



Automaattisen imukuppisyöttölaitteen liittäminen kuumapuristimen yhteyteen AS-i-väylän avulla

Jari Hirvonen

Opinnäytetyö, AMK

Huhtikuu 2022

Tekniikan-ala

Automaatiotekniikka, insinööri

Hirvonen Jari

Automaattisen imukuppisyöttölaitteen liittäminen kuumapuristimen yhteyteen AS-i väylän avulla.

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Huhtikuu 2022, 55 sivua

Tekniikan ala. Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä

Tiivistelmä

Vanerin valmistuksessa käytettävää vanhaa kuumapuristinta tahdottiin kehittää ja tuoda lähemmäs tätä päivää. Kuumapuristimella työskentelevän operaattorin työtaakkaa tahdottiin keventää. Puristimella työskentelyä on pidetty raskaana, koska levyt on syötetty käsin operaattorin toimesta puristimeen. Tähän haettiin muutosta ja parannusta kehittämisprojektin myötä.

Puristinta modernisoitiin ja siinä työskentelevän operaattorin työtaakkaa kevennettiin imukuppitoimisen syöttölaitteen avulla. Työn suurimpana tavoitteena oli liittää imukuppitoiminen syöttölaite kuumapuristimen yhteyteen AS-i-väylän avulla ja käyttöönottaa se, tehden niistä yhdessä täysin toimivan kokonaisuuden.

Opinnäytetyössä tutkittiin projektilla saavutettuja kehitystuloksia. Prosessin hoitaminen helpottui, operaattorin työtaakka keveni ja työturvallisuus parantui syöttölaitteen käyttöönoton myötä.

Operaattori ajaa kuorman syöttölaitteen alle ja käynnistää syöttöautomaatin, jolloin syöttölaite alkaa syöttämään levyjä puristimen syöttöhäkkiin. Operaattorin tarvitsee siis vain valvoa syöttölaitteen toimintaa. Prosessi itsessään ei nopeutunut, koska syöttöhäkin liike ei nopeutunut, jonne syöttölaite syöttää levyt. Syöttölaite antaa operaattorille aikaa hoitaa ohessa muita työtehtäviä, kun hän valvoo laitteen toimintaa.

Projektia voidaan pitää onnistuneena, mutta prosessia on mahdollista vielä kehittää enemmän tulevaisuudessa.

Avainsanat (asiasanat)

Automaatio, vanerin valmistus, AS-i-väylä, kenttäväylä

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Opinnäytetyössä ei ole salassa pidettävää materiaalia.

Hirvonen Jari

Connecting the automatic plunger feeder to the hot press with the AS-i interface

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, April 2022, 55 pages

Engineering and technology. Degree Programme in Automation Technology. Bachelor's thesis.

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

In the manufacture of plywood used old hot press was to be developed and brought closer to this day. There was a desire to reduce the workload of an operator working on a hot press. Working on the press has been heavy because the plywoodplates have been pass manually into the press by the operator. That was sought to change and improve with the development project.

The press was modernized and the workload of the operator working on it was reduced by means of plunger feeder. The main goal of the work was to connect the plunger feeder to the hot press using the AS-i interface and introduce it into operation, making them work fully functional together.

The development results achieved by the project were examined in the thesis. The handling of the process became easier, the workload of the operator was reduced and occupational safety was improved with the introduction of the feeder.

The operator drives plywood pile with the conveyor under the feeder and starts the feeder, feeder starts to feed the plates into the press feedcage. Operator only needs to keep an eye on the operation of the feeder. The process itself did not speed up because the movement of the feedcage did not speed up, where the feeder feeds the plywoodplates. The feeder allows the operator time to perform other tasks while keep an eye on the operation of the machine.

The project can be considered a success, but the process can be developed further in the future.

Keywords/tags (subjects)

Automation, manufacture of plywood, AS-i-interface, fieldbus

Miscellaneous (Confidential information)

In this thesis there are not any secret material.

Sisältö

1	Johdanto	5
1.1	Opinnäytetyön tehtävä, tavoitteet ja rajaus.....	5
1.2	Toimeksiantaja	5
2	Kehittämistyön tarkoitus	8
3	AS-i-kenttäväylä	9
3.1	Toimintaperiaate.....	10
3.2	AS-i-versiot	12
3.3	Väyläkaapelointi.....	13
3.4	Väylän käyttöjännite	15
3.5	Osoitteellisuus.....	16
3.6	AS-i-turvallisuus ja laitevalmistajat	17
3.7	ASi-5.....	17
4	Projektin toteutus	19
5	Yhteenvedo/tulokset	50
6	Pohdinta	51
	Lähteet	52

Kuviot

Kuvio 1	Aarnikotka, UPM:n logo	6		
Kuvio 2	Wisa-form koivuvanerilevy	7		
Kuvio 3	UPM Plywood Savonlinna	8		
Kuvio 4	AS-i väylän perusrakenne.....	10		
Kuvio 5	AS-i-sanoma	11		
Kuvio 6	AS-i-master	Kuvio 7	AS-i-slave	12
Kuvio 8	AS-i-väyläkaapeli	13		
Kuvio 9	AS-i-väyläkaapelin liitäntä veitsiliitoksen avulla	14		
Kuvio 10	AS-i-väyläkaapelin rakenne ja mitat.....	14		
Kuvio 11	AS-i-jännitelähde	15		
Kuvio 12	AS-i osoitteenanto työkalu.....	16		
Kuvio 13	ASi-5 perusrakenne	19		
Kuvio 14	Tehtävälista	20		
Kuvio 15	Syöttölaite rakennekuva	21		
Kuvio 16	Syöttölaite sijoittelu kuva.....	22		

Kuvio 17 Syöttölaitteen kunnostus	23
Kuvio 18 Riviliitinkotelo sylinterien rajoille.....	24
Kuvio 19 AS-i-osoitteiden määrittäminen.....	25
Kuvio 20 AS-i-slavet syöttölaitteen rungossa	Kuvio 21 Alipainepuhaltimen moottori 26
Kuvio 22 Syöttölaitteen kunnostusta.....	26
Kuvio 23 Ohjauskotelo OK1	Kuvio 24 Ohjauskotelo OK1 sisältä 27
Kuvio 25 Kaksois syötön eston mittaus feston mlo-pot-300-lwg	28
Kuvio 26 Aukko lattiassa syöttölaitteen betonijalkoja varten	29
Kuvio 27 Puristinmonttuun tilaa betonijalkoja varten.....	29
Kuvio 28 Betonijalkojen valu.....	30
Kuvio 29 Väliaikainen nappikotelo, jalkojen valun ajaksi	30
Kuvio 30 Turvapiirien komponenttien sijoitus keskukseen	31
Kuvio 31 Valoverhojen turvapiirin johdotus ja toiminnan testaus ennen kohteeseen asennusta. Turvarele SICK UE10-30S ja mutingmodule SICK UE410-MU.	32
Kuvio 32 Valoverhojen SICK m4000 standart ap ja muting-valokennojen SICK wl280-p430 toiminnan testaus ennen kohteeseen asennusta.....	33
Kuvio 33 Turvaporin avaus ja kuittaus painikkeet sekä lukko	34
Kuvio 34 Portin lukon turvapiiriin johdotus ja toiminnan testaus ennen kohteeseen asennusta. Turvarele PILZ PNOZ X3 ja lukko schmersal AZM161sk-12/12rk-024.	34
Kuvio 35 Kuumapuristin 1 logiikka.....	36
Kuvio 36 Pinkan korkeus laser IFM OID200	37
Kuvio 37 Syöttölaite purettuna kuljetusta varten	38
Kuvio 38 Syöttölaitteen paikalleen nosto	39
Kuvio 39 Syöttölaite paikallaan.....	39
Kuvio 40 Turva-aitojen ja -porttien asennus.....	40
Kuvio 41 Valoverhot asennettu paikalleen ja suunnattu.....	40
Kuvio 42 Moottorilähdöt	Kuvio 43 Alipainepuhaltimen ohjaus AS-i:n avulla 41
Kuvio 44 OK1, OK2 ja OK4 paikalleen asennus ja kaapelointi	42
Kuvio 45 Käyttöönotto	43
Kuvio 46 Tuotannon kanssa testausta	44
Kuvio 47 Tyhjien hyllyvälien ohitusten pohdintaa	45
Kuvio 48 Kytkin tyhjien hyllyvälien ajoon	46
Kuvio 49 Haittoja valvovat induktiiviset anturit.....	47
Kuvio 50 Prototyyppi tyhjän hyllyvälin haitasta.....	47

Kuvio 51 Vikailmoitukset kuumapuristimen ohjauspaneelille.....	48
Kuvio 52 Imukuppisyöttölaite SAP-laitehierarkiassa	49

Opinnäytetyössä käytettävät termit:

AS-i	Actuator, sensor-interface eli anturiin tai toimilaitteeseen suoraan kytkettävä kenttäväylä
Actuator	Toimilaite
Sensor	Anturi
Interface	Kenttäväylä
Anturi	Mittalaitteen osa, joka ilmoittaa ympäristössä tapahtuvista muutoksista
Toimilaite	Laitteen toimielintä käyttävä laite
Kenttäväylä	Tietoliikenneprotokolla, joka mahdollistaa tiedonkulun joka suuntaan saman tiedonsiirtoväylän avulla
I/O	Input/Output, ohjelmoitavien logiikoiden sisääntulevaa tietoa kutsutaan inputiksi (I) ja ulostulevaa tietoa outputiksi (O)
Input	Tulo
Output	Lähtö
Digitaalinen tulo/lähtö	Sisääntuleva/lähtevä tieto 0 tai 1 (päällä-pois)
Analoginen tulo	Sisääntuleva/lähtevä tieto muuttuu tilanteen mukaan, verrannollinen esim. jännitteen tai virran suuruuteen
Master	Isäntä, "ohjelmoitavan logiikan tietokone", joka lukee ja ohjaa slave-yksiköiden tilaa
Slave	Renki, "hajautusmoduuli", johon anturit ja/tai toimilaitteet kytketään
Profibus	Väylärakenne
CAN	Väylärakenne
IP-luokka	Järjestelmä sähkölaitteiden ja koteloiden tiiviiden määrittelemiseksi. Ensimmäinen numero kertoo suojaustason pölyltä ja toinen numero suojaustason vedeltä.
AC-jännite	Vaihtojännite
DC-jännite	Tasajännite
Power	Jännite/virtalähde
Ethernet	Lähiverkkoratkaisu

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tehtävä, tavoitteet ja rajaus

Kehittämiprojektissa haluttiin keventää kuumapuristimella työskentelevien operaattorien työtaakkaa ja kasvattaa samalla heidän työpanostaan. Operaattori syötti käsin levyjä kuumapuristimeen ja tähän haluttiin muutos. Käsin levyjen syöttäminen on todella kuormittavaa operaattorille sekä omalta osaltaan loukkaantumisriski on suuri. Projektissa kehitettiin kuumapuristimeen syötettävien levyjen syöttötapaa imukuppisyöttölaitteen avulla. Opinnäytetyön tarkoituksena oli liittää imukuppitoiminen syöttölaite vanerin valmistuksessa käytettävän kuumapuristimen yhteyteen ja käyttöönottaa se, tehden kuumapuristimesta ja syöttölaitteesta yhdessä toimivan kokonaisuuden.

Projekti itsessään piti sisällään kaiken aina suunnittelusta käyttöönottoon saakka ja se toteutettiin kokonaisuudessaan oman henkilöstön toimesta. Projekti valmisteltiin joulukuussa 2021 ja toteutettiin joulukuun viikolla 52, tehtaan ”talviseisakin” aikana. Syöttölaite kunnostettiin ja tehtiin AS-i-väylän vaatimat muutokset ennen asennusta, koska syöttölaite oli tullut käytettynä toiselta tehtaalta. Syöttölaite liitettiin kuumapuristimeen AS-i-väylän avulla, koska AS-i-väylä oli valmiina puristimeen jo aiemmin tehtyjen muutosten vuoksi.

Opinnäytetyö rajautuu syöttölaitteen automaation ja sähköisiin liittyviin tarpeisiin, eli aihetta käsitellään automaation näkökulmasta. Kehittämiprojektissa opinnäytetyöntekijä toteutti syöttölaitteen vaatimat sähköön ja automaatioon liittyvät muutokset. Koko projekti toteutettiin yhdessä työryhmän kanssa, johon kuului opinnäytetyöntekijän lisäksi vanhempi automaatioinsinööri sekä konepuolen asentajia, jotka hoitivat mekaanisen puolen vaatimia muutoksia. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Upm Plywood Oy Savonlinna.

1.2 Toimeksiantaja

UPM-Kymmene Oyj on suomalainen metsäteollisuusyhtiö, joka on perustettu vuonna 1995 ja se aloitti toimintansa vuonna 1996 (Upm:n juuret ulottuvat 1870-luvulle 2022).



Kuvio 1 Aarnikotka, UPM:n logo

Koko UPM-Kymmene koostuu yhteensä kuudesta eri toimialasta, jotka ovat UPM Biorefining, UPM Energy, UPM Raflatac, UPM Specialty Papers, UPM Communication Papers ja UPM Plywood. Yrityksen eri toimialojen tuotteita ovat: paino- ja erikoispaperit, sellu, sähkö- ja lämpöenergia, tarralaminaatti, vaneri, puumuovikomposiitti, sahatavara ja biopolttoaineet. (Vuosikertomus 2020). Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2020 noin 8,6 miljardia euroa. UPM työllisti vuonna 2020 noin 18 000 henkilöä (Vuosikertomus 2020 2021).

UPM Plywood Oy:llä on vaneritehtaat Savonlinnassa, Joensuussa, Ristiinassa, Otepäässä Virossa ja Chudovossa Venäjällä (Vuosikertomus 2015. 2016). Vanerituotannon osuus koko UPM:n liikevaihdosta on noin 8% luokkaa (Vuosikertomus 2020 2021). UPM valmistaa vaneria rakentamisen ja teollisuuden tarpeisiin. Kuviossa 2 on esitetty UPM:n valmistama filmipinnoitettu vanerilevy. Vaneria käytetään paljon ajoneuvo-, huonekalu- ja pakkausteollisuudessa. Nestemäistä maakaasua kuljettavien LNG-tankkereiden valmistamista voidaan pitää tärkeimpänä vanerin käyttökohteena. (Wisaplywood 2022).



Kuvio 2 Wisa-form koivuvanerilevy

Savonlinnan vaneritehdas aloitti toimintansa vuonna 1921 Oy Wilhelm Schauman AB nimisenä. 1996 Kymmene Oy ja Repola Oy yhdistyivät ja UPM-Kymmene Oy perustettiin, jonka seurauksena Schauman Woodista tuli tytäryhtiö. UPM kymene wood Oy perustettiin vuonna 2004. (UPM Savonlinna Plywood Mill 2021). Savonlinnan vaneritehdas on toiminut yli sata vuotta ja se tunnetaan erityisesti maxi-levyistään. Savonlinnan tehtaalla valmistetaan nykyisin koivuvaneria ja vuosituotantokapasiteetti on 100 000 kuution luokkaa. Savonlinnan vaneritehdas työllistää noin 280 henkilöä. (UPM Savonlinna Plywood Mill 2021). Henkilöstö jakautuu johtoryhmään, tuotantoon ja kunnossapitoon. Tehdas työllistää myös suorasti ja epäsuorasti useita yrityksiä oman henkilöstönsä lisäksi.



Kuvio 3 UPM Plywood Savonlinna

2 Kehittämistyön tarkoitus

Opinnäytetyö toteutettiin kehittämistyönä, sillä siinä kehitettiin teollista prosessia.

