

Janne Mansikkamäki

Paineilmakuivaimen ohjauksen modernisointi

Opinnäytetyö

Kevät 2021

SeAMK Tekniikka

Automaatiotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Automaatioinsinööri

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaatio

Tekijä: Janne Mansikkamäki

Työn nimi: Paineilmakuivamen ohjauksen modernisointi

Ohjaaja: Marko Hietamäki

Vuosi: 2021

Sivumäärä: 45

Tämä opinnäytetyö on tehty Atria Oy:n Ruokatehtaan paineilmakuivaimelle. Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa paineilmakuivaimen logiikalle modernisointi. Ohjauksen modernisointi tehtiin, koska logiikka oli erittäin vanha, eikä mahdollisia varaosia ollut saatavilla. Lisäksi paineilmakuivaimen toiminta on pitkään ollut puutteellista vanhentuneiden komponenttien takia, jolloin energian tarve on ollut erittäin suuri.

Tavoitteena oli valita komponentit sen mukaan, että varaosien saanti on hyvä ja tulevaisuudessa on mahdollisuus päivittää myös muut paineilmakuivaimet samalla osalistalla. Lisäksi kuivaimen asennettiin erillinen näyttö, josta laitteen toimintaa on helppoa seurata. Paneelin käyttöliittymästä tehtiin helposti luettava tilatietojen ja asetusten osalta.

Lopputuloksena kuivaimesta saatiin muutamien komponenttien päivityksellä tehtyä hyvin toimiva kokonaisuus, jota pystyy hyödyntämään tehtaan muissa samanlaisissa kuivaimissa.

Avainsanat: modernisointi, logiikka, paineilmakuivain.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Technique

Degree programme: Automation engineer

Specialisation: Machine automation

Author/s: Janne Mansikkamäki

Title of thesis: Adsorption dryer logic modernization

Supervisor(s): Marko Hietamäki

Year:2021 Number of pages:45

The thesis was made for Atria Ruokatehdas Oy. The aim was to plan and carry out the logic modernization of an adsorption dryer. The modernization of the logic was necessary because the logic was too old and spare parts were no longer available. The old adsorption dryer has also been working poorly, because of the outdated components, and that has significantly lowered the efficiency.

The aim was to choose the components so that there would be spare parts available also in the future and that it would be possible to carry out similar modernization for all same kind of dryers. In addition to this, also a screen was added to the electrical cabinet to provide an easy access to the dryer settings and all necessary information. The screen interface was made so that it is easy to read statuses and adjust settings.

When a few components had been upgraded, the dryer was functioning well. Therefore, the same idea can be applied to all similar dryers in the factory.

Keywords: modernization, logic, absorption dryer

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ	2
Kuvaluettelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 Johdanto	8
1.1 Työn tausta	8
1.2 Työn tavoite	8
1.3 Työn rakenne	8
1.4 Atria-konserni lyhyesti	9
2 Ohjelmitava logiikka ja ohjelmointikielet	10
2.1 Ohjelmitava logiikka	10
2.2 Ohjelmointikielet.....	10
2.2.1 Käskylista (ST).....	11
2.2.2 Tikapuukaavio (LAD).....	11
2.2.3 Toimintalohkokaavio (FBD).....	12
3 Laitteisto	13
3.1 Nykyinen toiminta.....	14
4 Suunnittelu	16
4.1 Ohjausjärjestelmän valinta	16
4.2 HMI	16
4.3 Kastepiste	17
4.3.1 Paineenalainen kastepiste	17
4.4 Kastepisteanturin valinta	18
4.4.1 Kastepisteanturin toiminta	19
4.5 Lämpötilan seuranta.....	20
4.5.1 PT100-anturin toiminta.....	20
4.6 Paineen seuranta	21
4.6.1 Paineanturin toiminta	21
4.7 Painekeytkin	22

5	Tia Portal	23
5.1	Ohjelmasuunnittelu	23
5.1.1	Kammion elvytys	24
5.2	Käyttöliittymäsuunnittelu	25
5.2.1	Päänäyttö	26
5.2.2	Asetukset	27
5.2.3	Häiriöt	30
5.2.4	Historia tiedot	30
5.2.5	Käsiajo	31
6	PLC:n Simulointi	32
6.1	Simulointi Tia Portalin avulla	32
7	Käyttöönoton suunnittelu	35
8	Uusien komponenttien sijoitus	36
9	Käyttöönotto	38
9.1	Yhteyden luonti	38
9.2	Tulojen ja lähtöjen testaus	38
9.3	Ohjelmakierron testaus paineettomana	39
9.4	Automaatin toiminta	39
10	Yhteenveto	42
	LÄHTEET	43

