökulmasta standardista nousee esille laiteluettelot, -huollot, kalibroinnit ja validointi.

Laiteluettelossa pitää olla konepajan oleelliset tuotannon laitteet ja kaikki tärkeimmät laitteet, joista voidaan päätellä konepajan kapasiteetti ja suorituskyky. Hitsausvirtalähteistä riittää lukumäärä tiettyä prosessia kohden. Uusien laitteiden pitää olla sovellukseen sopiva ja ne pitää testata ennen käyttöä ja dokumentoida niille määrättyjen standardien mukaan, jos mahdollista. Laitteiden huolloista pitää olla dokumentoitu suunnitelma. Huoltotarkastuksilla varmistetaan hitsausohjeissa oleviin hitsausparametreihin vaikuttavien laitteiden toimivuus. (SFS-EN ISO 3834-2, 8–9.)

Tuotannon tehokkuutta voidaan mitata OEE-luvulla, joka suomennetaan käytettävyyttä, nopeus ja laatu -luvuksi. Näitä kolmea arvoa voidaan käyttää arvioimaan niin yksittäisen laitteen kuin kokonaisen tuotantolaitoksen tehokkuutta. Täydellisessä tilanteessa luku olisi 100 %, mutta on mitattu, että todellisuudessa valmistavan teollisuuden KNL-luku on n. 60 % ja yli 85 % saavuttavat ovat jo erittäin tehokkaita. Laskennassa täytyy aluksi selvittää teoreettiset maksimit koneen arvoille. Tämän jälkeen selvitetään koneen

käyntitietoja esimerkiksi keräämällä niitä koneen ohjausjärjestelmästä. Kerättyjen tietojen ja teoreettisten maksimien avulla lasketaan sen hetkiset prosentuaaliset arvot, joista keskenään kerrottuna saadaan tulokseksi tehokkuuden KNL-luku. (Pinja 2022.)

OEE = Overall Equipment Efficiency

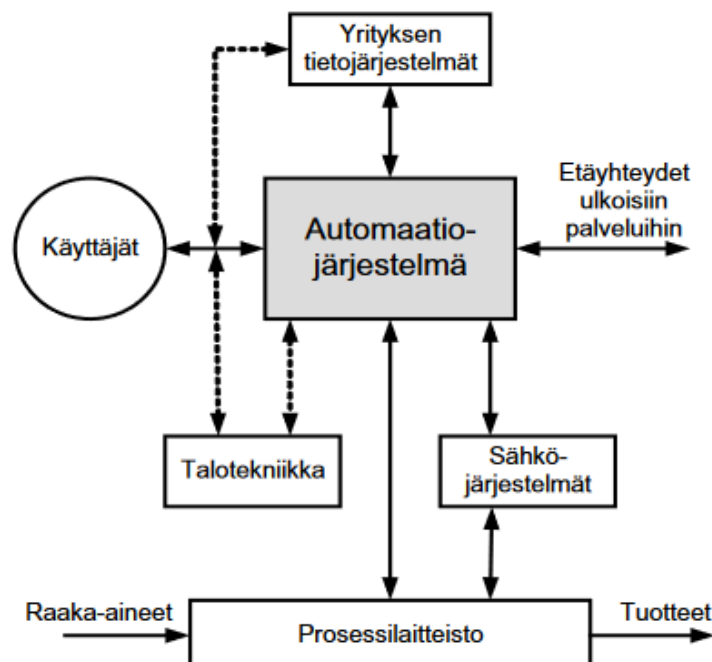


Kuva 3. OEE/KNL-luku (Vossi 2023).

4 Mittausjärjestelmät

4.1 Järjestelmien rakenne yleistä

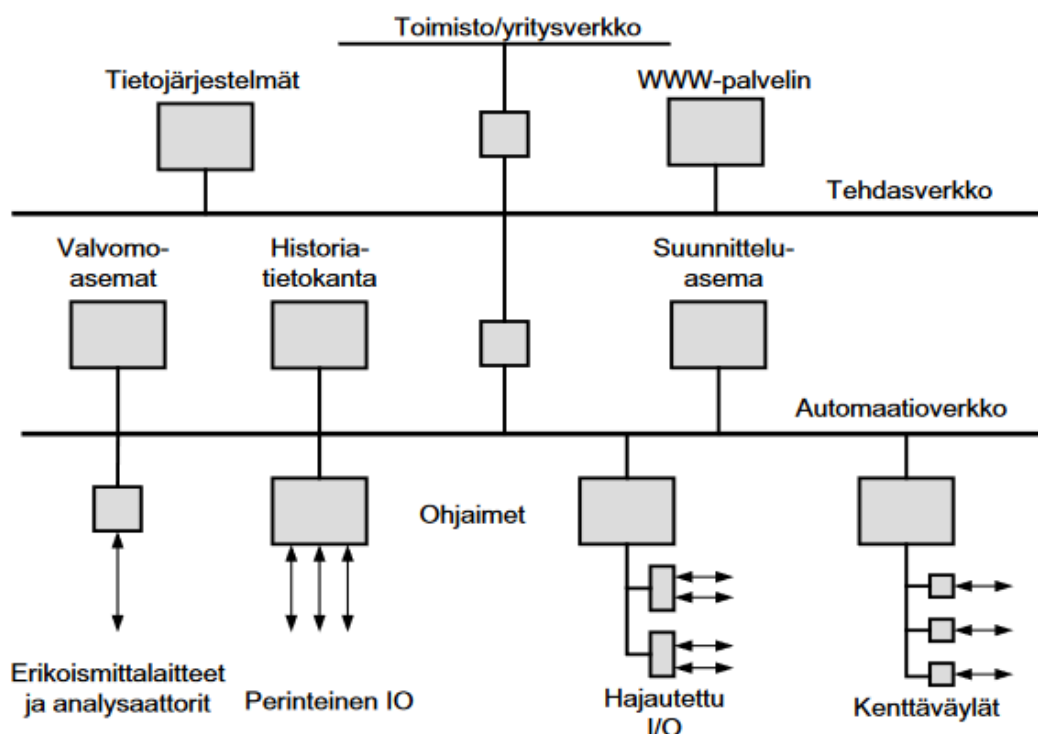
Automaatiojärjestelmä (kuva 4) koostuu erilaisista kaupallisista tuotteista mm. ohjelmoitavista logiikoista, käyttöliittymälaitteista, hajautetuista ohjausjärjestelmistä, tietokoneista, ohjelmistoista sekä tiedonsiirtoverkoista ja verkkolaitteista. Järjestelmä hallitsee tuotantoprosessia erilaisten antureiden ja toimilaitteiden (prosessilaitteisto) kautta. Sillä on yhteys sähköjärjestelmiin esimerkiksi moottorienohjauksien kautta. Erilaisia liityntöjä tarvitaan esimerkiksi koneiden kunnonvalvonnan ja kiinteistöautomaation järjestelmiin. Yrityksen tietojärjestelmiin yhteys voidaan tarvita tuotannonohjausta (ERP) tai valmistuksen ohjausta (MES) varten. Etäyhteydet ovat yleistyneet ja niiden avulla voidaan suorittaa mm. kunnonvalvontaa ja etähallintaa. (Suomen Automaatioseura ry 2007, 10.)



Kuva 4. Automaatiojärjestelmän liitynnät (Suomen Automaatioseura ry 2007, 10).

Kokonaisuuden voi jakaa karkeasti kolmelle tasolle (kuva 5), kenttälaitteille ja kenttäväylille, ohjaimille ja käyttöliittymille ja tuotannonhallinnan tietojärjestelmille (Suomen Automaatioseura ry, 11). Ohjaimien ja asemien tiedonsiirto tapahtuu automaatiöväylän kautta. Verkon rakenne vastaa käytännössä toimistojen tietoverkkoa. (Kippo & Tikka. 2008, 13.)