Opinnäytetyössä kehittämistyötä tarkasteltiin automaation näkökulmasta ja sen avulla selvitettiin, kuinka paljon prosessia pystyttiin kehittämään projektityön myötä. Prosessin kehityksen oli määrä tapahtua usealla eri saralla ja helpottaa puristimella työskentelevien operaattoreiden työtä merkittävästi.

Kehittämistyö toteutettiin aikataulun puitteissa valmiiksi tietyin kehitysideoin, vaikka kehittämis-kohteita ja parannusideoita oli tiedossa enemmänkin. Muutoksissa otettiin huomioon tulevaisuudessa mahdollisesti tehtävät muutokset ja parannukset. Aikataulu oli rajallinen, projekti toteutettiin joulukuussa viikolla 52, tuotannon joululoman aikana ja näin ollen tuotantoa ei tarvinnut keskeyttää kehittämisprojektin takia.

Ennakkotiedot kehittämisprojektia kohtaan olivat melko suppeat ja projektin toteuttamiselle annettiin melko vapaat kädet, kuitenkin projektille asetetut tavoitteet saavuttaen. Projektia ei oltu suunniteltu valmiiksi, vaan se tapahtui projektin edetessä ja suunnitelmat muuttuivat tarpeen

mukaan. Aineistoa ja tietoa kerättiin koko projektin ajalta. Asioita selvitellessä aineistoa ja tietoa kertyi runsain määrin, suurin osa teknisistä manuaaleista.

Kehittämistyön tavoitteena oli luoda syöttölaitteesta ja kuumapuristimesta täysin toimiva kokonaisuus ja saattaa se käyttöön joulukuussa 2021 pidettävän "huoltoseisakki" viikon aikana. Tavoitteena oli, että syöttölaite toimii automaattisesti ja operaattorin tarvitsee vain valvoa sen toimintaa.

Toimeksiantajan kanssa päätettiin, että opinnäytetyössä esitettävät asiat ovat sellaisia ja ne esitetään siten, että mitään materiaalia ei tarvitse salata, vaan kaikki materiaali on julkaisukelpoista.

Opinnäytetyössä haettiin kehittämistyön myötä vastauksia kysymyksiin:

- Helpottuuko prosessin hoitaminen?
- Nopeutuuko prosessi?
- Keventyykö operaattorin työtaakka?
- Parantuuko työturvallisuus?

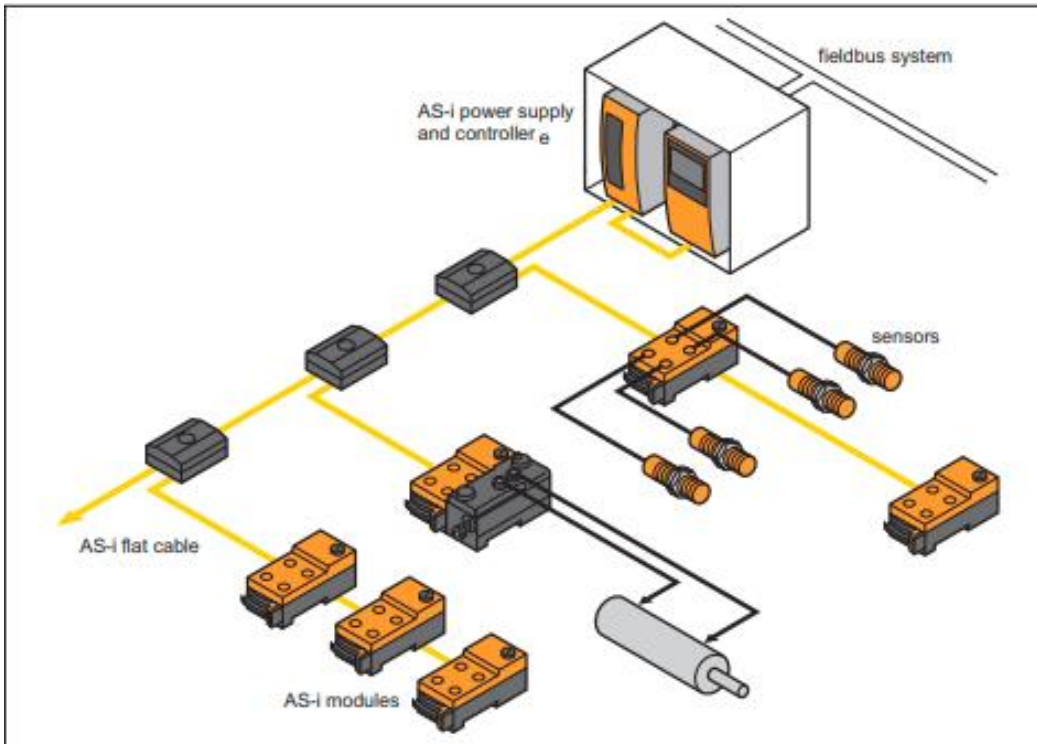
3 AS-i-kenttäväylä

AS-i on lyhenne sanoista actuator, sensor ja interface. Se on suoraan anturiin ja/tai toimilaitteeseen kytkettävä kenttäväylä. (What is an interface? 2019).

Useita laitevalmistajia on ollut kehittämässä AS-i-väylää ja siksi laitteiden kirjo on laaja ja eri laitevalmistajien laitteita voidaan käyttää yhdessä toistensa kanssa. Järjestelmä soveltuu hyvin, paljon yksinkertaisia I/O-liityntöjä sisältäviin kohteisiin. AS-i-väylän avulla saadaan erittäin kustannustehokas järjestelmä kohteisiin, joissa tarvitaan runsaasti I/O liityntöjä. Väylä helpottaa kunnossapitoa myös vian hakemisen osalta ja se on muunneltavissa erittäin helposti jälkeenpäin useaan eri suuntaan. Toimilaitteita ja antureita voidaan sijoittaa mihin kohtaan väylää vain ja näin ollen säästetään paljon kaapeloinnilta. Tämä säästää aikaa ja kustannuksia runsaasti. (Economical and easy n.d).

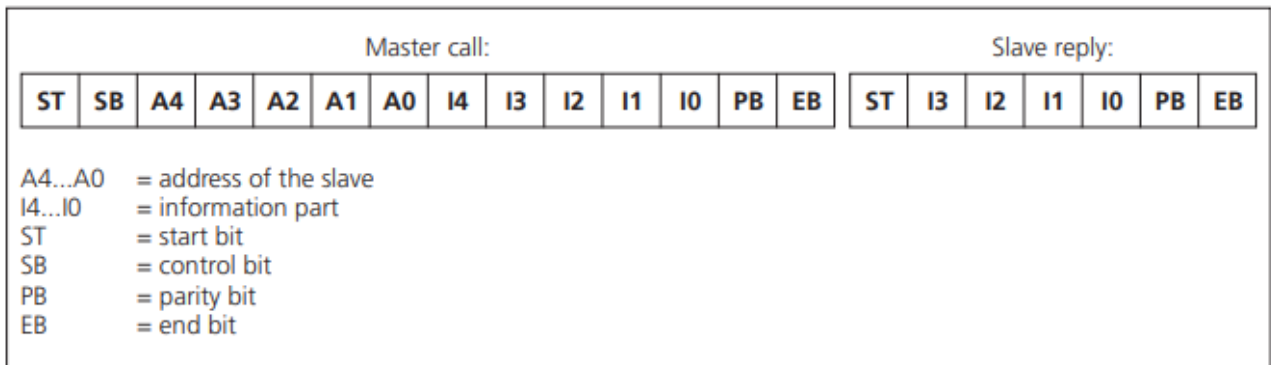
3.1 Toimintaperiaate

AS-i-väylän toimintaperiaate on, että yksi AS-i-master ohjaa useita AS-i-slaveja. Yhteen slaveen on mahdollista liittää useampia tuloja ja lähtöjä. AS-i-versiosta riippuu, kuinka monta slavea yksi master pystyy ohjaamaan ja kuinka monta I/O:ta yhteen slaveen voidaan enintään liittää. (Bus system AS-interface 2007). Kuviossa 4 on esitetty AS-i-väylän perusrakenne ja toimintaperiaate.



Kuvio 4 AS-i väylän perusrakenne

AS-i-kommunikointi tapahtuu masterin ja slavejen välillä hyvin yksinkertaisen viestin avulla. Kuviossa 5 on esitetty AS-i-masterin ja slavejen välinen kommunikointi. AS-i saavuttaa lyhyet jaksoajat. Jakson aikana AS-i-sanoma toistetaan yhtä monta kertaa, kuin slaveja on kytketty masteriin. (Bus system AS-interface 2007). AS-i-väylän nopeus riippuu täysin siihen liitettyjen I/O-liityntöjen määrästä. Väylän vasteaika voidaan pitää 5ms, mikäli kapasiteettia on 248 kappaletta I/O. Vasteaika on nopeampi, mikäli vähemmän kapasiteettia on käytössä. (An overview of AS-Interface I/O Solution Protocol 2022).



Kuvio 5 AS-i-sanoma

Väylän rakenne on puu tai tähti, jotenka väylää voi jatkaa mistä vain slavelta eteenpäin, aina toisella slavelle (An overview of AS-Interface I/O Solution Protocol 2022). AS-i-master ohjaa AS-i-slaveja ja AS-i-master kommunikoi ohjaimen kanssa, joka voi olla logiikka, pc:n ohjauk kortti tai erillinen ohjain. Ohjaimen kautta AS-i väylä voi olla yhteyksissä muiden kenttäväylienkin kanssa, kuten vaikka profibusin tai CAN:iin. Toiseen väylään AS-i väylän liittäminen vaatii erillisen moduulin. (What is as-interface? 2019).

Mikäli väylää halutaan entisestään laajentaa, vaatii se toistimen, jolloin siihen on mahdollista lisätä uusi AS-i-master ja tälle masterille versiosta riippuen maksimimäärä slaveja. (Economical and easy n.d).



Kuvio 6 AS-i-master



Kuvio 7 AS-i-slave

3.2 AS-i-versiot

AS-i-versioita on alkuperäinen ja siitä uudemmat päivitettyt versiot V2.0 (1994), V2.11 (1998), V3.0 (2004) ja ASI-5 (2018). AS-i-versiosta riippuen, niillä on erilaisia ominaisuuksia muunmuassa kytkettävien slavejen määrän ja analogisen viestin vastaanottamisen suhteen. Vanhemmat AS-i-version omaavat komponentit toimivat myös uudempien päivitettyjen kanssa yhdessä. (AS-Interface - Introduction and Basics 2006).

Alkuperäisessä versiossa yksi master voi ohjata enintään 31 slavea ja yhteen slaveen on mahdollista liittää enintään neljä tuloa ja neljä lähtöä. Näin ollen yhden segmentin I/O määrä on maksimissaan 248 kappaletta, joista puolet digitaalisia tuloja ja toiset puolet digitaalisia lähtöjä. (An overview of AS-Interface I/O Solution Protocol 2022).

Tärkeimpinä uudistettuina ominaisuuksina aina edelliseen versioon nähden voidaan pitää:

AS-i-versiossa V2.0 analogisen datan vastaanottaminen ja AS-i-parametrit (Bus system AS-interface 2007).

AS-i-versiossa V2.1 slavejen määrä kaksinkertaistui 31-> 62 slavea yhtä masteria kohti. Tästä johtuen I/O määrä kasvoi myös 496 kappaleeseen. Diagnostiikka valikko, mahdollisuus nähdä esimerkiksi I/O errorreita. Versiossa tuli myös laajenuksena analogisten moduulien liittäminen järjestelmään plug & play tyyllä, ilman ohjelmistolohkoja ohjelmassa, joita tarvitsi aiemmin analogisen tiedon vastaanottamiseksi. Sekä laajennettu ID koodi. (Bus system AS-interface 2007).

Versiossa V3.0 I/O määrä kasvoi yhtä masteria kohden. Se kaksinkertaistui A/B slavejen ansiosta. Yksi slave on siis mahdollista jakaa vielä A/B osiin, joille kummallekin on omat neljä tuloa ja neljä lähtöä. Eli kokonaisuudessaan I/O määrä on mahdollista olla 992 kappaletta. Tämän lisäksi parametrien asettaminen tuli myös mahdolliseksi. (Bus system AS-interface 2007).

3.3 Väyläkaapelointi

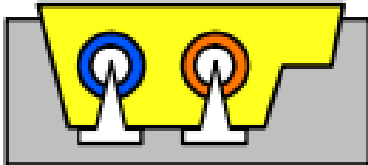
AS-i kaapelointi voidaan toteuttaa AS-i:n omalla lattakaapelilla, jossa väyläkaapeli on keltainen parikaapeli ja outputeille tarvittava ulkopuolinenjännite mustalla lattaparikaapelilla. Järjestelmä toimii myös muunlaisella kaapeloinnilla, kunhan johtimien poikkipinta-ala on vähintään 1,5 mm², mutta järjestelmän huomaamiseksi ja selkeyttämiseksi suositellaan käytettävän AS-i:n omia lattakaapeleita. (Economical and easy n.d).

Väyläkaapeloinnin maksimipituus on 100 metriä, mutta sitä on mahdollista laajentaa toistimien avulla aina 300 metriin asti (AS-Interface - Introduction and Basics 2006).



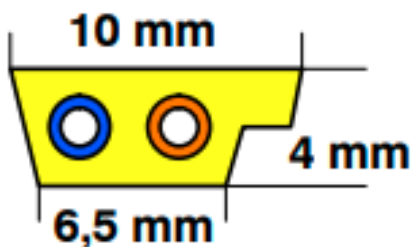
Kuvio 8 AS-i-väyläkaapeli

Käyttäessä AS-i:n omia lattakaapeleita väylän väärin kytkemiseen mahdollisuutta ei ole kaapelin muotoilun takia. AS-i:n oma lattakaapeli liitetään komponentteihin yleisimmin veitsiliitostekniikan avulla. Plus ja miinus kytketyvät väyläkaapeloinnista veitsiliitoksen ”piikkien” kautta slave-komponenttiin. (AS-Interface - Introduction and Basics 2006).



Kuvio 9 AS-i-väyläkaapelin liitäntä veitsiliitoksen avulla

Veitsiliitos tekee kaapelin kuoreen niin pienet reiät, että komponenttien paikkoja muuttaessa reiät kaapelin kuoreessa menevät umpeen ja liitospaikkoja väyläkaapelissa voidaan muuttaa useita kertoja. Kaapeli pitää suojauksensa ja se on luokiteltu IP-67 luokkaan, eli se on vesisuojattu. (Economical and easy n.d).