Kuvaluettelo

Kuva 1. Käskylistakaavio. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.).....	11
Kuva 2. Tikapuukaavio. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.).....	12
Kuva 3. Toimintalohkokaavio. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)	12
Kuva 4. Vanha logiikka.	13
Kuva 5. Ruokatehtaan paineilmakuivain.	14
Kuva 6. Paineilmakuivaimen toimintakaavio.	15
Kuva 7. TP700-paneeli. (Siemens, 2020.)	17
Kuva 8. FA-515-kastepisteanturi. (Cs-instruments, 2021.).....	19
Kuva 9. PT100-anturi. (Wexon.).....	20
Kuva 10. Painelähetin. (Wexon.).....	21
Kuva 11. Ohutkalvopaineanturin rakenne. (Burkert.).....	22
Kuva 12. Mekaaninen painekeytkin. (Wexon.)	22
Kuva 13. Adsorptio-ohjelmaa.....	24
Kuva 14. Päänäyttö.	27
Kuva 15. Adsorptio-asetukset.	27
Kuva 16. Elvytysasetukset-valikko.....	28
Kuva 17. Kuumennusasetukset	29
Kuva 18. PID-säädöt.....	29

Kuva 19. Häiriö-sivu.....	30
Kuva 20. Lokitietoja.	31
Kuva 21. Käsiajo.....	31
Kuva 22. Simuloinnin aloitus.....	32
Kuva 23. PLC-SIM.	33
Kuva 24. Project View.....	33
Kuva 25. Simtable.....	34
Kuva 26. Panielähttimen asennus.....	36
Kuva 27. PT100 ja painekeytkin.....	37
Kuva 28. Kastepisteanturi.	37
Kuva 29. Paineentasauksen tarkistus.	40
Kuva 30. Historia tietoja.....	41
Kuva 31. Valmis kokonaisuus.	41

Käytetyt termit ja lyhenteet

FBD	Lyhenne sanoista "Function block diagram" Toimintalohko-ohjelmointi.
G ½	Prosessiteollisuudessa paljon antureissa käytettävä kierretyyppi.
HMI	Human Machine Interface, jolla tarkoitetaan laitetta, jolla ihminen on vuorovaikutuksessa koneen kanssa. Yleensä näyttö
Kastepiste	Kastepisteellä kuvataan kosteuden määrää vallitsevassa ilmassa. Tietyn määrän jälkeen vesihöyry tiivistyy vedeksi osien pinnoille.
LAD	Lyhenne sanoista "Ladder diagram", Tikapuu-kaavio-ohjelmointi.
mA	Lyhenne sähkövirran yksiköstä milliampeeri
Ohm	Sähkövastuksen mittayksikkö.
PLC	Lyhenne sanoista "Programmable Logic Controller", ohjelmitava logiikka.
PT100	Lämpötilan mittaukseen käytettävä mittaustavustus, joka on valmistettu platinasta. 0 celsiusasteen lämpötilassa vastuksen arvo on 100 ohm.
STL	Lyhenne sanoista "Statement List", käskylista-ohjelmointi.

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Tämä opinnäytetyö käsittelee Atria Oy ruokatehtaan paineilmakuivaimen uudistamista. Työn tarkoituksena oli suunnitella uudemmasta tekniikasta koostuva ohjauskeskus ja logiikka. Paineilman laatu elintarviketeollisuudessa on erittäin tärkeä osa ruoan valmistusta, sekä erilaisten ruuan valmistukseen käytettävien koneiden kannalta. Työ aloitettiin, koska Atria Oy ruokatehtaan paineilmakuivaimen logiikka oli erittäin vanha, eikä toiminut enää oikein. Kuivaimen kastepisteaanturi oli epäkunnossa, jonka vuoksi kuivain käytti erittäin paljon ylimääräistä energiaa toimiakseen. Mahdollisten varaosien saanti kuivaimeen olisi myös ollut ongelmallista.

1.2 Työn tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella ja uusia ohjauskeskus sekä logiikka erillisellä ohjauspaneelilla paineilmakuivaimelle. Kuivaimessa aikaisemmin ollut Modicon logiikka päivitetään Siemens-merkkiseen logiikkaan. Tämän jälkeen luodaan uusi ohjelma logiikkaan käyttäen Tia Portal-ohjelmistoa. Työn käyttäminen hyödyksi mahdollisissa seuraavissa uusittavissa kuivaimissa on myös tavoitteena. Ohjelmoinnista sekä kaikkeen kuivaimeen liittyvästä on tavoitteena tehdä käyttäjälle erittäin turvallinen sekä helppokäyttöinen. Mahdolliset vikatilat tulee ottaa työssä myös huomioon.