Trendinä näkyy toimintojen hajautuminen älykkäille laitteille lähemmäs ohjattavaa prosessia. Esimerkkeinä sulautetut järjestelmät ja älykkäät kenttälaitteet. Langattomien yhteyksien ja etäpalvelujen tarve kasvaa järjestelmien hajautuessa jopa maantieteellisesti isolle alueelle. Tämä kasvattaa tarvetta järjestelmien keskinäisille integroinneille, jolloin eri valmistajien järjestelmien on voitava keskustella keskenään. Verkottoituminen tuo lisään myös haasteet automaation tietoturvalle. (Kippo & Tikka. 2008, 13)



Kuva 5. Automaatiojärjestelmän rakenne. (Suomen automaatioseura ry 2007, 11)

Automaatioverkko erotetaan toimistoverkosta omaksi verkokseen palomuurin avulla. Tämä rakenne suojaa molempia verkkoja häiriöltä ja liikenteen valvonta

helpottuu kun liikenne kulkee verkkojen välillä vain yhtä reittiä pitkin. Palomuurina voi toimia erillinen laite tai palomuurin toimintoja voi sisältyä verkkolaitteeseen. Automaatioverkosta ei sallita pääsyä Internetiin. Periaatteena on, että estetään kaikki liikenne ja sallitaan vain tarvittava laitteiden välillä. Automaatioverkko jaetaan vielä osajärjestelmien alueisiin esimerkiksi laitteiden tai toimintojen mukaan. Tämä voidaan toteuttaa ilman erillisiä laitehankintoja virtuaalisen lähiverkon avulla (VLAN). (Suomen Automaatioseura ry 2010, 79–81.)

Tärkeimmät verkon suojaustoimet ovatkin juuri verkkotason suojaus ja pääsynhallinta. Ilman näitä lisäsuojat menettävät luotettavuutta. Verkkotason suojauksella verkko erotetaan muista verkoista ja pääsynhallinnalla annetaan vain todennetuille käyttäjille tai laitteille yhteys verkkoon.

Yksinkertaisuudessaan tämä voidaan toteuttaa yhdellä VPN-laitteella, jolla verkot erotetaan sekä tunnistetaan sallittu yhteys käyttäjätunnuksen ja salasanan avulla. Lisäsuojausta voidaan tuoda monivaiheisella tunnistuksella (MFA), johon sisältyy käyttäjän tunnistus esimerkiksi sertifikaatilla tai erillisellä pin-koodilla. Käyttäjien hallinnassa suositaan henkilökohtaisia tunnuksia sopivilla käyttöoikeuksilla ja vaihtuvilla salasanoilla. Verkkotasolla lisäsuojaa voidaan tuoda toteuttamalla eteisverkko (DMZ), jonka kautta yhteys kulkee verkkojen välillä. (Suomen automaatioseura ry 2021, 74–75.)

4.2 Tietovarastot

Tietoa voidaan kerätä eri laitteilta ja antureilta hyvin paljonkin ja sitä voidaan käsitellä joko paikallisesti tai viedä internetin kautta analytiikkapalveluun. Jos tietoa halutaan käyttää nopeasti eri tuotantolaitteiden välillä, voidaan käyttää apuna gateway eli yhdyskäytävä mallia. Gateway-laite voi olla tietokone, joka on yhteydessä automaatioverkon laitteisiin, joista tietoa kerätään ja se suodattaa kerättävästä raakatiedosta sen osan mikä jää tuotantolaitteiden käytettäväksi ja mikä viedään analytiikkapalveluun. Etuna on myös ylimääräisen tietoliikenteen väheneminen verkossa suodatuksen ja pakkaamisen takia.

Vikatilanteissa laite voi puskuroida tietoa ja lähettää ne eteenpäin yhteyden palautuessa normaaliksi. (Collin & Saarelainen. 2016, 191.)

Itse tietokannat voidaan jakaa kahteen ryhmään, tarkkaan määriteltyyn SQL-rakenteeseen ja vapaasti määriteltävään No-SQL-rakenteeseen. Perinteisiä tarkkaan määriteltyjä tietokantoja ovat esimerkiksi MySQL, Oracle ja Microsoft SQL. Tieto näille tallennetaan ennalta määrättyllä tavalla taulukkoon ja sarakkeeseen datan tyyppin mukaan. No-SQL vapaampana tietokantana taas antaa joustavuutta tiedonkeruulle. Se sallii tiedon erimuotoisuuden ja ennalta määrittämättömyyden, jolloin voidaan tallentaa erilaisia anturitietoja, tekstejä, kuvia ja tiedostoja. Tämän takia No-SQL-tietokannat ovat kasvaneet lähivuosina ja niitä ovat esimerkiksi MongoDB ja PostgreSQL. (Collin & Saarelainen. 2016, 197–199.)

Kun kerätään paljon tietoa perinteiseen tietokantaan pitää skaalautuvuudesta pitää huolta erilaisilla työkaluilla. Vapaammassa tietokannassa tieto taas ei ole niin ehyttä kuin perinteisessä tarkassa kannassa, joten tiedon hakutoiminnot ovat hieman hitaammat. Molempien tietokantatyyppeiden heikkouksia voidaan kuitenkin parantaa erillisillä toiminnoilla ja työkaluilla. (Collin & Saarelainen. 2016, 197–199.)

Teollisen internetin ja isojen tietomäärien keräyksen yhteydessä puhutaan big datasta, joka tarkoittaa isoja ja sekalaisia tietomassoja. Tälle nimitykselle ei ole kuitenkaan hyväksytty tarkkaa tavumäärää, jonka ylittyessä nimitystä käytettäisiin. Tietokannoissa isojen massojen keräämisessä käytetään Hadoop-järjestelmää, jossa tieto pilkotaan useamman palvelimen klusteriin. Tieto hajautetaan useampaan paikkaan ja se on redundanttinen. (Collin & Saarelainen. 2016, 200.)

Tietovarasto voi sijaita joko pilvipalvelussa tai yrityksen omalla palvelimella. Pilvipalvelun etuna on sen tallennuskapasiteetin hinta, työkalut hallintaan, visualisointiin ja analysointiin sekä yhteensopivuus eri tietovirroille. Kyseinen palvelu ei kuitenkaan välttämättä sovellu, jos tallennettu tieto pitää olla koneen

ohjauksessa reaaliaikaisesti saatavilla tietoliikenteen viiveiden tai mahdollisen katkeamisen takia. (Collin & Saarelainen. 2016, 202.)

4.3 Analytiikka

Analytiikan kannalta on aluksi tärkeää pohtia mitä tietoa ja miksi sitä halutaan kerätä. Näiden pohjalta päätetään, minkälaisessa muodossa tieto kerätään, mitä sen analysointi vaatii ja miten tuloksia esitetään. Tietoa on kerätty jo pitkään ja algoritmeja sen tutkimiseen on olemassa paljon, mutta ongelma on tiedon hyödyntäminen oikeasti osaksi tehokasta liiketoimintaa. Tuloksien pitää hyödyntää liiketoimintaa tarjoamalla tiedot tehokkuudesta ja laadusta sekä tarjota mahdollisesti ennusteita. Tämä mahdollistaa tiedolla johtamista. (Collin & Saarelainen. 2016, 206.)

Perinteinen tapa on ollut tutkia tietoa laitteen häiriötilanteen ympäriltä, mikä tilanne johti itse häiriöön. Tämä perustuu anturisignaalien tiedon historialliseen vertailuun. Kun tietoja tutkitaan, löydetään jokin indikaattori tai trendi, josta voidaan luoda automaattinen hälytys seuraavaa kertaa varten. Tehokkaaksi analytiikan tekee, kun pystytään luomaan matemaattinen algoritmi ja viemään se laitetasolle, jolloin laitteesta tulee itsenäisesti älykäs. (Collin & Saarelainen. 2016, 208.)