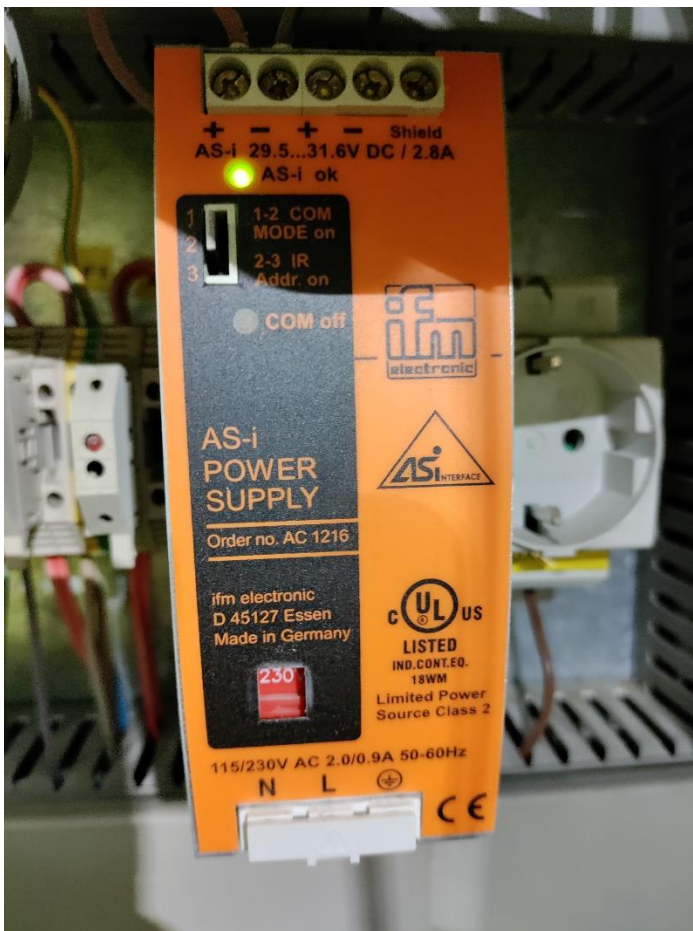


Kuvio 10 AS-i-väyläkaapelin rakenne ja mitat

Slave-yksiköiltä kaapelointi antureille ja toimilaitteille tapahtuu käyttäjän valitsemalla tavalla. Useissa slave-yksiköissä liitäntä tapahtuu M-12 pistokeliittimien avulla ja silloin on helppo käyttää esimerkiksi valmiskaapeleita, joissa on M-12 pistokeliittimet. Joissain yksiköissä, kuten esimerkiksi IFM AC2251 on ruuviliittimet, joiden avulla kytkentä tapahtuu, mutta yleisimmin käytössä on pistokeliittimet. Pistokeliittimillä saadaan aikaan aikaan tiivis ja pitävä liitos ilman työkaluja ja komponentin vaihtaminen käy nopeasti ja helposti.

3.4 Väylän käyttöjännite

AS-i-väylä toimii 24VDC jännitteellä ja väyläkaapelia pitkin kulkee sekä jännite antureille, että tietoa bittimuodossa. AS-i-power tosin syöttää väylään n. 30VDC jännitettä, jotta riittävä jännite saavutetaan myös väyläkaapeloinnin toisessa päässä jännitehäviön vuoksi. AS-i-power toimii sekä jännitelähteenä masterille ja slaveille, että tiedon irroittimena. Se erottaa jännitteen ja datan toisistaan, jota siirretään samaa kaapelia pitkin. (What is as-interface? 2019). Kuviossa 11 on esitetty IFM valmistama AS-i-power. Outputtien tarvitsemaa ulkopuolista 24VDC voidaan ottaa erilliseltä jännitelähteeltä, sitä käytetään ainoastaan toimilaitteiden ohjaukseen kuten esimerkiksi venttiilin kelojen ohjaukseen.



Kuvio 11 AS-i-jännitelähde

3.5 Osoitteellisuus

AS-i-väylän toimimisen kannalta siihen liitettyyn jokaiselle slave-yksikölle on määritettävä oma osoitteensa. Jokaisen slave-yksikön yksilöllinen osoite mahdollistaa AS-i-masterin kommunikoinnin slave-yksiköiden kanssa. Näin ollen AS-i-master tietää, mistä mikäkin tieto tulee ja osaa kommunikoida eteenpäin ohjaimen kanssa esimerkiksi logiikan. (An overview of AS-Interface I/O Solution Protocol 2022).



Kuvio 12 AS-i osoitteenanto työkalu

AS-i-slave-yksiköiden määrittely tapahtuu automaattisesti masterin toimesta tai erillisellä ohjelmointilaitteella (An overview of AS-Interface I/O Solution Protocol 2022). Ohjelmointilaitteita on

eri valmistajilla useita, mutta kaikilla pystyy ajamaan ainakin perusparametrien määrittelyn ja ohjelmoimaan oman osoitteen slave-yksikölle. Useasti riittää pelkkä osoitteen antaminen slave-yksikölle ja yksikkö on sen jälkeen valmis väylään liitettäväksi, mikäli ei ole tarvetta ”erikoistoiminnoille”. Kuviossa 12 on esitetty AS-i-osoitteen anto osoitteenanto työkalun avulla.

3.6 AS-i-turvallisuus ja laitevalmistajat

AS-i-väylä antaa helpon mahdollisuuden parantaa myös laiteturvallisuutta, sillä se soveltuu myös hyvin turvallisuuspiirien laajentamiseen ja toteuttamiseen. Käytettävät laitteet ovat nimeltään AS-i-safety laitteita, niitä on paljon eri valmistajilla. Hätäseis-painikkeita, ovien lukituksia, valvontayksiköitä, turvareleitä ja erinäisiä turvalaitteita. AS-i väylän avulla voidaan luoda helposti, luotettavasti ja kustannustehokkaasti isojakin turvapiirejä laitteiden turvatoiminnoiksi. (Functional safety technology n.d).

AS-i-komponenttien valmistajia on tänä päivänä erittäin runsaasti. Niitä ovat muun muassa ifm, abb ja siemens. Kaikkien valmistajien komponentit käyvät väylässä ”ristiin” ja antavat suuren mahdollisuuden joustavuudelle ja muutettavuudelle väylässä. (Economical and easy n.d).

3.7 ASi-5

Uusin kehitetty ja standardisoitu AS-i-väyläjärjestelmä on tällä hetkellä ASi-5. Kehitys on ollut niin suurta, että AS-i v4 jäi välistä pois ja siirryttiin suoraan AS-i v3:sta ASi-5 versioon (ASi-5 - Automation reinvented 2022).

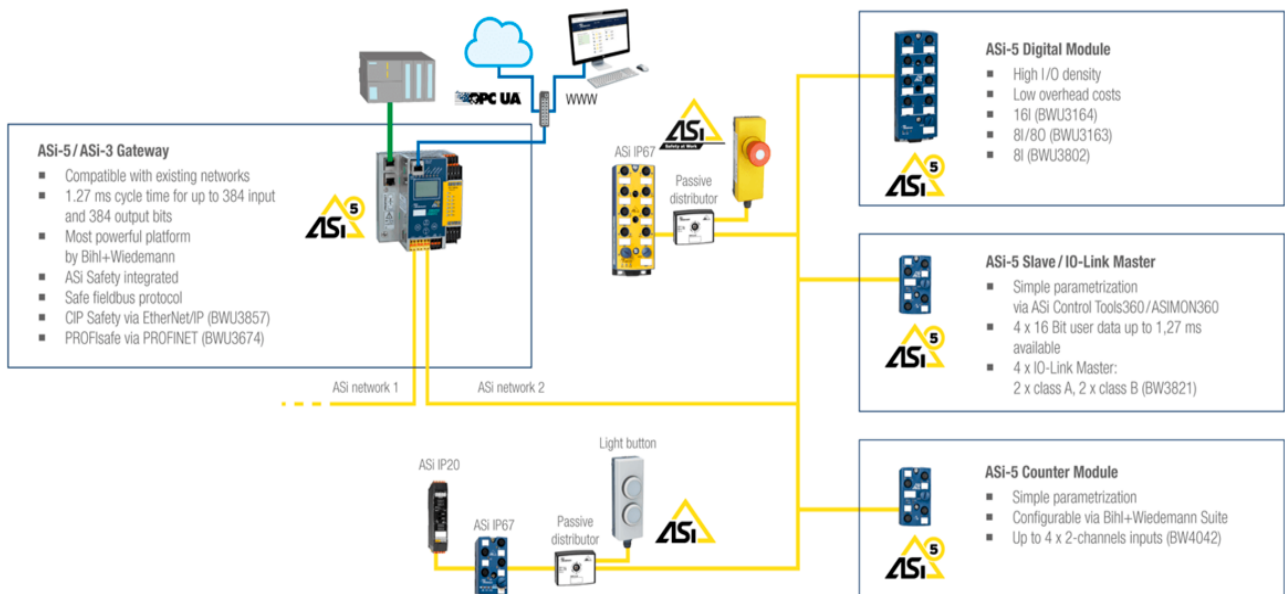
Internetin yleistyminen teollisuudessa kehittää digitalisaatiota ja tuo samalla suuria määriä dataa. ASi-5 avulla saadaan siirrettyä suuria määriä dataa ilman rajoituksia tuottamaan arvokasta tietoa, sen suuren datakapasiteetin ja lyhyen sykliajan ansiosta. ASi-5 yhdistää toimilaitteet ja anturit ylemmän tason ohjausjärjestelmään sekä pilveen. ASi-5 automaatiaviestintäjärjestelmänä ylittää nykyiset ja tulevaisuuden vaatimukset sekä luo kustannustehokkaimman ratkaisun teollisissa koh-teissa. (ASi-5: Increased performance n.d).

ASi-5 käyttää pelkästään yhtä kaapelia verkon perustamiseen, mikä mahdollistaa yksinkertaisen ja joustavan asennustekniikan. Yksi kaksijohtiminen kaapeli siirtää dataa ja jännitettä samanaikaisesti, aivan kuten vanhemmissakin AS-i-järjestelmissä. ASi-5-järjestelmällä voidaan laajentaa jo olemassa olevia vanhempia AS-i järjestelmiä, se on siis yhteensopiva kaikkien AS-i-järjestelmien ja komponenttien kanssa. (ASi-5: Increased performance n.d).

ASi-5-standardi yhdistää yleisimmät kenttäväylän toimilaitteet ja anturit Ethernet-pohjaiseen tasoon entistä tehokkaammin, joustavammin ja luotettavammin. Järjestelmä ei ole pelkästään nopeutunut, vaan myös laajentunut paljon. ASi-5-järjestelmässä voi yksi master ohjata jopa 96 slave-yksikköä. Tämä lisää inputtien ja outputtien määrää huomattavasti järjestelmässä. Väylän vasteaika voidaan pitää samaa 5 ms kun koko kapasiteetti on käytössä, eli huomattavasti suurempi määrä slave-yksiköitä vanhempaan AS-i-väylään verrattuna samalla vasteajalla. (ASi-5 - Automation reinvented 2022).

ASi-5-järjestelmä mahdollistaa myös kaksisuuntaisen analogisen tiedonkulun väylässä, eli järjestelmä ei pysty ainoastaan lukemaan, vaan myös ohjaamaan analogisia laitteita. ASi-5-järjestelmän ohjaus ja lukeminen voidaan toteuttaa jo myös mobiililaitteen avulla. (ASi-5: Increased performance n.d).

ASi-5 on tulevaisuuden automaatiojärjestelmä, joka tulee näkymään niin uudiskohteissa kuin myös vanhojen järjestelmien korvaajana teollisuuden parissa. ASi-5 parantaa järjestelmän suorituskykyä, johon se on asennettu ja säästää kustannuksia muokattavuuden ja ominaisuuksiensa ansiosta (ASi-5 - Automation reinvented 2022).