1.3 Työn rakenne

Opinnäytetyö alkaa työn taustoista ja tavoitteista, jonka jälkeen kerrotaan lyhyesti yrityksestä. Toisessa osiossa käydään läpi erilaisia automaatiossa yleisimmin käytettyjä ohjelmointikieliä. Kolmas osio käsittelee nykyistä laitteistoa sekä sen toimintaa. Neljännessä osiossa käsitellään laitteiston suunnittelua ja mahdollisia komponentti valintoja. Viides osio käsittelee Tia Portal-ohjelman luontia ja käyttöliittymän rakennetta. Kuudennessa osiossa käydään simulointia läpi käyttäen Tia Portaalia.

Seitsemännessä osiossa käydään läpi käyttöönoton suunnittelua. Kahdeksas osio käsittelee uusien komponenttien sijoitusta. Yhdeksäs osio koostuu käyttöönotosta ja viimeisenä on yhteenveto projektista.

1.4 Atria-konserni lyhyesti

Atria Oyj on Pohjoismaissa, Virossa ja Venäjällä toimiva elintarvikealan yritys. Atria valmistaa tuotteita päivittäistavarakauppoihin ja suoraan yrityksille. Atria jakaantuu neljään liiketoiminta-alueeseen, joita ovat Atria Suomi, Atria Skandinavia, Atria Venäjä, sekä Atria Baltia. Konsernin liikevaihto vuonna 2019 oli 1.45 miljardia euroa, josta Atria Suomen osuus on miljardin euron luokkaa. Atria työllistää keskimäärin 4450 henkilöä viidessä eri maassa. (Atria Oyj 2020.)

Nurmossa sijaitsee atrian suurin tuotantolaitos, jossa sijaitsee Atrian sika- ja broileriteurastamo. Nurmon tuotantolaitoksella tehdään suuri osa Atrian eineksistä. Atrian muita toimipisteitä sijaitsee Sahalahdessa, Jyväskylässä, Forssassa, Kuopiossa ja Kauhajoella. (Atria Oyj 2020.)

Nurmon tuotantolaitoksella sijaitsee myös Suomen ensimmäinen teollisen mittaluokan aurinkovoimala. Tehtaan alueelle rakennettu 22000 aurinkopaneelin verkosto tuottaa noin 5 % tehtaan tarvitsemasta sähköstä vuositasolla. Hanke toteutettiin tavoitteena lisätä uusiutuvan energian käyttöä, sekä testata uutta konseptia isossa mittakaavassa. (Atria Oyj 2020.)

2 Ohjelmoitava logiikka ja ohjelmointikielet

2.1 Ohjelmoitava logiikka

Ohjelmoitava logiikka eli PLC on tietokoneen kaltainen mikroprosessorilla varustettu pieni tietokone, jolla ohjataan reaaliajassa automaatioprosesseja esimerkiksi tuotantolinjalla. Ohjelmoitavat logiikat otettiin alun perin käyttöön autoteollisuudessa parantamaan tuotannon nopeutta, sekä korvattiin vanha releohjaus, joka täytyi uudelleen johdottaa aina muutosten tekemiseen. Logiikan avulla pystyttiin ohjelmaa vain muokkaamaan, jolloin säästyy paljon aikaa. Yhdellä logiikalla pystytään korvaamaan suuria määriä erilaisia releitä ja muita komponentteja. Ohjelmoitava logiikka sisältää tulo ja lähtöportteja, joihin eri anturit ja esimerkiksi moottorit on kytketty. Tulopuolelle asennetaan anturit, joista halutaan dataa logiikalle. Lähtöpuolelle kytketään laitteet, joita halutaan ohjata kuten: releet, kontaktorit ja moottorit. Logiikka lukee tulo- ja lähtöporttien tiloja ja tallentaa niitä muistiin. Näiden tietojen perusteella logiikka ohjaa toimilaitetta luodun ohjelman mukaisesti. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

2.2 Ohjelmointikielet

Ohjelmoitavan logiikan kielet muodostuvat logiikkaportteista ja käskysanoista, joilla ohjataan ja käsitellään esimerkiksi: laskureita, ajastimia ja apumuisteja. Erilaisia ohjelman luontityökaluja on useita erilaisia johtuen nykyään laajasta valikoimasta eri laitetoimittajia. Ohjelmaa luodaan ohjelmaeditorilla erilaisilla käskyillä ja riippuen laitevalmistajasta on sitä myös mahdollista visualisoida ja testata virtuaalisesti ennen käyttöä. Valmis ohjelma ladataan logiikan muistiin. Ohjelmoinnille on luotu oma standardi IEC 61131-3, joka koostuu viidestä eri ohjelmointikielestä, joita ovat: Ladder diagram (LD), Structured text (ST), Sequential function chart (SFC), Instruction list (IL) ja Function block diagram (FBD). Ohjelmointikielet jaetaan graafisiin ja tekstieditoreihin. Graafisiin kuuluvat LD, FBD ja SFC. Tekstieditoreihin kuuluvat ST, sekä IL. Logiikan ohjelmointiin käytetään pääasiassa kieliä STL, LAD ja FBD. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