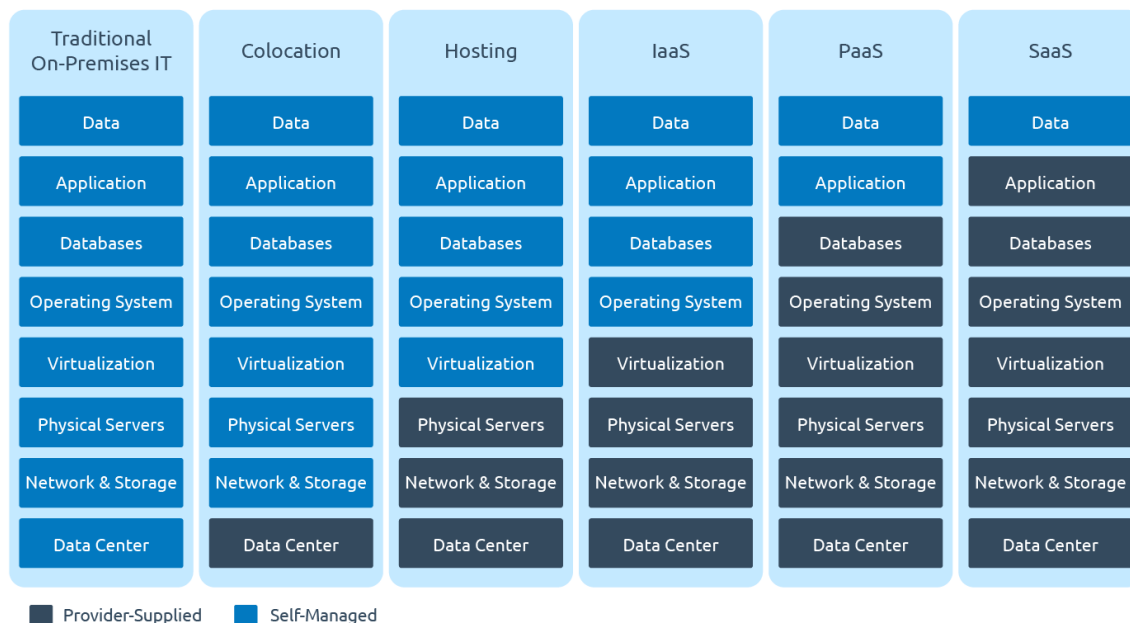
Tietoa voidaan analysoida joko staattisesti tai liikkeessä. Staattinen analysointi suoritetaan yleensä pilvessä käyttäen sinne tallennettua tietovarastoa, jolloin tietoa ei käytetä heti hyödyksi reaaliaikaisesti. Liikkeessä tapahtuvaa analysointia voidaan hyödyntää koneen ohjaamiseen reaaliaikaisesti ja tietoa voidaan silti tallentaa vaikka pilveen pidempiaikaista tarkastelua varten. (Collin & Saarelainen. 2016,209–210.)

Koneoppimisessa laite tarkkailee ympäristöään ja oppii itsenäisesti havaitsemaan esimerkiksi tulevat vikaantumiset. Oppimisessa on käytössä eri menetelmiä, joilla kone oppii itsenäisesti tunnistamaan haluttuja asioita. Koneoppimistakin nopeampia menetelmiä ovat suoraan tietokoneen keskusmuistissa tapahtunut analysointi ja tietojen analysointi samalla kun niitä

siirretään vasta palvelimelle. Nämä ovat arvokkaampia toteuttaa ja niitä käytetään esimerkiksi rahoitusmaailman tarpeissa. (Collin & Saarelainen. 2016, 210.)

4.4 Palvelumuodot

Datan tallennusta ja käsittelyä koskevat palvelumuodot voidaan jakaa eri kategorioihin asiakkaan ja palveluntarjoajan vastuualueiden mukaan. Perinteisessä mallissa asiakas vastaa ja hallinnoi itse koko järjestelmää omissa tiloissaan (On-Premises IT -malli). Asiakkaan laitteet voivat sijaita palveluntarjoajan konesalissa (Colocation-malli) tai palveluntarjoaja voi vastata myös niistä ja toimittaa lisäksi verkkoinfrastruktuurin (Hosting-malli). IaaS (Infrastructure as a Service) -mallissa palveluntarjoaja tuottaa virtuaaliset palvelut esimerkiksi laskentakapasiteetin ja tallennustilan asiakkaalle. PaaS (Platform as a Service) -mallissa palveluntarjoajan vastuulla on lisäksi tarjota sovellus-, tietokanta- ja kehitysalustoja. Kaikkein kattavimmissa, internetin yli joko selaimella tai integraatorajapintojen kautta käytettävissä palveluissa, kyse on Saas (Software as a Service) -mallista. Näitä SaaS-palveluita voi tarjota mikä tahansa yritys ja yleisesti ne käyttävätkin taustalla tärkeimpien pilvipalvelutarjoajien IaaS- tai PaaS-palveluja. (Suomen automaatioseura ry 2021, 147–145.) Palvelumuodoista puhuttaessa yleisesti käytössä ovat IaaS-, PaaS- ja Saas-mallit. Kuvassa 6 on tiivistetty palvelumuotojen vastuualueet.



Kuva 6. Palvelumallit (ISPsystem 2023)

4.5 Tiedonsiirtomenetelmä OPC UA

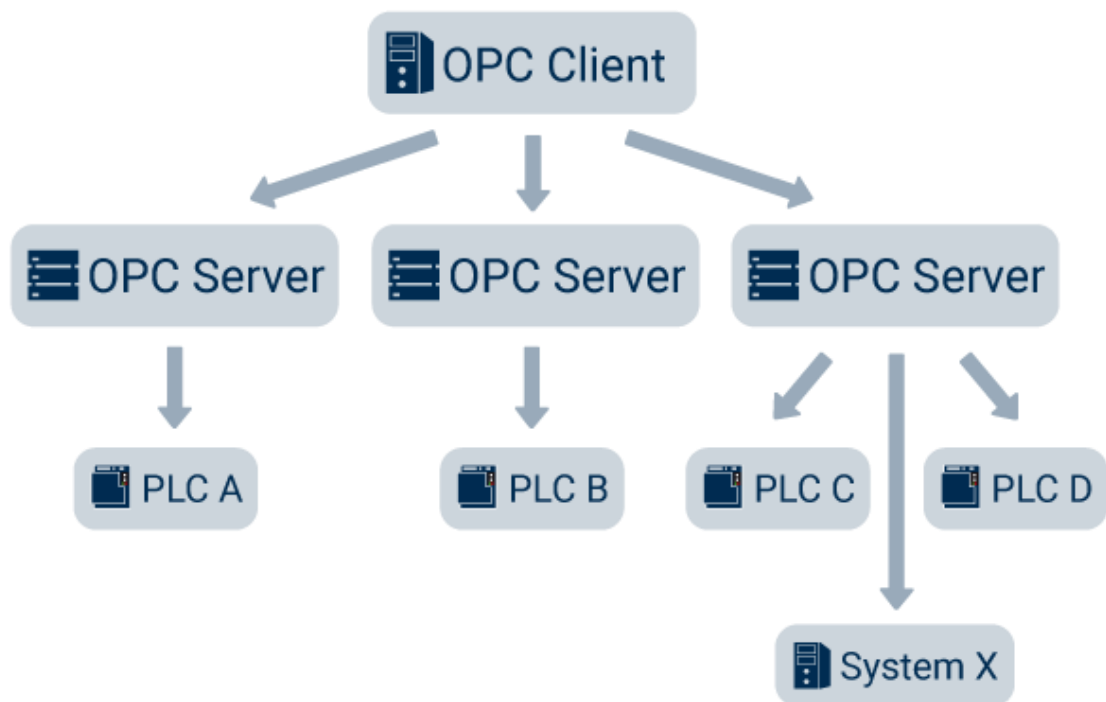
Luvussa käsitellään yleistä tiedonsiirtomenetelmää automaatio- ja tiedonkeruulaitteistojen välillä. Yleisesti tiedonsiirtomenetelmien käyttöön vaikuttavat yrityksen käytännöt, laitteiden ominaisuudet ja käyttötarve.

OPC on standardi teollisuuden laitteiden luotettavaan ja turvalliseen tiedonsiirtoon alustoista riippumatta. Standardia kehittää ja ylläpitää OPC Foundation -järjestö, joka koostuu mm. useista ohjelmisto- ja laitevalmistajista. Standardin ensimmäiset työkalut (OPC Classic) kommunikoivat teollisuuden valvontajärjestelmien ja kenttäväylien välissä ja ne oli rajoitettu vain Windows käyttöjärjestelmille. Valmistusjärjestelmien kehittyessä standardin piti vastata entistä paremmin turvallisuuden ja tietojenkäsittelyn haasteisiin, joten siitä kehitettiin uusi versio UA. (OPC Foundation 2022.)