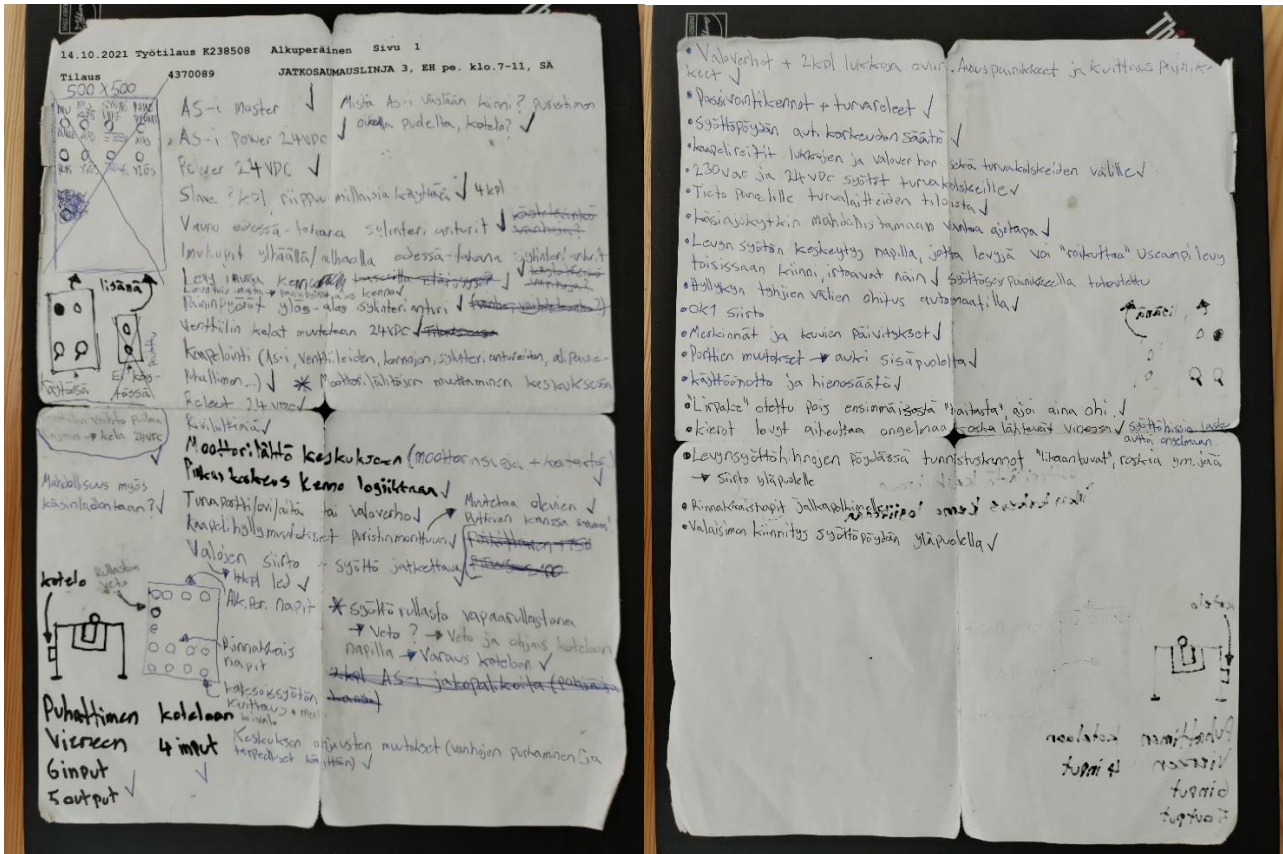


Kuvio 13 ASI-5 perusrakenne

4 Projektin toteutus

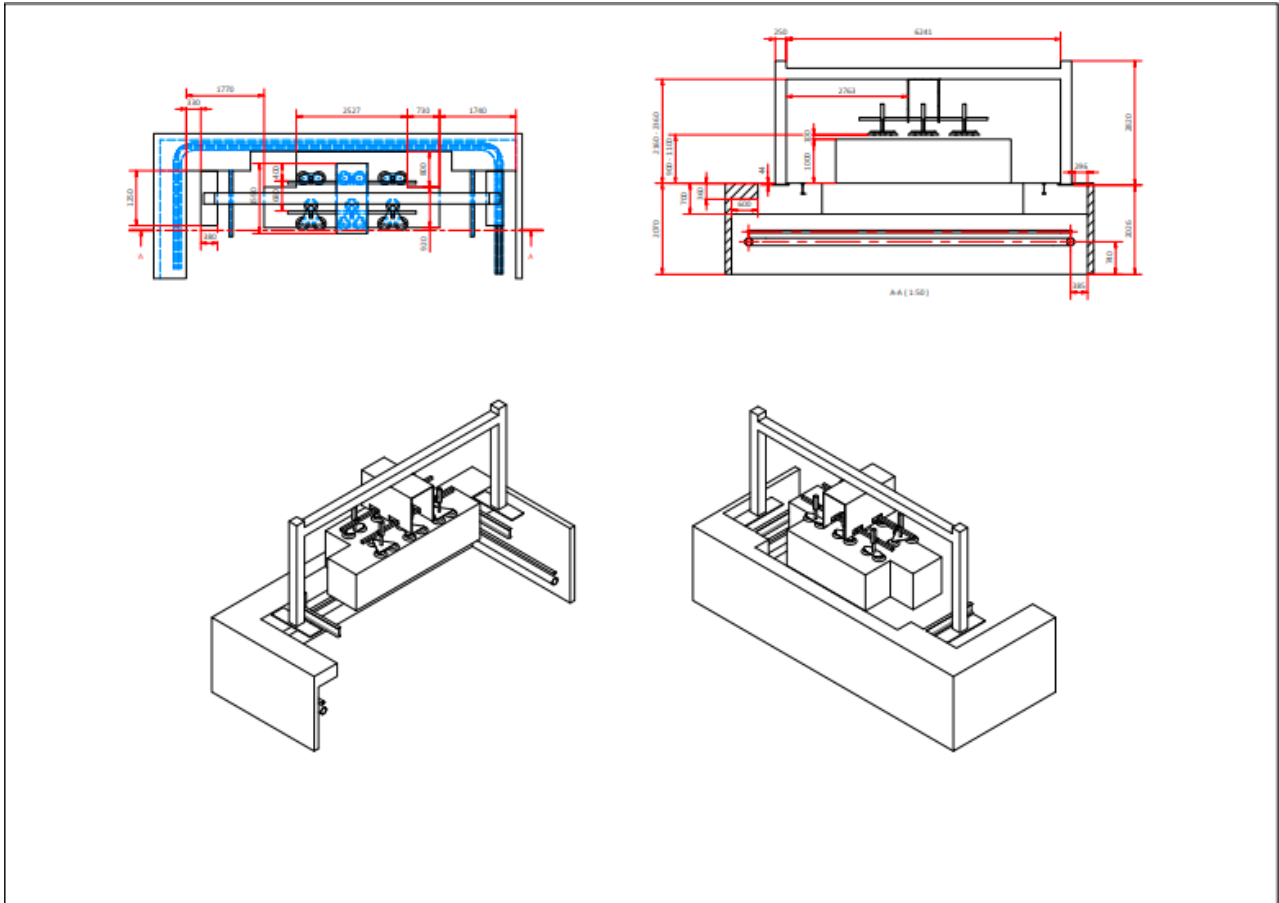
Koko projekti lähti käyntiin suunnittelusta ja aikataulutuksesta. Aloitussuunnitelman ja aiheeseen tutustumisen jälkeen kartoitettiin nykytilanne. Sen jälkeen listattiin tehtävälistaa asioista, joita projekti tarvitsi onnistuakseen ja asioista, joita pitää muuttaa. Suunnitelma jätettiin projektin osalta "elämään", koska projektin alkutilanteessa ei tiedetty vielä kaikkea mitä tuotannon puolelta siihen vaaditaan.

Alkusuunnittelun jälkeen kartoitettiin tarvittavia komponentteja syöttölaitetta ja sen asennusta varten. Komponenttien kartoittamisen jälkeen oli varmistettava, että kaikki tilatut komponentit kerkeäisivät saapua ajoissa paikan päälle tällaisena aikana, kun toimitusajat ovat erittäin pitkät.

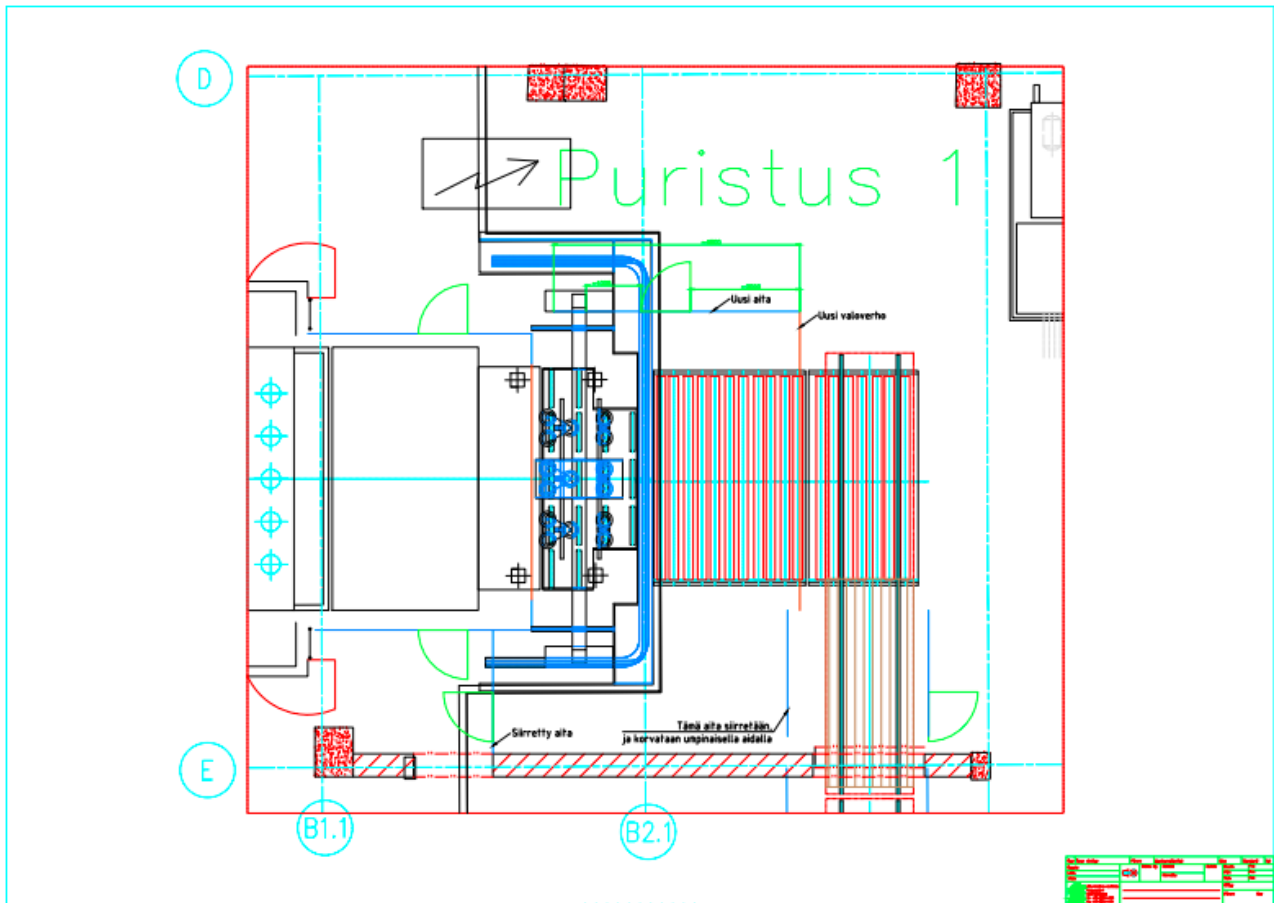


Kuvio 14 Tehtävälista

Projektissa mukanaolevien henkilöiden kesken pidettiin palaveri, jossa päätettiin projektia koskevia asioita. Muunmuassa kuinka syöttölaite turvallistetaan ja kuinka aidat, turvaportit ja valoverhot sijoitetaan. Suunnittelija luonnosteli kuvat kohteesta ja piirsi ne puhtaaksi. Kuviossa 15 on esitetty syöttölaitteen rakennekuva ja kuviossa 16 on syöttölaitteen, turva-aitojen ja -porttien sekä valoverhojen sijoittelukuva.



Kuvio 15 Syöttölaite rakennekuva



Kuvio 16 Syöttölaite sijoittelu kuva

Projekti jatkui syöttölaitteen täydellisellä kunnostamisella ja huoltamisella, koska se tuli käytettynä toiselta tehtaalta. Syöttölaitteeseen toteutettiin myös kaikki AS-i-väylän vaatimat muutokset, jotta se voitiin liittää sen avulla kuumapuristimella olamassaolevaan logiikkaan.



Kuvio 17 Syöttölaitteen kunnostus

Syöttölaitteesta poistettiin kaikki vanhat ja turhat kaapelit pois. Siihen uusittiin IFM O5H500 valokennot ja niiden kaapeloinnit. Toinen valokennoista tunnistaa, että levy on imussa ja toinen, että levy on kulkenut riittävän pitkälle syöttöhihnojen päällä, jotta alas lasketut paininpyörät voidaan nostaa ylös. Tarvittavat sylinterien rajat uusittiin, mutta useaa vanhaa tunnistinta käytettiin, koska ne olivat hyvässä kunnossa. Sylinterien rajoille toteutettiin kuviossa 18 esitetty riviliitinkotelo, josta ne jatkettiin AS-i-slaveille. Sylinterien rajoilla tunnistetaan, että ovatko imukupit ylä- vai alasennessa ja onko kelkka etu- vai taka-asennessa.



Kuvio 18 Riviliitinkotelo sylinterien rajoille

Venttiilien kelat muutettiin 24VDC, jotta niitä voidaan ohjata suoraan AS-i-slavejen outputeilla. Kelat olivat ennen 230VAC, koska syöttölaitetta ohjattiin aiemmin eri tavalla. Kaapeloinnit ja plugit venttiilien keloille uusittin myös. Magneettiventtiileinä imukupeille käytettiin feston mfh-5-3/8-b-g3/8", 5/2 venttiileitä ja keloina feston msfg-24-ex keloja.

AS-i-slaveille ohjelmoitiin osoitteet valmiiksi ja ne merkittiin niihin selkeyttämisen vuoksi. AS-i-osoitteiden ohjelmointi tapahtui IFM AC1154 osoitteenanto työkalun avulla. Kuviossa 19 on esitetty osoitteen 27 antaminen AS-i-slavelle, joka kiinnitettiin myöhemmin syöttölaitteen runkoon.



Kuvio 19 AS-i-osoitteiden määrittäminen

AS-i-väylän vaatimat muutokset toteutettiin syöttölaitteelle, eli syöttölaitteen runkoon lisättiin kaksi IFM AC2412 AS-i-slave kuviossa 20 esitetyllä tavalla. Kyseisellä AS-i-slavella on neljä kappaletta digitaalisia inputteja ja outputteja käytettävänä. AS-i-väyläkaapeli ja ulkopuolinen +24VDC kaapelin johdotettiin slaveille valmiiksi. Anturit ja toimilaitteet liitettiin AS-i-slavejen pistokeliittimiin. Myös alipainepuhaltimen moottorin syöttökaapeli uusittiin turvakytkimelle asti valmiiksi.

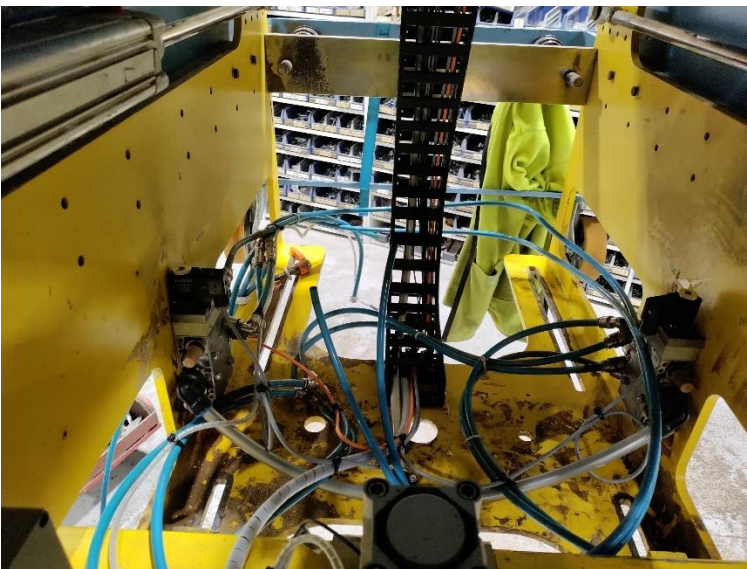


Kuvio 20 AS-i-slavet syöttölaitteen rungossa



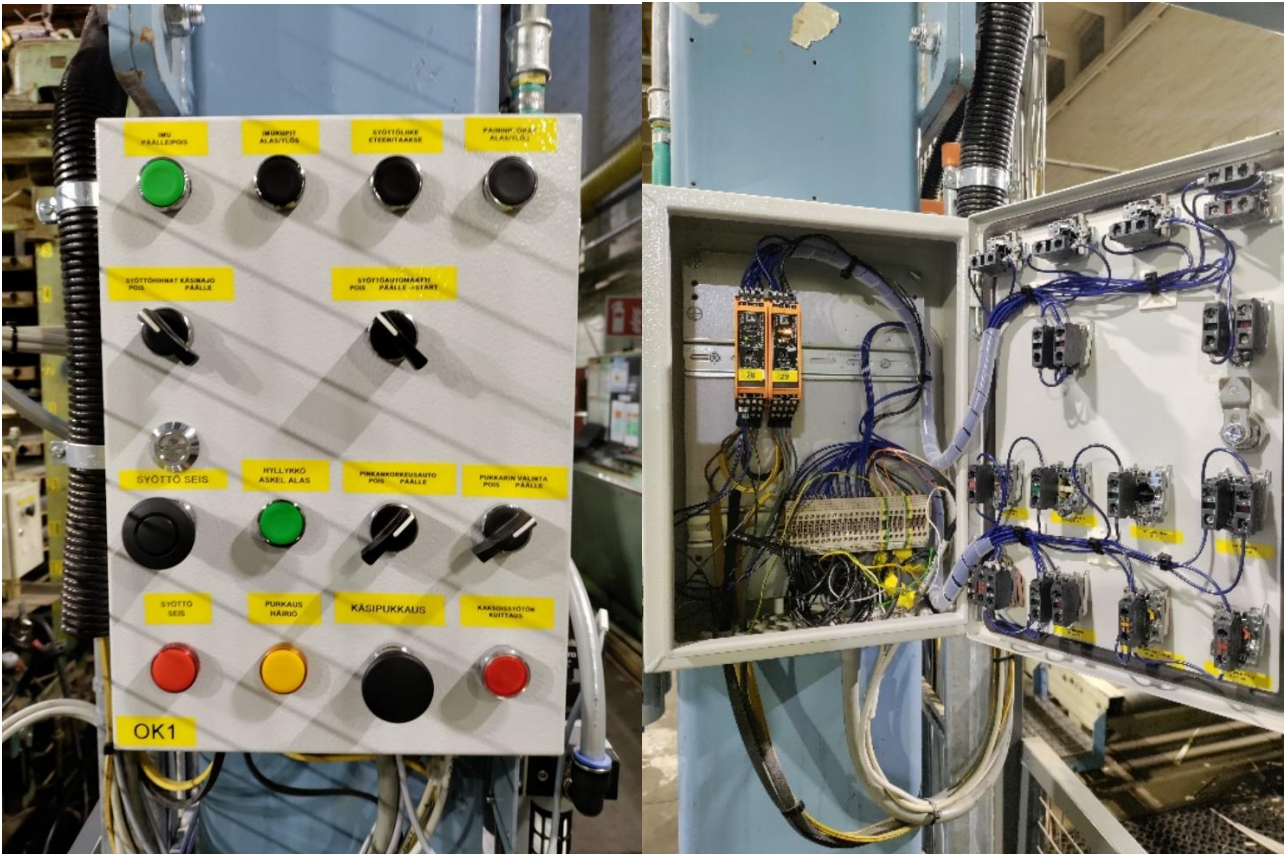
Kuvio 21 Alipainepuhaltimen moottori

Syöttölaitteen rungossa kulkevat kaapelit suojattiin mekaaniselta rasitukselta spiraalin ja muoviputken avulla. Liikuvassa kelmassa kulkevat kaapelit sijoitettiin energiansiirtoketjuun.



Kuvio 22 Syöttölaitteen kunnostusta

Kuvioiden 23 ja 24 mukainen ohjauskotelo OK1 rakennettiin, johon sijoitettiin kaikki syöttölaitteen ohjaukseen käytettävät ohjauspainikkeet ja -kytkimet. Ohjauspainikkeet ja -kytkimet sijoitettiin kotelon kanteen ja kotelon sisälle kaksi IFM AC2251 AS-i-slavea ja riviliittimiä. OK1 sisälle tehtiin tarvittavat johdotukset ja merkinnät. Kaikki syöttölaitetta koskevat ohjaukset toteutettiin AS-i-väylän avulla.



Kuvio 23 Ohjauskotelo OK1

Kuvio 24 Ohjauskotelo OK1 sisältä

Paininpyörien yhteyteen lisättiin vastusanturimittaus, jolla mitataan vastusarvona syötettävän levyn paksuutta. Tällä pyritään estämään syöttölaitetta syöttämästä kahta levyä yhtä aikaisesti. Paininpyörien runkoon kiinnitettiin kuvion 25 mukainen feston mlo-pot-300-lwg "sylinteri", jossa vastusarvo muuttuu sylinterin pituuden mukaan. Sylinterin pituus muuttuu sen mukaan, kuinka alhaalla paininpyörät ovat. Sylinterin avulla saadaan vastusarvo, joka on suoraan verrannollinen syötettävän levyn paksuuteen. Vastusarvo skaalataan pr-muuntimen avulla 4-20mA virtaviestiksi, jota luetaan logiikalle. Mikäli kaksoissyötön estolle määrätyt arvot täyttyvät, eli mitattu vastusarvo on kaksi kertaa levyn paksuuden suuruinen, pysähtyy syöttölaite ja lopettaa levyjen syöttämisen.

Kaksoissyötön eston toimiessa, täytyy se kuitata OK1 kotelossa sijaitsevasta kuittauspainikkeesta, ennenkuin syöttölaite käynnistyy uudelleen.



Kuvio 25 Kaksoissyötön eston mittaus feston mlo-pot-300-lwg

Syöttölaitteen paikalleen sijoittamista varten sille piti valaa betonista "jalat". Jalat valettiin puristinmontusta työskentelytason korkeudelle ja niiden yläpäähän sijoitettiin paksut rautalevyt, joihin syöttölaite hitsattiin myöhemmin kiinni. Betonijalkojen tiellä oli valaisimia, kaapelihyllyjä, sprinklerputkia ja muita vanhoja putkia. Käytössä olevia putkia ja kaapeleita siirrettiin ja vanhat, jotka eivät olleet enää käytössä poistettiin betonijalkojen tieltä. Valaisimet siirrettiin betonijalkojen tieltä toiseen kohtaan ja kaapelihyllyt muutettiin kulkemaan toista reittiä. Kaapelihyllyä rakennettiin myös syöttölaitteen tarvitsemia kaapelointeja varten lisää.



Kuvio 26 Aukko lattiassa syöttölaitteen betonijalkoja varten



Kuvio 27 Puristinmonttuun tilaa betonijalkoja varten



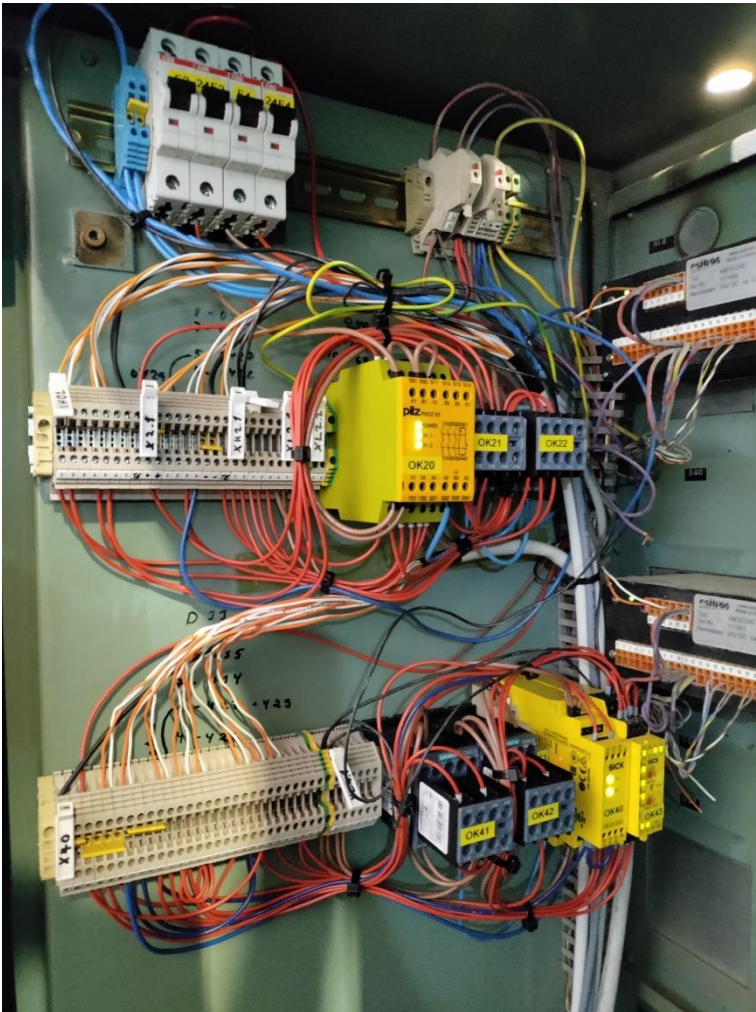
Kuvio 28 Betonijalkojen valu

Betonijalkojen valu tapahtui luonnollisesti aikaisemmin, jotta ne kerkesivät kuivaa ennen syöttölaitteen asennusajankohtaa. Valun ajaksi työskentelytasolle piti rakentaa putoamisesteet, koska lattia oli osalta kohtaa auki valun takia. Putoamisesteet estivät operaattoria käyttämästä normaalia ohjauskoteloä. Tuotannon jatkumiseksi tarvittiin väliaikainen nappikotelo sellaiseen paikkaan, josta operaattori pystyi sitä käyttämään.



Kuvio 29 Väliaikainen nappikotelo, jalkojen valun ajaksi

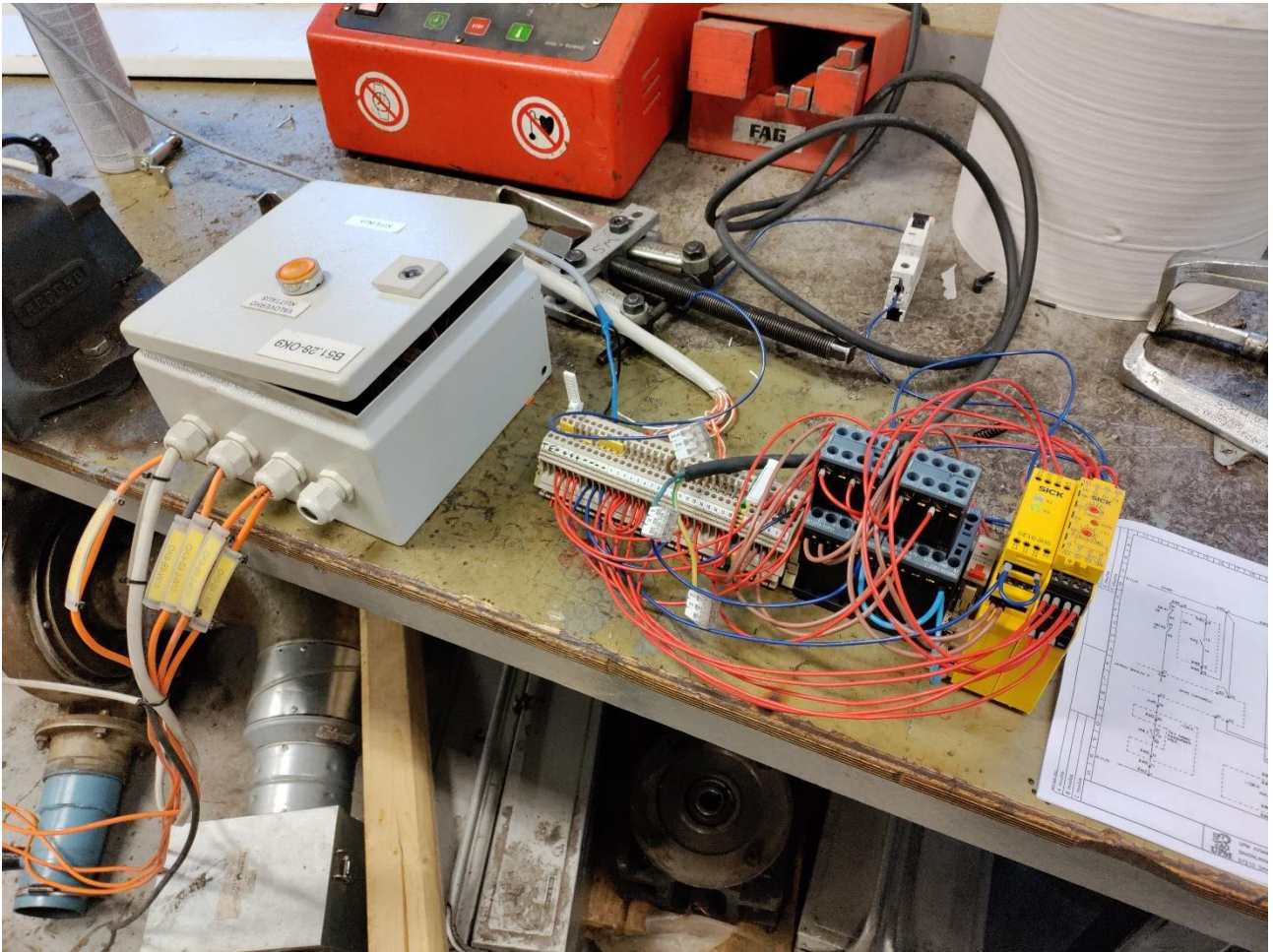
Turvapiirejä syöttölaitteelle toteutettiin kaksi kappaletta. Valoverhoin turvallisettu syöttölaitteen toiminnan katkaisu sekä turva-aidat kahdella lukollisella turvaportilla. Turvapiirit johdotettiin valmiiksi ja testattiin toimiviksi ennen niiden paikalleen asennusta. Myös kaapeloinnit turvapiirien ja koteloiden välillä johdotettiin niin pitkälle kuin vain järkevästi mahdollista ennen paikalleen asennusta. Tämä säästi paljon aikaa syöttölaitteen asennusviikolta. Turvapiirien komponentit sijoitettiin kuumapuristimen keskukseen kuvion 30 mukaisesti.



Kuvio 30 Turvapiirien komponenttien sijoitus keskukseen

Mikäli henkilö kulkee valoverhon läpi syöttölaitteen toiminta-alueelle, katkaisee valoverho syöttölaitteen toiminnan. Valoverho tulee kuitata OK4 kotelon kannessa sijaitsevasta painikkeesta, ennenkuin syöttölaite on mahdollista käynnistää uudelleen. Valoverhon turvapiiriin lisättiin muting valokennot, joiden avulla levypinkat on mahdollista ajaa valoverhon säteen läpi ilman, että valoverho katkaisee syöttölaitteen toimintaa. Tämä nopeuttaa prosessia sekä jättää aiheettomat

häiriöt ja hälytykset pois. Menetelmä helpottaa myös operaattorin työtä ja säästää hermoja jatkuvalta valoverhon kuittaamiselta.

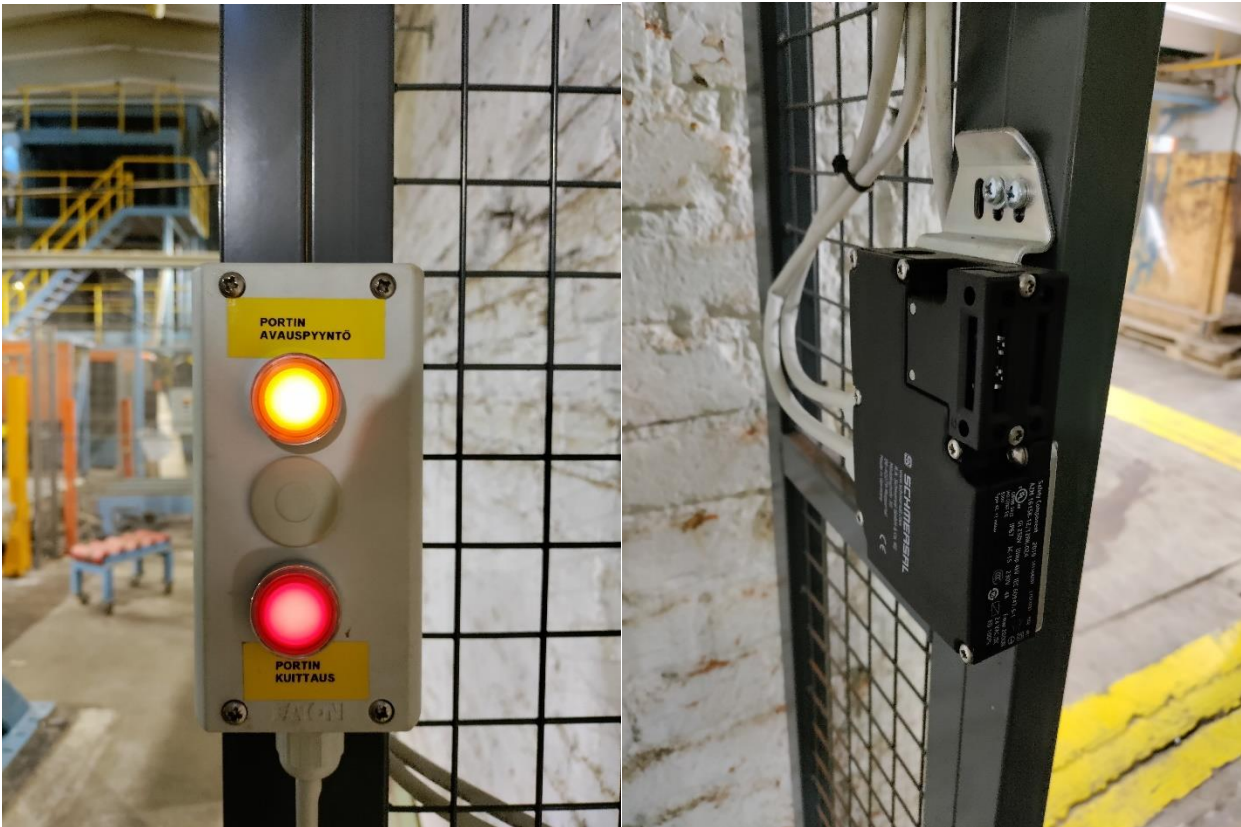


Kuvio 31 Valoverhojen turvapiirin johdotus ja toiminnan testaus ennen kohteeseen asennusta. Turvarele SICK UE10-30S ja mutingmodule SICK UE410-MU.