UA (Unified Architecture) on päivitetty versio OPC C-protokollasta ja se käyttää pääsääntöisesti tiedonsiirtoon binääristä TCP/IP-menetelmää. OPC UA:n

suosio on kasvanut sen avoimuuden, laiteriippumattomuuden, skaalautuvuuden ja turvallisuuden takia. Se onkin yksi merkittävimmistä tiedonsiirtomenetelmistä puhuttaessa teollisuuden neljännestä vallankumouksesta (Industrial 4.0) ja esineiden internetistä (IoT). (OPC Router 2022.)

Laite, jonka kanssa halutaan kommunikoida, tarvitsee palvelimen (server), joka voi olla joko laitevalmistajan sisään rakentama tai erillinen alustavapaa ratkaisu sopivilla ajureilla (kuva 7). Verkkoon sijoitettava asiakas (client) lukee palvelimelta jaettuja tietoja. Asiakkaana voi olla esimerkiksi MES- tai SCADA-järjestelmä. (OPC Router 2022.)



Kuva 7. OPC kommunikointi (OPC Router 2022).

UA:n kehityksessä turvallisuus on otettu mukaan jo suunnittelun alusta asti. Käyttäjät tunnistetaan, kommunikointi suojataan 128 tai 256 bittisellä salauksella ja viestit erillisillä salausavaimilla. Lisäksi jokainen asiakas vahvistetaan palvelimella erillisen sertifikaatin avulla. (OPC Router 2022.)

5 Hitsausautomaatin tiedonkeruu

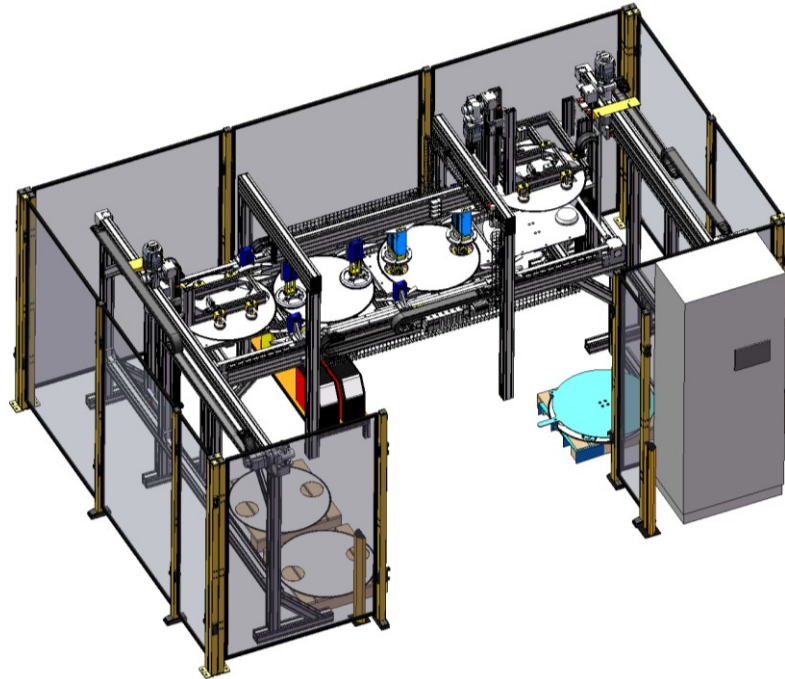
5.1 Nykytilanteet

5.1.1 Verkkorakenne

Tuotantokoneiden automaatiojärjestelmät ovat liitetty suoraan yrityksen sisäiseen toimistoverkkoon. Samassa verkossa toimii myös mm. kiinteistöautomaation laitteet, työ- ja taukopaikkojen tietokoneita, joista osa on yhteydessä internettiin. Näiden lisäksi verkosta löytyy erillisiä etäyhteyslaitteita ulkopuolisten laitetoimittajien huoltotoimenpiteitä varten. Tuotantokoneiden määrä verkossa on n. 40 kappaletta ja kiinteistöautomaation n. 30 kappaletta.

5.1.2 Tiedonkeruu

Parihitsausautomaatti (kuva 8) hitsaa kaksi levyparia yhteen kahdesta pikkureikäparista TIG-hitsausprosessilla. Hitsauksen prosessia valvotaan automaattisesti valokaaren jännitteen ja virran mittauksella sekä hitsi kuvataan konenäön avulla. Raja-arvot ovat käsin määriteltävissä koneelle materiaalikohtaisesti. Prosessiarvojen ja konenäön tuloksien pitää olla hyväksytyjä, jotta levypari viedään hyväksytyjen pinoon, muuten se menee hylättyjen pinoon. Hyväksytyt viedään suoraan tuotannossa eteenpäin ja hylätyt levyparit tarkistetaan vielä käsin hitsausoperaattorin toimesta - jos hitsissä on virheitä ne joko korjataan tai romutetaan.



Kuva 8. Parihitsausautomaatti.

Logiikka kerää hyväksytyjen ja hylättyjen levyparien määrät sekä molempien hitsauspäiden jännite- ja virta-arvot. Tiedot tallennetaan tietokoneella olevaan PostgreSQL-tietokantaan tiivistettyihin BLOP (Binary Large Object) -tiedostoihin. Erillisellä ohjelmalla voidaan hakea ja esittää graafisesti hitsaustiedot halutulta aikaväliltä koneen ohjauspaneelissa. Arvoja voidaan tarkastella automaatilta nopeammin hitsi kerrallaan (kuva 9) tai erillisellä ohjelmistolla pidemmältä aikaväliltä (kuva 10). Tiedoista nähdään hitsien hyväksyntä/hylkäys määrät ja prosessiarvojen keskiarvot, mediaanit ja varianssit.

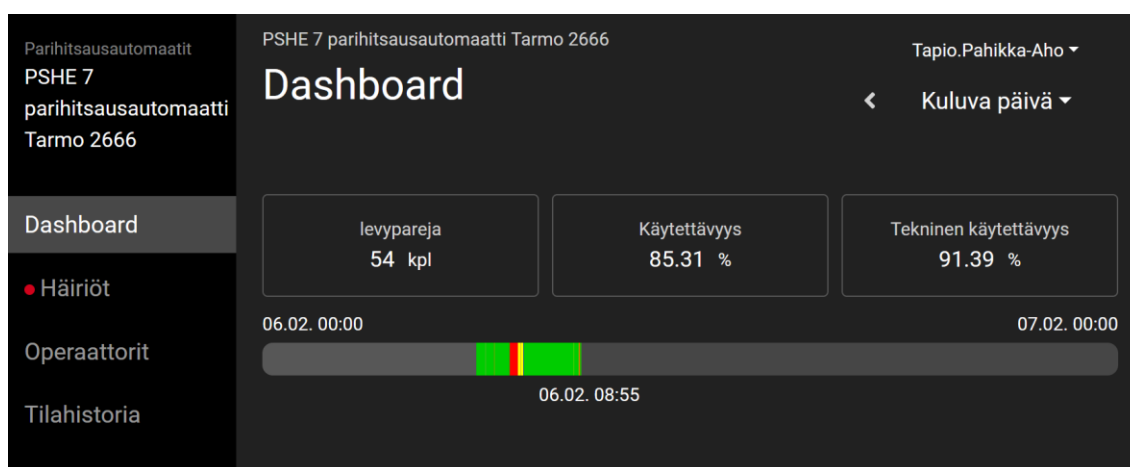


Kuva 9. Yksittäisen hitsin tarkastelu.