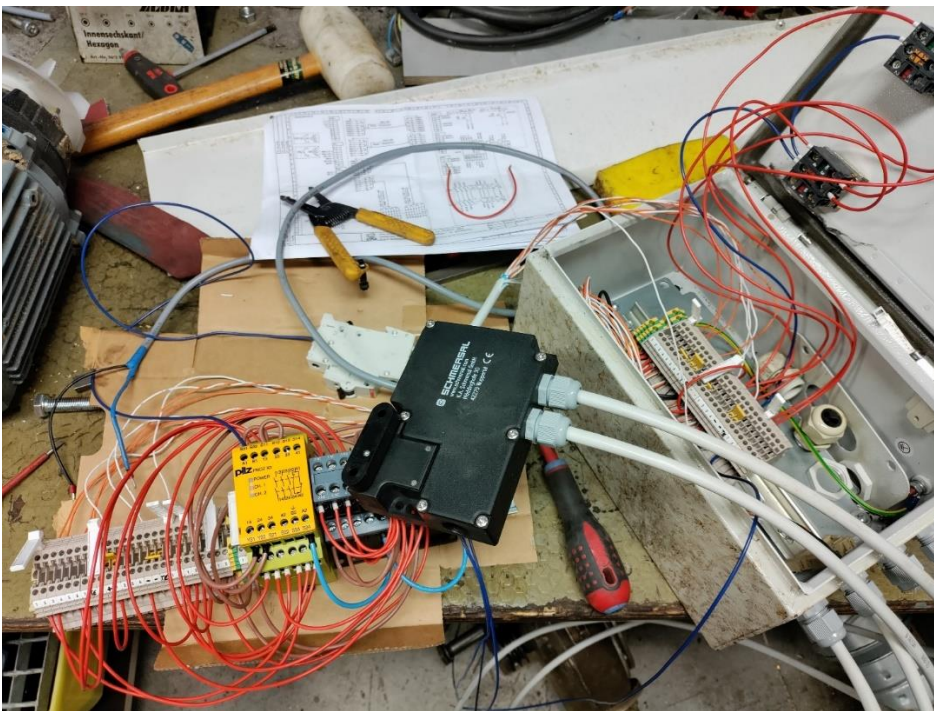


Kuvio 32 Valoverhojen SICK m4000 standart ap ja muting-valokennojen SICK wl280-p430 toiminnan testaus ennen kohteeseen asennusta

Lukollisia turvaportteja asennettiin kaksi kappaletta, jotka tekevät kulkemisesta turvallisen syöttölaitteen toiminta-alueelle, aidatun alueen sen muuten estäessä. Turvaportin lukko aukeaa OK2 kotelossa sijaitsevasta "portin avaus" painikkeesta ja kun portti on taas suljettu, tulee se lukita samassa kotelossa sijaitsevasta "portin kuitaus" painikkeesta. Syöttölaite pysähtyy, mikäli portti avataan syöttölaitteen toimiessa, eikä syöttölaite käynnisty uudelleen, ennenkuin portti on kuitattu painikkseesta.



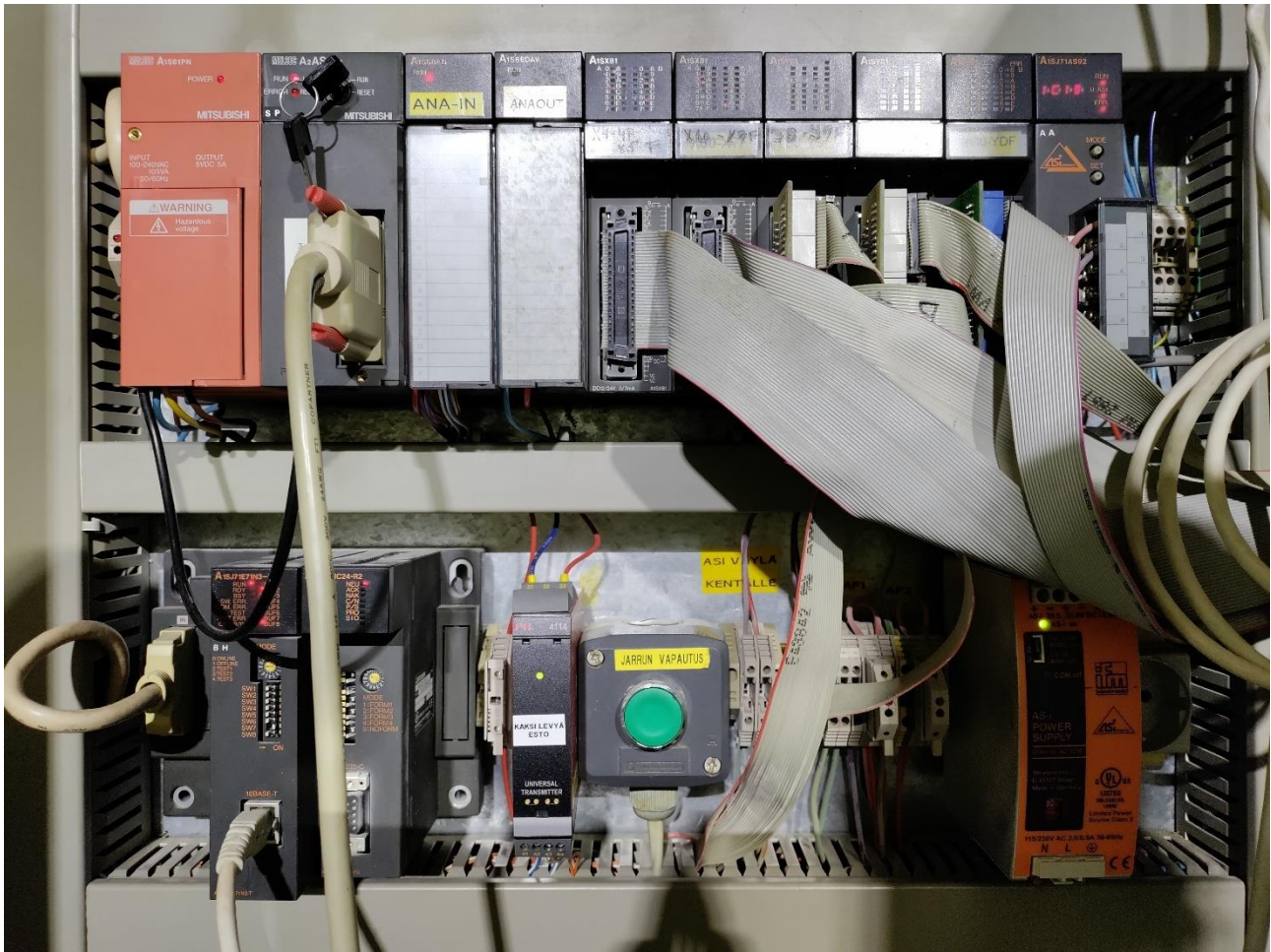
Kuvio 33 Turvaportin avaus ja kuittaus painikkeet sekä lukko



Kuvio 34 Portin lukon turvapiirin johdotus ja toiminnan testaus ennen kohteeseen asennusta.
Turvarele PILZ PNOZ X3 ja lukko schmersal AZM161sk-12/12rk-024.

Ohjelman vaatimien muutosten teko toteutettiin ennen syöttölaitteen asentamista. Ohjelma tehtiin valmiiksi sen hetkisten tietojen ja tarpeiden mukaan ja käyttöönotossa siitä korjattiin virheitä ja tehtiin tarvittavia lisäyksiä. Käyttöönoton jälkeen lisäyksenä ohjelmaan tehtiin tyhjen hyllyvälien ajo.

Ohjelma kirjoitettiin GX developerin avulla mitsubishin logiikalle. Syöttölaite käynnistetään ”Syöttölaite automaatile”-kytkimestä, jolloin alipainepuhallin käynnistyy ja imukupit laskeutuvat levyn pintaan. Sylinterien antureilta saadaan tieto, kun imukupit ovat alhaalla. Imukupit nousevat sylinterien toimesta ylös, pitäen levyä imussa. ”Levy imussa”-valokennolla tunnistetaan, että levy on imussa, kun sylinterit nousevat ylös. Kelkka odottaa paikallaan nolasta kolmeen sekuntia operaattorin määräämän ajan mukaan, ennen kuin se siirtyy etuasentoon. Tällä aikavälillä pyritään estämään useamman kuin yhden levyn syöttäminen. Tietyt levyt saattavat olla tiukasti toisissaan kiinni, mutta kun niitä ”roikuttaa” hetken, usein ne irtoavat. Sylinterien antureilta saadaan tieto, kun kelkka on etuasennossa. Kelkan ollessa etuasennossa, laskeutuvat imukupit alas, jolloin levy on syöttöpöydällä syöttöhihnojen päällä. Imut katkaistaan ja paininpyörät lasketaan alas levyn pintaan, jolloin syöttöhihnat alkavat pyöriä ja imukupit nousevat ylös. Kelkka menee takaisin taka-asentoon valmistautumaan noutamaan uutta levyä. ”Levy paininpyörille”-valokennolla tunnistetaan, että levy on kulkenut riittävän pitkälle syöttöhihnojen päällä. Paininpyörät nousevat ylös sekä syöttöhihnat pysähtyvät, kun levy on poistunut syöttöhäkkiin syöttöpöydältä. Sama kaava toistuu niin kauan, ennen kuin puristimen syöttöhäkki on täynnä tai levyt loppuvat pinkasta. Syöttöhissi nostaa levypinkkaa ylöspäin sitä mukaa, kun siitä levyä syötetään



Kuvio 35 Kuumapuristin 1 logiikka

Syöttöhissin ohjaaminen toteutettiin pinkankorkeusanturilla, jonka tiedon avulla pinkkaa voidaan nostaa syöttöhissillä automaattisesti ylöspäin kun syöttölaite syöttää levyjä puristimeen. Pinkankorkeusanturina käytettiin kuvion 36 mukaista IFM laseria, joka mittaa etäisyyden pisteestään laserin osoittamaan pintaan. Kun tämä etäisyys kasvaa asetusarvoa suuremmaksi, nousee syöttöhissi niin kauan ylöspäin, kunnes anturi on taas tunnustusetäisyydellä.



Kuvio 36 Pinkan korkeus laser IFM OID200

Syöttölaitteen toimintaa ei keretty testaamaan millään tavalla ennen sen paikalleen vientiä. Syöttölaitteen kunnostuksen jälkeen se purettiin kuvion 37 mukaisesti taas osiksi kuljetusta varten ja kasattiin paikan päällä uudestaan, sille valettujen jalkojen päälle.



Kuvio 37 Syöttölaite purettuna kuljetusta varten

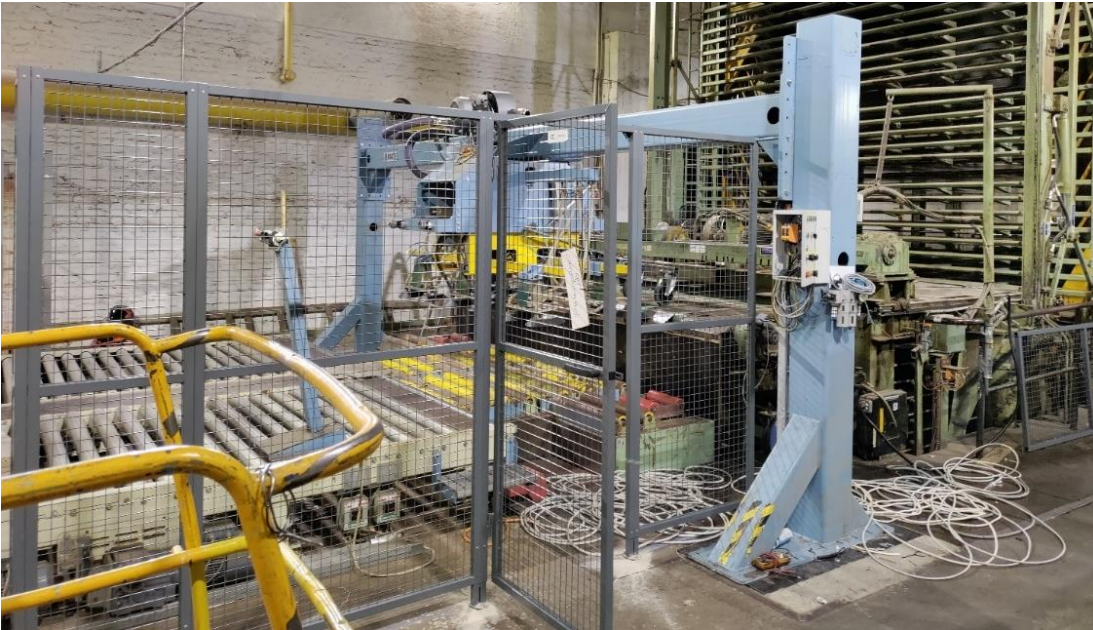
Syöttölaitteen rungon osat nostettiin paikoilleen kuvion 38 mukaisesti nosturin avulla ja ne pultattiin toisiinsa kiinni. Syöttölaite sijoitettiin oikealle kohdalle betonijalkoihin valettujen rautalevyjen päälle ja mittaamalla varmistettiin sen suoruus puristimeen nähden. Syöttölaite hitsattiin oikealle kohdalle paikalleen kiinni. Kun syöttölaitteen runko oli paikoillaan, jatkui projekti kaapeloinnilla keskuksen ja ohjauskoteloiden välillä.



Kuvio 38 Syöttölaitteen paikalleen nosto



Kuvio 39 Syöttölaite paikallaan



Kuvio 40 Turva-aitojen ja -porttien asennus

Turva-aidat ja portit sekä valoverhot asennettiin kuviossa 16 piirrettyjen sijoittelukuvien mukaisesti paikoilleen. Valoverhot ja muting-kennot suunnattiin kohdalleen kuvion 41 mukaisesti.

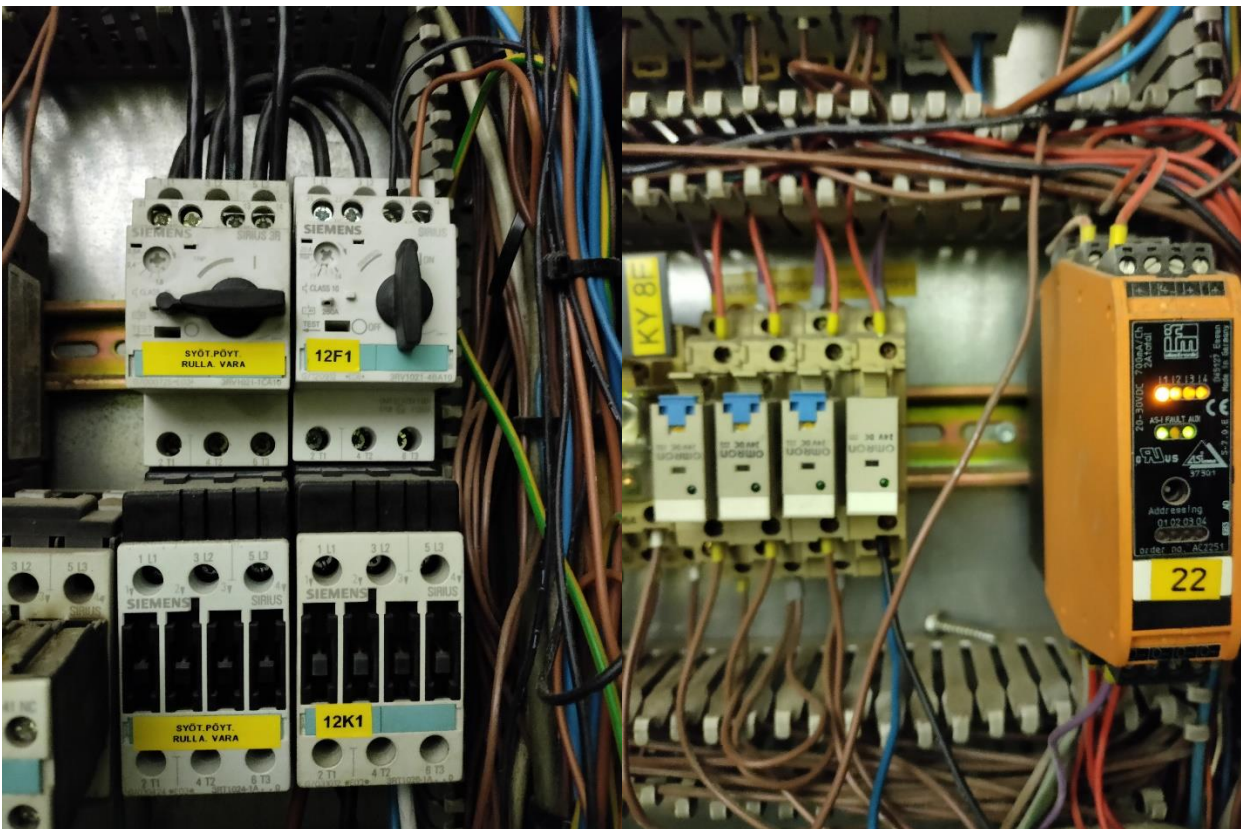


Kuvio 41 Valoverhot asennettu paikalleen ja suunnattu

Alipainepuhallin tarvitsi moottorilähdön. Kuvion 42 mukainen moottorilähtö toteutettiin kuuma-puristimen keskukseen ja se kaapeloitiin turvakytkimen kautta alipainepuhaltimen moottorille. Alipainepuhaltimen ohjausta varten keskuksessa oli yksi vapaa AS-i-output, joka otettiin käyttöön.

Syöttöhissin rullastolle toteutettiin myös varauksena moottorilähtö. Syöttöhissin rullasto oli vapaarullasto, mutta suunnitelmissa oli muuttaa veto siihen, mahdollisesti tulevaisuudessa. Keskuksesta poistettiin samalla vanhoja käytöstä poistuneita kontaktoreita, moottorinsuojia ja lämpöreleitä pois.

Keskukseen sai lisää tilaa mahdollisia muutoksia varten ja jäljelle jäi vain tarpeelliset komponentit. Vianhaun kannalta on myös tärkeää, että keskuksessa ei ole ylimääräisiä käytöstä poistuneita komponentteja.



Kuvio 42 Moottorilähdöt

Kuvio 43 Alipainepuhaltimen ohjaus AS-i:n avulla

Ohjauskoteloiden kiinnittäminen kuvion 44 mukaisesti ja tarvittavat kaapeloinnit koteloiden ja kuumapuristimen keskuksen välillä olivat seuraavana edessä. Turvaporttien lukkojen ja ohjauspainikkeiden kaapelointi tuli myös suorittaa. Kaksoisyötön estossa käytettävä feston m-plot kaapelointiin pr-muuntimelle, joka sijoitettiin kuumapuristimen logiikkakeskukseen. AS-i väylään liittyminen tapahtui viereiseltä ohjauskotelolta, jossa oli käytössä AS-i-väylässä olevia ohjauksia. Rinnakkaisnappien kaapelointi tapahtui samalle kotelolle, josta liitettiin AS-i-väylään. Kuumapuristimen keskuksen sijoitettujen turvakomponenttien piirien tarvitsemat syötöt 230VAC ja 24VDC johdotettiin keskuksen sisältä omien sulakkeiden takaa.



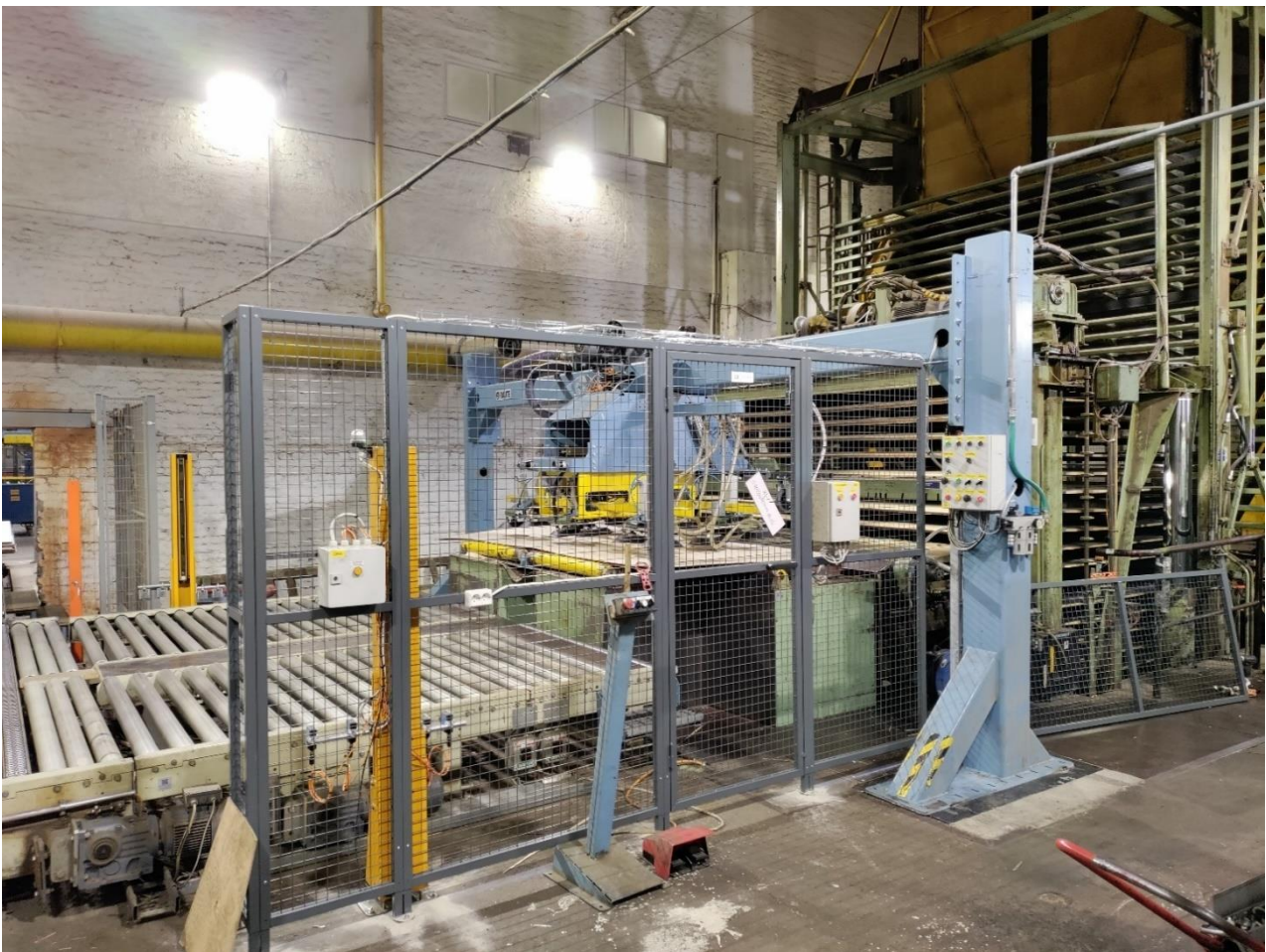
Kuvio 44 OK1, OK2 ja OK4 paikalleen asennus ja kaapelointi

Käyttöönotto aloitettiin I/O testillä. Kun jokainen saapuva input ja lähtevät output muutti tilaansa ja toimi oikein, todettiin asennusten olevan kunnossa. Syöttölaitteen liikkeitä siirryttiin kokeilemaan käsiajo-toiminnoilla.

Alipainepuhallin käyntiin ja seis, imukupit ylös ja alas, kelkka eteen ja taakse ja paininpyörät ylös ja alas. Sylinterien tekemät liikkeet olivat aivan liian rajut, joten niitä säädettiin maltillisemmiksi. Käsiäjolla laitteen toiminnan varmistamisen jälkeen kokeiltiin kuinka syöttölaite käyttäytyy, kun syöttöautomaatti kytketään päälle.

Ensimmäisellä yrittämällä levy siirtyi syöttöhissistä jo syöttöhäkkiin, mutta ongelmaksi muodostui sen jälkeen tapahtuvat syöttöhäkin liikkeet. Kaikilta antureilta ei tullut tietoa, vaikka syöttöhäkki oli oikealla kohdalla tunnistimiin nähden. Tämä johtui tutkimisen jälkeen siitä, että koko syöttöhäkki oli vinossa toiselle puolelle. Tämä taasen oli seuraus samalla viikolla tehdystä sylinterien stefojen vaihtotyöstä.

Käsiäjolla ajaen syöttöhäkin paikat kohdalleen ja säätämällä anturit tunnistusetaisyydelle kuntoon, alkoi levyt menemään syöttöhäkkiin ja häkki liikkumaan oikein alas.



Kuvio 45 Käyttöönotto

Syöttölaitte onnistuttiin saamaan toimimaan niin, että sillä pystyi syöttämään levyjä ja käyttöönottoa ja testaus jatkui tuotannon kanssa, koska heillä on paras käsitys siitä, kuinka minkäkin tulisi toimia.

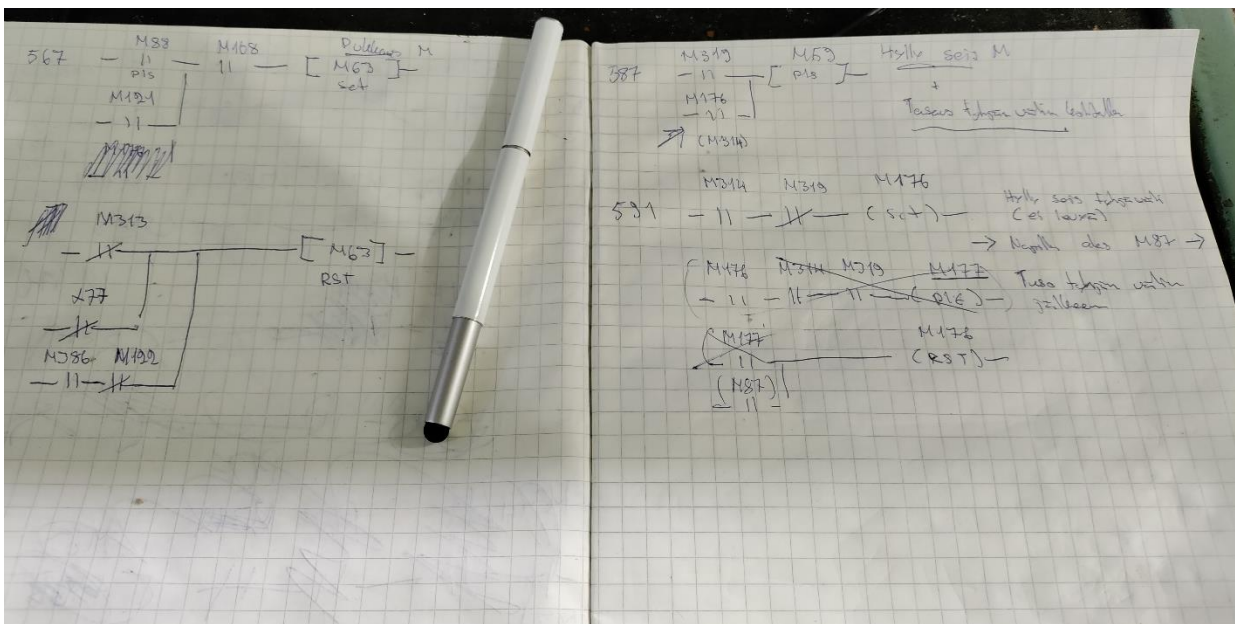


Kuvio 46 Tuotannon kanssa testausta

Käyttöönotto sujui odotettua paremmin ja nopeammin. Aikaa oli varattu ohjelman muutoksille ja liikkeiden hienosäätöä varten, mutta niille ei ollut tarvetta. Oikeastaan ainoan ongelman käyttöönotossa aiheutti tyhjät hyllyvälit, koska niitä ei oletettu olevan.

Ohjelma kirjoitettiin ennen syöttölaitteen asennusta niinsanotusti kunnossa olevalle puristimelle, missä tyhjiä hyllyvälejä ei ole. Ongelma olisi ollut yksinkertaista ratkaista vain kääntämällä haitta pois induktiivisen anturin tunnistus etäisyydeltä, joka tunnistaa syöttöhäkin tasot, mutta tässä tapauksessa sillä ei olisi saavutettu haluttua lopputulosta. Puristimen syöttöhäkki on rakennettu

siten, että välikköön syötetään levy ja syöttöhäkki laskeutuu yhden välin alaspäin. Tässä tilassa uuteen välikköön syötetään levy, mutta samalla aiempaan väliin syötetty levy pukataan pidemmälle. Joten syöttöhäkin tulee siis pysähtyä joka välissä, vaikka levyä ei syötettäisi. Ja koska pukkaus liike tulee aina edelliselle välikölle, niin pukkarit ei saa pukata tyhjään väliin. Pukkarin pukatussa tyhjään väliin se on vaarana olla solmussa. Siis tyhjän hyllyvälin kohdalle syöttöhäkin tulee pysähtyä ja pukata edelliseen väliin syötetty levy. Tämän jälkeen syöttöhäkki laskeutuu alaspäin ja on uuden välin vuoro, jos väli on kunnossa voidaan syöttää levy, mutta pukkaus liikettä ei voida tehdä, koska aiempi hyllyväli oli tyhjä.



Kuvio 47 Tyhjen hyllyvälien ohitusten pohdintaa

Kuumapuristin, jota projektissa modernisoitiin syöttölaitteen avulla on erittäin iäkäs. Ikä näkyy puristimessa välyksinä ja puutteina kunnossapidosta huolimatta. Puristimesta puuttuu kolme kappaletta puristinlevyjä, mikä tarkoittaa sitä, että jokaiseen hyllyväliin ei voida syöttää levyä puristettavaksi. Tästä syystä tyhjat hyllyvälit tulee ohittaa ilman levyn syöttämistä. Puristimen logiikkakeskuksen kanteen lisättiin kytkin tyhjen hyllyvälien ajoon ja muokattiin ohjelmaa toimimaan siten, että kytkimen ollessa ON-asennossa ohittaa syöttölaite tyhjat välit ilman levyn syöttämistä sekä pukkarit tekee pukkaukset oikeaan väliin.



Kuvio 48 Kytkin tyhjien hyllyvälien ajoon

Syöttöhäkin asemaa ja pukkarin pukkauslupaa vahdittiin ennen kahdella induktiivisella anturilla putkeen kiinnitetyistä haitoista kuvion 49 mukaisesti. Loppuviimein induktiivisten anturien toiminta muutettiin siten, että toisella anturilla valvotaan syöttöhäkin asemaa sekä annetaan pukkauslupa ja toisella anturilla tunnistetaan tyhjät hyllyvälit, estäen levyn syöttö ja pukkaus väärään kohtaan. Tunnistinta siirrettiin taaksepäin ja valmistettiin ylimääräiset kuvion 50 mukaiset haitat tyhjille hyllyväleille.