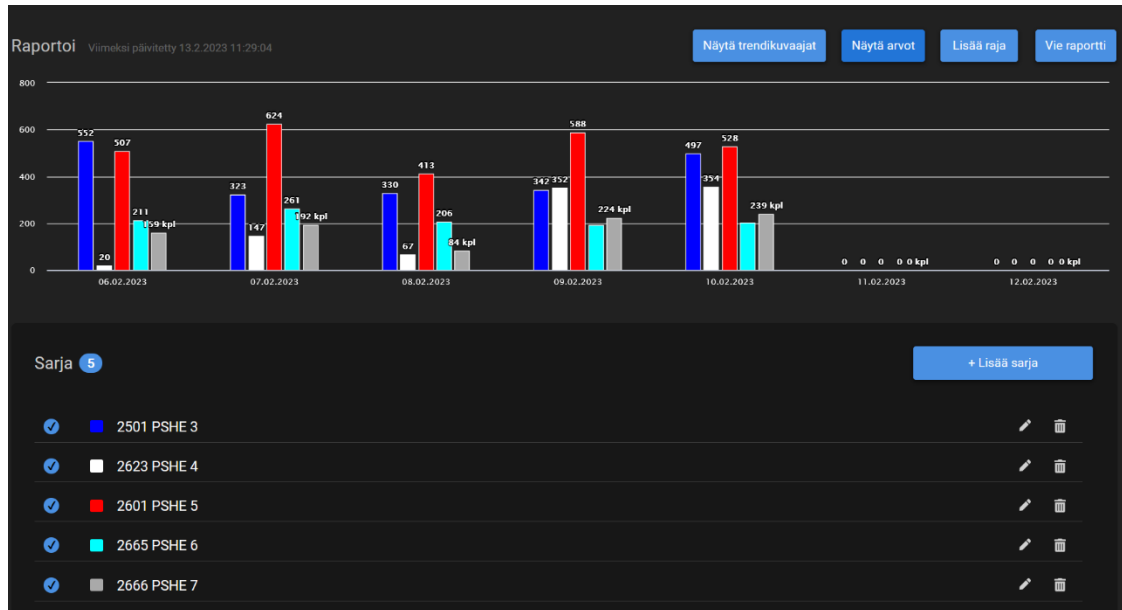
Kuva 10. Pidemmän aikavälin tarkastelu.

Koneseuranta Geman kerää parihitsausautomaatista OPC UA-yhteyden avulla ajotilan ja hitsattujen levyparien määrän. OPC-server sijaitsee parihitsausautomaatin logiikalla ja OPC-client sijaitsee yrityksen verkossa omalla palvelimellaan. Palvelimella sijaitseva client lähettää tiedot pilvipalveluun, jossa tehdään tietojen käsittely ja visualisointi. Kuvassa 11 näkyy parihitsausautomaatin tiedonkeruusivu, josta ilmenee valmistuneiden levyjen määrä ja ajotilojen perusteella lasketut käytettävyydet. Ajotilat (automaattiajo, käsiajo ja häiriö) piirtyvät sivulla eri väreillä vaakapalkkiin.

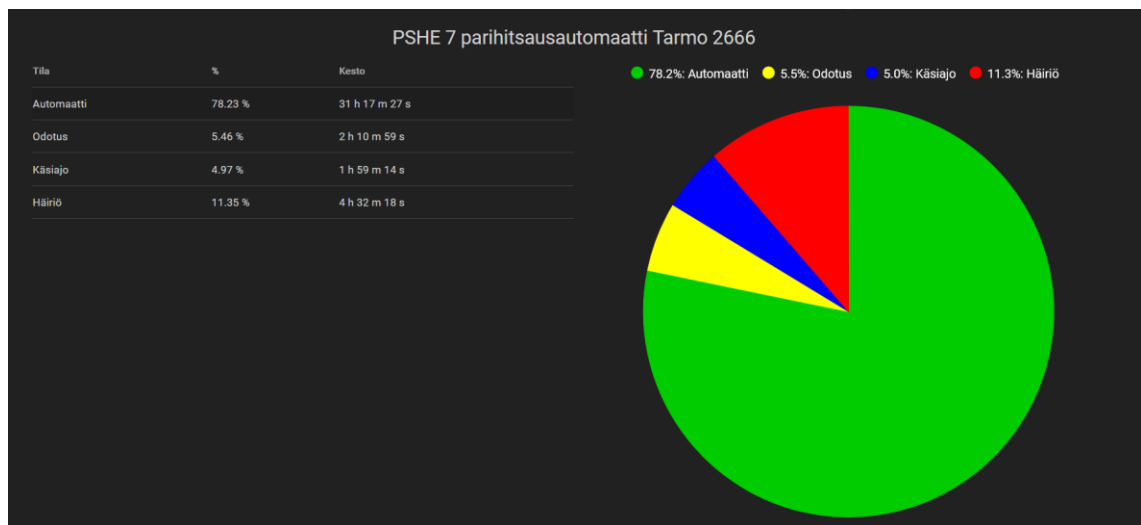


Kuva 11. Parihitsauksen koneseuranta.

Koneelta kerätyistä tiedoista voidaan muodostaa erilaisia raportteja omalla raporttityökalulla. Työkalun avulla käyttäjä voi muodostaa itse haluamistaan tiedoista raportteja. Kuvassa 12 on muodostettu esimerkiksi hitsattujen levyparien määrät viimeisen kuluvan viikon ajalta. Myös koneen ajotiloista voidaan muodostaa omat piirakkamallit (kuva 13). Jos häiriöiden syyt on raportoitu käyttäjän toimesta niin niihin pystytään porautumaan klikkaamalla häiriölohkoa piirakassa. Parihitsausautomaatista ei ole vielä häiriöiden syitä kerätty.



Kuva 12. Raporttityökalulla levyparien määrä.



Kuva 13. Raporttityökalulla ajotilat.

5.1.3 Tarkistettavien levyparien merkintä

Hitsattavia levypareja eikä yksittäisiä levyjä numeroida yksilöiksi, vaan ne seuraavat yhteistä materiaalin sulatusnumeroa läpi ohutlevytuotannon. Automaatin valvonnan hylkäämien levyjen pinosta operaattorin on vaikea arvioida yksittäisen levyparin hylkäykseen johtanutta syytä.

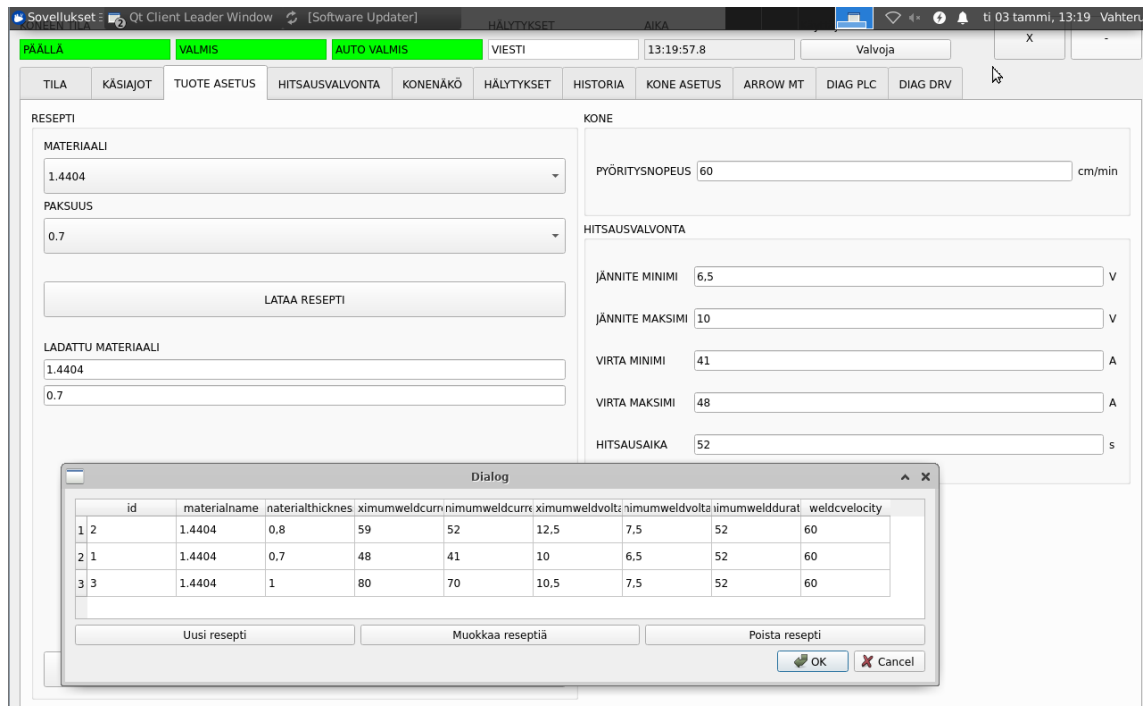
5.2 Kehitysideat

5.2.1 Automaatioverkko

Automaatiojärjestelmien ja verkkoon liitettävien laitteiden määrä tulee lisääntymään yrityksen tuotannon ja sitä tukevien järjestelmien kasvaessa. Tämän vuoksi tulisi muodostaa uusi automaatioverkkorakenne, joka segmentoidaan vielä tuotannon laitteiden mukaan. Verkko erotetaan aiemmin luvussa 4.1 määriteltyjen kaltaisten toimintojen avulla suojatuksi, jotta sinne pääsee käsiksi vain tietyillä tunnuksilla ja oikeuksilla. Eri laitetoimittajien tarvitsemat yhteydet kartoitetaan ja mahdollistetaan rajatuin yhteyksin. Tässä tilanteessa voidaan miettiä eteisverkon tarvetta, jolloin suoraa yhteyttä automaatioverkkoon ei tule mistään, vaan kaikki liikenne kulkee ensin eteisverkkoon ja siitä rajatuin oikeuksin eteenpäin. Työn suunnittelu ja toteutus tulee tehdä yhdessä yrityksen IT-organisaation kanssa.