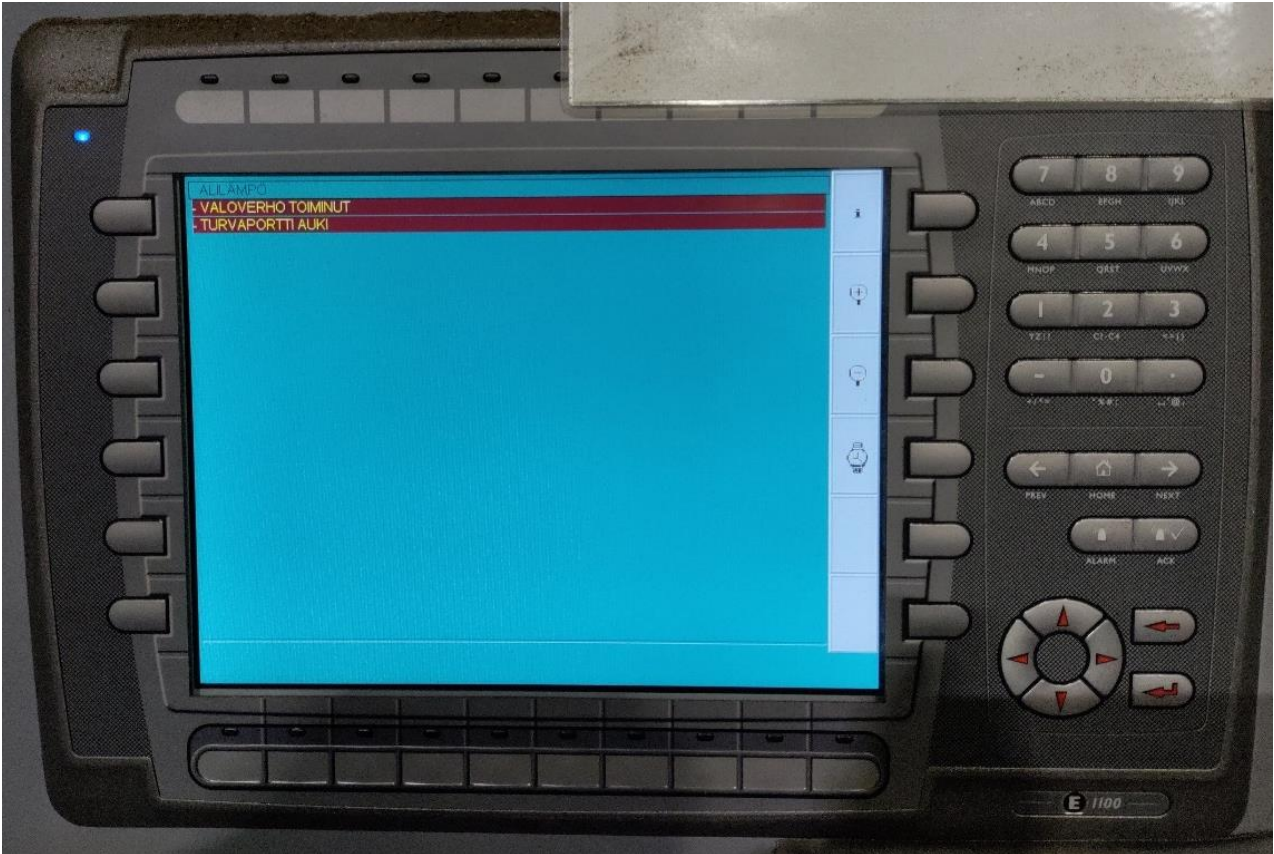


Kuvio 49 Haittoja valvovat induktiiviset anturit



Kuvio 50 Prototyyppi tyhjän hyllyvälin haitasta

Turvallaitteista otettiin tieto kuumapuristimen ohjauspaneelille, vianhakua helpottamaan. Paneelille tulee kuvion 51 mukaisesti hälytysosioon punaisella yliviivauksella teksti "valoverho toiminut", kun valoverhon säde on katkennut ja "turvaportti auki", kun turvaportti on avattu ja sitä ei ole kuitattu kiinni. Hälytykset poistuvat kun valoverho ja turvaportit on toimintakunnossaan.



Kuvio 51 Vikailmoitukset kuumapuristimen ohjauspaneelille

Kuvat päivitettiin vastaamaan tehtyjä asennuksia. Turvapiireistä piirrettiin uudet kuvat, koska niitä ei ollut aiemmin. Jo olemassa olevia vanhoja kuvia päivitettiin. Syöttölaite lisättiin sap-laitehierarkiaan kuumapuristin 1 osion alle kuvion 52 mukaisesti. Käytetyt komponentit listattiin hierarkiaan ja komponenteille tehtiin nimikkeet tulevaisuutta ja kunnossapitoa ajatellen.

Toimintopaikka	0211	VO:n alku	22.03.2
Nimitys	SAVOLINNAN TEHDAS		
> 0211 212100	VIILUNVALMISTUKSEN YHTEISET		31
> 0211 212110	HAUTOMO		31
> 0211 212120	KUORINTA		31
> 0211 212125	KATKAISU		31
> 0211 212130	SORVAUS		31
> 0211 212140	KUIVAUS		31
> 0211 212145	LEIKKAUS- JA LAJITTELU		31
> 0211 212150	PAIKKAUS		31
> 0211 212160	SAUMAUS JA VIILUN SAHAUS		31
> 0211 212170	JATKAMINEN		31
▪ 0211 212180	VIILUN JÄLKILAJITTELU		31
> 0211 212190	SIVUTUOTTEIDEN KÄSITTELY		31
> 0211 222200	VANERIN VALMISTUKSEN YHTEISET		31
▪ 0211 242600	LAADUNVALVONTA		31
> 0211 222225	LIIMANVALMISTUS		31
> 0211 222230	LADONTA		31
> 0211 222240	ESIPURISTUS		31
▼ 0211 222250	KUUMAPURISTUS		31
▪ 0211 222250 00	ERITTELEMÄTÖN		31
▼ 0211 222250 51	KUUMAPURISTIN 1		MU
▪ 0211 222251 51 4100	LAITEPERUSTUKSET		
▪ 0211 222250 51 4200	RUNKORAKENTEET		
▪ 0211 222250 51 4300	HOITOTASOT, PORTAAT		
▪ 0211 222250 51 4615	PINKANSIIRTORULLASTO		
▪ 0211 222250 51 4617	IMUKUPPISYÖTTÖLAITE		
▪ 0211 222250 51 4616	SYÖTTÖRULLASTO		
▪ 0211 222250 51 4501	TÄYTTÖHISSI		
▪ 0211 222250 51 4601	SYÖTTÖKULJETIN (HIHNAT)		
▪ 0211 222250 51 4603	TÄYTTÖLAITE		
▪ 0211 222250 51 7101	LADELMANPIDÄTIN		
▪ 0211 222250 51 7103	KUUMAPURISTIN		
▪ 0211 222250 51 5301	HYDRAULIIKKA, PURISTIN		
▪ 0211 222250 51 7102	TUNNUSTELIJA (VERHOT)		
▪ 0211 222250 51 7104	TYHJENNYSHYLLEYKKÖ		
▪ 0211 222250 51 4502	VARASTOHISSI		
▪ 0211 222250 51 6200	LÄMMITYSPUTKISTO (KANNATTIMINEEN)		
▪ 0211 222250 51 6300	VENTTIILIT, PUTKIVARUST.		
▪ 0211 222250 51 6400	LÄMMINVESIPUMPPU		
▪ 0211 222250 51 5400	PAINEILMAVARUSTIMET		
▪ 0211 222250 51 7800	KÄSITYÖLAITTEET		
▪ 0211 222250 51 2800	SÄHKÖNJAKELU		

Kuvio 52 Imukuppisyöttölaite SAP-laitehierarkiassa

Kuljetusjärjestelmä, jonka avulla levypinkat ajetaan syöttöhissiin oli aiemmin erillinen järjestelmä ja sitä ei liitetty tarkoituksella syöttölaitteen kanssa yhdeksi järjestelmäksi. Järjestelmien liittämistä pohdittiin projektin edetessä ja päädyttiin pitämään järjestelmät erillään. Operaattori siis ajaa käsin ohjauspulpetista uuden levypinkan syöttöhissiin aina entisen loputtua. Kuljetusjärjestelmän liittäminen olisi hankaloittanut projektia ja vienyt aikaa tiukasta aikataulusta. Järjestelmien liittämistä toisiinsa otettiin huomioon ja sille on mahdollisuuksia tulevaisuudessa.

Syöttölaitteen yhteyteen jätettiin tuotannon toiveesta myös mahdollisuus syöttää levyjä käsin vanhan syöttötavan mukaisesti. Ohjauskoteloon OK1 lisättiin kytkin, jota käytettäessä puristin toimii samalla tavalla, kuin ennen syöttölaitteen asennusta.

Syöttölaitteen toiminta on estetty, koska operaattori joutuu olemaan syöttölaitteen toiminta-alueella syöttäessään levyjä käsin. Turvaportit voivat olla auki tai kiinni ja operaattori voi mättää levyjä syöttöhihnoille syöttölaitteen toiminta-alueella. Käsinsyötön mahdollisuuden jättäminen aiheutti pohdintaa ohjelmaa tehdessä turvallisuuden osalta. Tuotanto halusi säilyttää käsinsyötön mahdollisuuden häiriö-, vika- ja erikoistilanteita varten.

5 Yhteenveto/tulokset

Opinnäytetyö onnistui ja sille asetetut tavoitteet saavutettiin määräajan puitteissa. Syöttölaite helpottaa kuumapuristimella työskentelevien operaattorien työtaakkaa merkittävästi. Työturvallisuuden parantuessa myös eri tasolle kuin aiemmin. Nyt operaattori seuraa syöttölaitteen toimintaa aidatun alueen takaa, eikä ole itse nostamassa raskaita levyjä syöttöhihnojen päälle ja mahdollisesti loukkaamassa itseään. Syöttölaitteen toiminta on turvallistettu ja operaattorin on turvallista olla sen toiminta-alueella niin tarvittaessa. Operaattorit ovat olleet hyvin tyytyväisiä syöttölaitteeseen ja sen toimintaan. Syöttölaite on toiminut puristimella sen käyttöönotosta lähtien moitteetta.

Prosessi itsessään ei nopeutunut, koska syöttöhäkin nopeus pysyi samana kuin aiemmin. Operaattori voi tosin suorittaa muita työtehtäviä sillävälillä kun syöttöautomaatti syöttää levyjä taustalla, eikä operaattori itse. Operaattorin työpanos saadaan paremmin keskitettyä kahden puristimen hoitamiseen.

Operaattori ajaa levypinkan syöttöhissiin ja käynnistää syöttölaitteen automaatile. Syöttölaite syöttää levyä niin kauan, kunnes ne loppuvat syöttöhissistä tai syöttöhäkki tulee jo täyteen. Syöttöhäkin tullessa täyteen ajaa operaattori levyt puristimeen, jossa niitä puristetaan kullekin levylle määrätty aika.

6 Pohdinta

Opinnäytetyö onnistui hyvin, sillä annetut tavoitteet saavutettiin määräajassa. Tuotannon henkilökunta ja varsinkin työpisteessä työskentelevät operaattorit olivat erittäin tyytyväisiä saavutettuun lopputulokseen.

Kehittämistyö kannatti tehdä, koska sen avulla saatiin parannettua tuotantoa, työntekijöiden viihtyvyyttä, työturvallisuutta ja kevennettyä heidän työtaakkaa. Yksi syy kannattavuudelle oli myös se, että syöttölaite saatiin kustannustehokkaaseen hintaan toiselta tehtaalta ja kehittämisprojekti toteutettiin oman henkilöstön voimin, joten kustannukset investoinnille pysyivät matalina.

Työn lopputulos antoi myös toimeksiantajayritykselle näkemyksen sen osaavasta henkilöstöstä ja ammattitaidosta toteuttaa kyseessä olevan kaltaisia projekteja nopeallakin aikataululla.

Lähteet

An overview of AS-Interface I/O Solution Protocol. 2022. Artikkelit real time automation sivustolla, real time automation on yksi AS-i järjestelmien asentajista. Viitattu 19.2.2022. <https://www.rtautomation.com/technologies/as-interface/>

ASi-5 - Automation reinvented. 2022. Artikkelit bihl-wiedemann sivustolla, bihl-wiedemann on johtava automaatio- ja turvallisuustekniikan yritys, joka valmistaa AS-i komponentteja. Viitattu 27.2.2022. <https://www.bihl-wiedemann.de/en/asi-5.html#c63404>

ASi-5: Increased performance. N.d. Artikkelit as-interface.net-sivustolla, joka on AS-i-väylän kotisivusto. Viitattu 9.1.2022. <https://www.as-interface.net/en/asi-5/technology>

AS-Interface - Introduction and Basics. 2006. Siemensin ohjekirja, jossa käsitellään AS-i-väylää. Viitattu 27.2.2022. https://cache.industry.siemens.com/dl/files/856/1171856/att_961903/v1/SYH_asi-grundlagen_76_201805231008141616.pdf

Bus system AS-interface. 2007. Ifm:n luettelo, jossa käsitellään AS-i-väylää. Viitattu 27.2.2022. [https://www.ifm.com/download/files/ifm_AS-Interface_Catalogue_GB_08/\\$file/ifm_AS-Interface_Catalogue_GB_08.pdf](https://www.ifm.com/download/files/ifm_AS-Interface_Catalogue_GB_08/$file/ifm_AS-Interface_Catalogue_GB_08.pdf)

Economical and easy. N.d. Artikkelit as-interface.net sivustolla, joka on AS-i väylän kotisivusto. Viitattu 9.1.2022. <https://www.as-interface.net/en/technology>

Functional safety technology. N.d. Artikkelit as-interface.net sivustolla, joka on AS-i väylän kotisivusto. Viitattu 9.1.2022. <https://www.as-interface.net/en/technology/safety-at-work>

Jowett J. 2019. What is as-interface? Artikkelit realpars sivustolla 16.11.2019. Viitattu 9.1.2022. <https://realpars.com/as-interface/#>

UPM:n juuret ulottuvat 1870-luvulle. 2022. UPM:n verkkosivu. Viitattu 17.2.2022. <https://www.upm.com/fi/tietoa-meista/yhtion-historia/>

UPM Savonlinna Plywood Mill. 2021. UPM:n verkkosivu. Viitattu 19.2.2022. <https://www.wisaplywood.com/contacts/production-units/savonlinna/>

Vuosikertomus 2013. 2014. Asiakirja UPM:n verkkosivuilla. Viitattu 17.2.2022. https://vuosikertomukset.net/resources/UPM/fin/vuosikertomukset/UPM_vuosikertomus_2013.pdf

Vuosikertomus 2015. 2016. Asiakirja UPM:n verkkosivuilla. Viitattu 17.2.2022. https://vuosikertomukset.net/resources/UPM/fin/vuosikertomukset/UPM_vuosikertomus_2015.pdf

Vuosikertomus 2016. 2017. Asiakirja UPM:n verkkosivuilla. Viitattu 17.2.2022. https://vuosikertomukset.net/resources/UPM/fin/vuosikertomukset/UPM_vuosikertomus_2016.pdf

Vuosikertomus 2020. 2021. Asiakirja UPM:n verkkosivuilla. Viitattu 17.2.2022. <https://www.upm.com/siteassets/asset/investors/2020/upm-vuosikertomus-2020.pdf>

Wisaplywood. 2022. UPM:n verkkosivu. Viitattu 17.2.2022. <https://www.wisaplywood.com/fi/>