5.2.2 Tiedonkeruun parannukset

Parihitsausautomaatin hitsausprosessin arvoja voisi hyödyntää laadun valvonnassa enemmän. Mitattuja arvoja voitaisiin verrata hitsattavan materiaalin hitsausohjeissa määritettyihin arvoihin. Hitsausohjeita ylläpidetään yrityksen palvelimella, joten ne on mahdollista hakea sieltä automaatin käytettäväksi kuvassa 14 näkyvään reseptien hallintaan. Automaatti voi esimerkiksi kerran päivässä päivittää hitsausohjeet palvelimelta ja kun resepti ladataan koneella käytettäväksi niin oikeat raja-arvot päivittyvät kenttiin.



Kuva 14. Reseptien hallinta.

Hitsausnopeus on koneella suoritettavissa hitsauksissa vakio, mutta sitä voitaisiin aiempien arvojen lisäksi myös valvoa. Kerätyistä tiedoista olisi myös mahdollista laskea kaariajat hitsauskoneille.

Levyjä ja levypareja ei numeroida tuotannossa, vaan ne seuraavat levykelan materiaalin sulatusnumeroa. Sulatusnumeron tallentaminen mittaustietojen kanssa kohdentaisi levyparit tarkemmin ja kehittäisi levyjen jäljitettävyyttä. Jatkossa näkyisi myös sulatuseräkohtaisesti, miten hitsausarvoissa on pysytty. Levyjen sulatusnumerot kulkevat paperilapulla levypienojen mukana ja ne olisi käsin syötettävä automaatille reseptin latauksen yhteydessä.

5.2.3 Koneoppiminen

Analytiikkaa ja koneoppimista voidaan kohdentaa havaitsemaan mahdollisia arvojen muutoksia. Sakari Penttilä kirjoittaa Hitsaustekniikka -lehdessä (6/2022, 4–6), että tekoälyä käytetään enimmäkseen prosessin laadun valvontaan reaaliaikaisesti, jolloin tulokset ja mahdolliset poikkeamat voidaan ilmoittaa

käyttäjälle tarkastusta varten. Koneoppi voi luoda säätökarttoja, joita voidaan taas hyödyntää hitsauksessa reaaliaikaisesti. Kun järjestelmälle opetetaan erilaisia virhetilanteiden sisältämiä prosessiarvojen muutoksia, se voi oppia havaitsemaan ja yhdistämään ne tietynlaisiin vikatilanteisiin. Penttilä mainitsee myös, että jos hitsauksen aikana käytetään takaisinkytkentää, eli vaikutetaan itse hitsaukseen reaaliaikaisesti, menee työ haastavammaksi, koska kaikki vaikuttaa suoraan laatuun. Koneälyn pitää oppia tilanteet ennen hitsausta, hitsauksen aikana ja sen jälkeen.

Jos luodulla säätökartalla halutaan vaikuttaa hitsausprosessiin, pitäisi hitsausvirtalähteen ja mahdollisesti myös hitsauspolttimen pään olla automaatin säädettävissä. Koneälyä kannattaa kehittää laadunvalvonnassa siihen suuntaan, että se havaitsisi yleisimmät hitsausvirheet ja TIG-elektrodin kulumisen. Takaisinkytkennän käyttäminen hitsauksessa vaatii suuremmat investoinnit ja muutokset laitteeseen ja hyödyt voivat vielä jäädä kannattamattomaksi.

5.2.4 Tiedon hallinta ja laatu

Kun hitsauksesta kerättyjä tietoja halutaan käyttää enemmän hyödyksi, tarvitaan siihen erillistä tietovarastoa, tiedon käsittelyä ja visualisointia. Tietojen varastointi ja käsittely kannattaa tehdä muualla kuin tuotantolaitteella, jolloin tieto on varmemmin tallessa sekä on käytössä enemmän tallennuskapasiteettia ja laskentaresursseja. Samalla tietojen visualisointiin on helpompi panostaa ja tietoa saadaan vietyä ERP- ja MES-järjestelmiin. Nämä voidaan toteuttaa joko hankkimalla yritykselle omaa laitteistoa tai vuokraamalla sitä käyttöön eri palvelumuotojen mukaan. Kaikki tämä riippuu paljon siitä, miten paljon yrityksellä on halua panostaa toimintaan ja miten nykyiset järjestelmät ovat toteutettu.

Hitsausohjeisiin perustuen vertailtu laatutieto (kohdassa 5.2.2) voidaan käyttää hyödyksi tallentamalla ne Gema-koneseurantaan, jolloin konekohtaisesti voidaan laskea ja tarkastella OEE-lukua. Tietojen vienti koneseurantaan

tapahtuisi julkaisemalla hyväksytyjen ja hylättyjen levyparien kappalemäärät logiikan OPC-palvelimella, jolloin koneseuranta pystyisi lukemaan ne. OEE-luvun laskenta kuuluu Pinjan Gema-järjestelmän perusominaisuuksiin, joten erillisiä lisenssejä ei tarvita, mutta joitain työtunteja kuitenkin tarvitaan tiedon saamiseksi käyttökelpoiseksi.

Prosessista saatujen mittausarvojen luotettavuus pitää varmistaa, joten mittalaitteiden pitää olla tarkastettuja. Validointi ja kalibrointi on mahdollista toteuttaa hitsauskoneiden validoinnin yhteydessä samanaikaisesti. Yrityksen kunnossapitojärjestelmään on mahdollista luoda automaattiset vuositarkastukset laitteille. Aluksi laitteet pitää lisätä kunnossapitojärjestelmään jäljitettävyyden mahdollistamiseksi ja mittaustarkkuus selvittää kalibrointia varten.

Hitsauskoneiden validointi tehdään yrityksen kunnossapidon koulutettujen henkilöiden toimesta Kempin ArcValidatorilla kerran vuodessa.

Validointiprosessissa laite mittaa viidellä eri tasolla hitsauskoneen arvot.

Hitsauskoneen näytön arvo saa poiketa viitearvosta mittalaitteen suurimman virran osalta $\pm 2,5$ % ja jännitteen osalta $\pm 2,5$ % tai $\pm 1,5$ V (suositeltu) (SFS-EN IEC 60974-14:2018, 9).

Normaalisti validointilaitte liitetään suoraan hitsauskoneeseen vaihtamalla maakaapeli ja moninapaliitin validointilaitteen kaapeliin ja liittimeen. Nyt kun halutaan mitata virta vasta automaatin virtasilmukan jälkeen, pitää kuvassa 15 näkyvältä mittauskotelolta hitsauspähän menevälle maakaapelille asentaa liitin, johon validointilaitteen kaapeli voidaan vaihtaa validoinnin ajaksi. Tällöin validointilaitteen ja hitsauskoneen virta kulkee automaatin virtasilmukan kautta.



Kuva 15. Mittauskeskus ja hitsauskoneet.

Validointia varten hitsausautomaatille voitaisiin luoda oma toiminto, jonka aktivoimalla automaatti kerää validointitapahtumasta mittaustiedot tietokantaan samalla tavalla kuin normaalista hitsauksesta. Kun validointi on suoritettu näitä automaatin keräämiä mittaustietoja voidaan verrata validoinnin arvoihin.

5.2.5 Tarkastettavien levyparien merkintä

Parihitsausautomaatin tarkastuksen hylkäämiin levypareihin voidaan lisätä merkintä esimerkiksi juokseva numero, väri tai näiden yhdistelmä, jonka perusteella operaattori pystyy päättelemään hylkäyksen syyn tarkistaessaan levyä käsin. Numeroa käyttäessä operaattori voi tarkistaa automaatin käyttöliittymästä hylkäyksen syyn ja arvot.

Merkintätapoja levyparin merkkamiseen löytyy erilaisista laserkaivertimista mustesuihkukirjoittimiin. Mustesuihku on kustannustehokas eikä vahingoita materiaalia ja on jälkikäteen poistettavissa puhdistusaineella kun levy on tarkastettu.

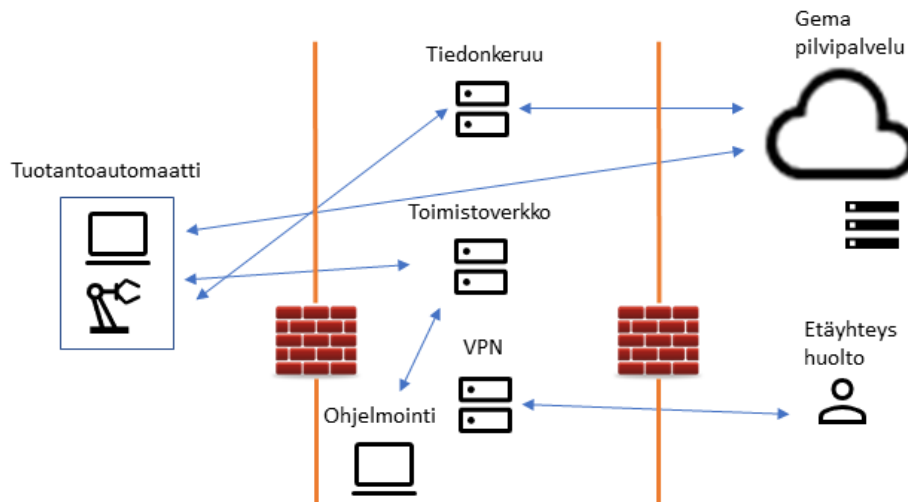
5.3 Toteutus

5.3.1 Automaatioverkko

Työ alkoi selvittämällä miten verkkorakenteen muutos kannattaa toteuttaa ja miten se tulee vaikuttamaan muihin laitteisiin jatkossa. Tässä vaiheessa tehtiin yhteistyötä yrityksen IT-osaston kanssa, jolla on käytännön tietoa eri ratkaisuista ja toteutusmahdollisuuksista. Yritys käyttää myös kolmatta osapuolta kytkin- ja laitehallinnan toteutuksessa.

Pinjaan oltiin yhteydessä Gema koneseurannan muutoksien tarpeesta. Selvisi, että kunhan tarvittavat portit ovat auki niin pienillä etäyhteyden kautta tehtävillä asetuksien muutoksilla saadaan tiedonkeruu toimimaan uudesta verkosta.

Kuvassa 16 näkyvät parihitsausautomaatin yhteydet selvitettiin ja niitä ovat mm. ohjelmointiyhteys yrityksen toimistoverkosta, koneseurantajärjestelmän Geman yhteydet tiedonkeruulle sekä kuittaussivustolle ja etäyhteys laitetoimittajan huoltoyhteydellä. Näiden yhteyksien vaatimat portit piti selvittää, jolloin vain ne voidaan aukaista liikenteelle. Tulevaisuuden tiedonsiirroille voidaan jatkossa aukaista lisää tarpeelliseksi katsottuja portteja.



Kuva 16. Tuotantoautomaatin yhteydet.

Kytkimen verkkoportti päätettiin muuttaa VLAN-portiksi, jolloin ei tarvitse tehdä erillisiä laitehankintoja. VPN-verkosta avattiin uuteen verkkoon ohjelmointia ja etäkäyttöjä varten portit 22 (SSH), 102 (Simatic), 4840 (OPC UA) ja 5901 (VNC). Ohjelmoinnissa käytettävän tietokoneen kiinteälle IP-osoitteelle avattiin vapaa pääsy toimistoverkosta automaatioverkkoon. Koneseuranta Geman tiedonkeruupalvelimelta avattiin myös täysi pääsy automaatioverkkoon. Parihitsausautomaatin uudelta IP-osoitteelta avattiin pääsy internetiin Geman kuittaussivustolle.

IT-laitekaapin kytkentärimalta lähtevä parihitsausautomaatin verkkokaapeli siirrettiin uuteen porttiin, johon oli asetukset muutettu ulkopuolisen IT-kumppanin toimesta. Tämän jälkeen parihitsausautomaatin tietokoneen komentokehoteen kautta muutettiin IP-osoite ja oletusyhdyskäytävä uuden verkon tunnukselle. Nimipalvelimen (DNS) osoite päivitettiin myös uuteen, jotta laitteen on mahdollista kommunikoida Geman kuittaussivustolle.

Kun kytkennät ja muutokset koneen asetuksiin olivat tehty, testattiin yhteyksien toimivuus yrityksen ohjelmointiin tarkoitetulla tietokoneella. UaExpert -ohjelmistolla todettiin OPC UA -yhteyden portin 4840 toimivuus ja TightVNC -ohjelmistolla portin 5901 toimivuus. Näiden jälkeen pyydettiin Pinjalta

asiantutijaa päivittämään Geman tiedonkeruuseen parihitsausautomaatin uusi IP-osoite. Kun osoite oli vaihdettu, yhteyden toimivuus todennettiin ajamalla automaattia automaatilla ja käsiajolla. Tästä nähtiin, että automaatin tilatiedot vaihtuvat oikein seurantajärjestelmässä.

Parihitsausautomaatin laitevalmistaja testasi etäyhteyden kautta kaikki avatut portit omilla käyttämillään ohjelmistoillaan. Porttien toimivuudessa oli aluksi häiriöitä liittyen VPN-verkon asetuksiin, mutta yrityksen IT-osasto korjasi asetukset ja yhteydet saatiin lopulta toimimaan.

5.3.2 Tiedonkeruu

Parihitsausautomaatin laitevalmistajan kanssa yhteydenpidossa selvisi, että laitteelle on tehty hitsauksen arvoja vertaileva ohjelmisto, jolla voidaan tarkastella hitsausarvoja eri aikavälillä. Tätä toimintoa esiteltiin kohdassa 5.1.2 Tiedonkeruu. Kyseiseen ohjelmistoon ei tehty muutoksia tämän työn aikana.

Tietovaraston siirtämistä parihitsausautomaatilta yrityksen omalle verkkopalvelimelle tiedusteltiin IT-osastolta, mutta he totesivat sen vievän heiltä liikaa resursseja tällä hetkellä, joten sitä ei lähdetty toteuttamaan. Yrityksen digijohtajan kanssa keskustellessa nousi esille selkeä halu hankkia oma tiedonkeruu palvelin, johon saataisiin kerättyä paremmin tietoa myös tuotantolaitteista jo kenttälaitetasolta. Tällaisen valmistelemiseen menee tietysti aikaa, joten mitään suuria yksittäisiä investointeja ei ehkä kannata toteuttaa vielä, vaan selvittää yrityksen sisällä muidenkin osastojen tarpeet.

5.3.3 OEE-luku

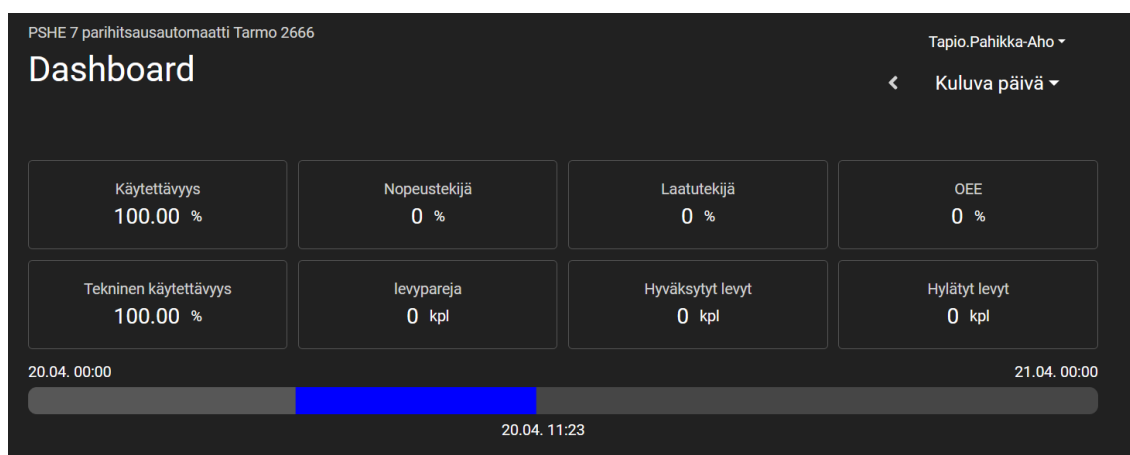
Luvun laskennasta keskusteltiin koneseurannan valmistajan Pinjan yhteyshenkilön kanssa ja todettiin, että työ on mahdollista toteuttaa pienillä toimenpiteillä. Pinjan osuus oli lukujen laskenta ja seurantasivujen päivitykset kun taas tilaajan vastuulla oli saada automaatilta jaettava tarvittavat tiedot verkkoon.

Luvun laskentaan tarvittiin kolme eri tekijää: käytettävyys, nopeus ja laatu. Osa laskentaan tarvittavista luvuista oli jo valmiiksi saatavilla, mutta laatutekijää varten tarvittiin automaatin valmistajalta pientä lisätyötä.

Käytettävyyden laskennassa käytetään automaatilta kerättyä tilatietoa, josta voidaan laskea tuotantoon käytetty aika. Työtä tehdään kahdessa vuorossa, josta koostuu vertailuarvo käytettävyyden laskentaan. Suunniteltua tuotantoaikaa pystytään muutamaaan päiväkohtaisesti koneseurannan asetuksista.

Nopeuden laskennassa vertaillaan valmistuneiden tuotteiden kappalelaskuria automaatin laskennalliseen tahtiaikaan. Laskennallinen tahtiaika saatiin automaatin suunnittelijalta ja se vaikutti pitävän paikkansa kun sitä vertailtiin koneseurannan näyttämään historiaan.

Laadun laskentaa varten automaatin valmistaja lisäsi ohjelmaan kappalelaskurit erikseen hyväksytyille ja hylätyille levyille. Näistä kerättyä tietoa voidaan vertailla jo olemassa olevaan valmistuneiden levyparien kappalelaskuriin. Uudet laskurit julkaistiin logiikan OPC-rajapinnassa, jolloin ne ovat automaatioverkossa koneseuranta Geman luettavissa.



Kuva 17. OEE-Laskenta koneseurannassa.

Parihitsausautomaatin koneseurannan valvontasivulle päivittyi OEE-luku ja sen muuttujat (kuva 17). Automaatti oli vähäisellä käytöllä projektin aikana, joten

lukujen tarkastus ja seuranta täytyy tehdä myöhemmin tuotannon aikana. Raporttityökalulla tehtiin vielä näkymä, josta osatekijöitä ja itse OEE-lukua voi myös seurata.

Työ onnistui kaikkien osapuolien toimesta hyvin ilman, joten luvun laskenta on helppo ja edullinen toteuttaa yrityksen muihin korkeamman volyymin tuotteiden automaatteihin. Koneseurannan ja automaatin valmistajat käyttivät opinnäytetyön aikana luotuja automaatioverkkoa ja VPN-yhteysasetuksia töiden toteuttamiseen.

6 Yhteenveto

Parihitsausautomaatti on erityisesti Vahterukselle yhteistyössä valmistettu laite, joka sisältää eri tuotteista valmistettuja räätälöityjä toimintoja. Hitsausprosessin seuranta ja konenäköjärjestelmä sisältävät paljon ohjelmointia niin tietokoneella kuin ohjelmoitavalla logiikalla, joten niiden tutkiminen vaati yhteistyötä laitevalmistajan kanssa.

Parihitsausautomaatin hitsaustiedonkeruun parantamiseen ja hyödyntämiseen laadunvalvonnassa löytyi useampi kehityskohde, joita voidaan toteuttaa tulevaisuudessa yksittäin projektiluontoisesti. Projektien toteutukset ovat kopioitavissa muillekin vastaaville koneille järjestelmien yhtäläisyyksistä johtuen. Laadun parempi valvonta vaatii nykyisten mittaustulosten vertaamista käytössä oleviin hitsausohjeisiin, joten sen toiminnon rakentaminen kannattaa ottaa ensi askeleeksi kehitystyölle.

Automaatioverkon luonti auttaa yritystä hallitsemaan paremmin verkkoon liitettävää laitekantaa. Uudet tuotantolaitteet voidaan liittää suoraan uuteen verkkoon ja aiemmat koneet voidaan siirtää siihen aina kyseisen koneen verkkokytkimien porttien asetuksia muuttamalla. Etäyhteyksien hallintaan on nyt tässä työssä tehty yleisiä säätöjä ja asetuksia, joiden muokkaaminen jälkikäteen onnistuu helpommin ja nopeammin.

OEE-luvun laskenta helpottaa automaattien toiminnan ja laadun seuraamista. Työn kohteena oleva automaatti oli muita vähemmällä käytöllä, joten siitä ei vielä saatu täydellistä kokemusta luvun laskennasta, mutta todettiin työn olevan suhteellisen helppo toteuttaa muille yrityksen vastaaville automaateille. Työn toteutuksessa osapuolet käyttivät opinnäytetyössä luotua automaatioverkkoa ja VPN-yhteysasetuksia hyväkseen.

Lähteet

Kemppi. 2022. Tig Hitsaus. Viitattu 29.6.2022. <https://www.kemppi.com/fi-FI/tuki/hitsausaapinen/tighitsaus/>

ESAB. 2022. Tig-Hisau. Viitattu 29.6.2022.
<https://www.esab.fi/fi/fi/education/blog/tig-hitsaus.cfm>

ISPsystem 2023. What is XaaS?. Viitattu 3.2.2023.
<https://www.ispsystem.com/news/xaas>

Sakari Penttilä. 2022. Älykkään hitsauksen mahdollisuudet ja hyödyntäminen. Hitsaustekniikka 6/2022. Helsinki: Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys ry, 4-6.

Kippo.A & Tikka.A. 2008. Automaatiotekniikan perusteet. E-kirja. Viitattu 22.6.2022. <https://www.ellibslibrary.com/book/951-37-4912-5>

Collin.J & Saarelainen.A. 2016. Teollinen Internet. E-kirja. Viitattu 23.6.2022.
<https://bisneskirjasto.almatalent.fi/teos/BAFBIXCTEB>

OPC Foundation.2022. What is OPC?. Viitattu 23.6.2022.
<https://opcfoundation.org/about/what-is-opc/>

OPC Router.2022. What is OPC UA?. Viitattu 23.6.2022. <https://www.opc-router.com/what-is-opc-ua/>

Lepola.P & Makkonen.M. 2005. Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet. Helsinki: WSOY.

Pinja. 2022. Mita on OEE/KNL?. Viitattu 14.11.2022. <https://blog.pinja.com/mita-on-ooo-knl?>

SFS-EN ISO 3834-2. Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 2: Kattavat laatuvaatimukset. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO IEC 60974-14. Kaarihitsauslaitteet. Osa 14: Kalibrointi, validointi ja toistotarkkuuden testaus. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

Suomen Automaatioseura ry. 2007. Automaatiosuunnittelun prosessimalli.
Viitattu 22.6.2022.

https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1426/automaatiosuunnittelun_prosessimalli.pdf

Suomen Automaatioseura ry. 2010. Teollisuusautomaation tietoturva. Helsinki:
Suomen Automaatioseura ry.

https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/2157/sas29_teollisuusautomaation_tietoturva.pdf

Suomen Automaatioseura ry. 2021. Automaation tietoturva - Kriittisen tuotannon turvaaminen. Helsinki: Suomen Automaatioseura ry.

Vahterus Oy. 2022. Yritys. Viitattu 20.6.2022. <https://vahterus.com/>

Vossi Group Oy. 2023. Koneseuranta. Viitattu 11.2.2023.

<https://www.vossi.fi/yllapito/koneseuranta/>