2.2.1 Käskylista (ST)

Käskylistaohjelmointi on rakenteellinen tekstieditori, joka nimensä mukaisesti sisältää vain tekstimuodossa olevia komentoja. Lausekkeet perustuvat IF-THEN-ELSE-rakenteeseen. Käskylistaohjelmoinnin voi toteuttaa erittäin pieneen tilaan ja se on helppolukuista. Ohjelmoinnin perusteita harjoitellessa käskylistaohjelmointi voi tuntua haastavalta verrattuna muihin ohjelmointikieliin johtuen grafiikasta. Kuva 1 sisältää käskylistaohjelmoinnin perustoiminnot. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

```
AND Lauseke
IF   IN_A   jos IN_A on vaikuttettuna
AND  IN_B   ja  IN_B on vaikuttettuna
THEN SET OUT niin aseta OUT aktiiviseksi
```

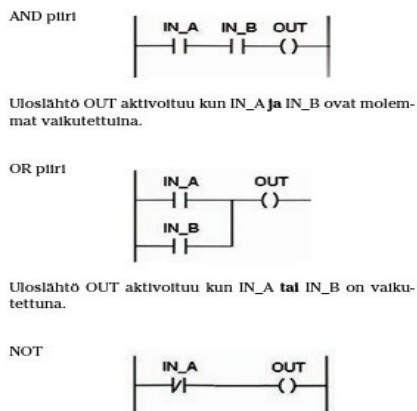
```
OR Lauseke
IF   IN_A   jos IN_A on vaikuttettuna
OR   IN_B   tai  IN_B on vaikuttettuna
THEN SET OUT niin aseta OUT aktiiviseksi
```

```
NOT Lauseke
IF   NOT   IN_A   jos IN_A ei ole vaikuttettuna
THEN SET OUT niin aseta OUT aktiiviseksi
```

Kuva 1. Käskylistakaavio. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

2.2.2 Tikapuukaavio (LAD)

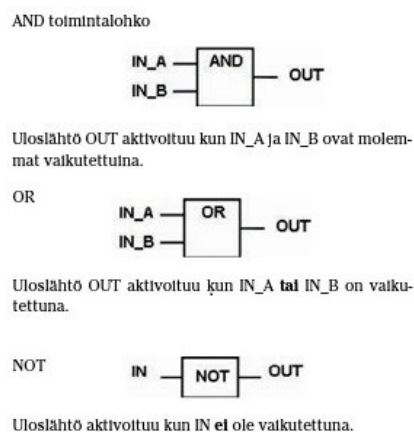
Tikapuukaavio koostuu enemmän visuaalisemmasta näkymästä, kuin muut ohjelmointikielet, jonka vuoksi sitä on helpompi aloittelijankin ohjelmoida ja lukea. Vasemmassa reunassa kulkee virtakisko ja oikealla nollakisko. Ohjelma koostuu avautuvista ja sulkeutuvista koskettimista näiden kahden kiskon välillä. Kuva 2 sisältää tikapuukaavio-ohjelmoinnin perustoiminnot. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)



Kuva 2. Tikapuukaavio. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

2.2.3 Toimintalohkokaavio (FBD)

Toimintalohkokaavio muistuttaa hyvin paljon mikropiireillä toteutettua ohjainkortin kaaviota. Tämä ohjelmointikieli tarjoaa automaation perustoiminnallisuuksia, kuten AND/OR-portteja sekä ajastimia ja laskureita. Automaatiopuolella toimintalohko on hyvin yleinen, koska se tarjoaa valmiiksi toteutettuja lohkoja käyttöön. Useimmat PLC-ohjelmat on kirjoitettu ainakin osittain toimintalohkokaaviota käyttäen. Toimintalohkokaaviossa pystyy myös hyödyntämään sisään- ja ulostulokanavien nousevia ja laskevia reunoja. Kuva 3 sisältää toimintalohkokaavio-ohjelmoinnin perustoiminnot. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)



Kuva 3. Toimintalohkokaavio. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 224.)

3 Laitteisto

Atrialta saatujen dokumenttien perusteella saatiin selville nykyisen kuivaimen perustiedot. Paineilmakuivain on malliltaan Zander WE 220 ja sitä on ohjannut AEG Modicon A020 -logiikka (kuva 4). Logiikka sisältää 24 tuloa, 16 lähtöä sekä laskurin/ajastimen. Logiikan ohjelmointikielenä on MS_DOS-pohjainen ohjelma, jolla voidaan suorittaa käskylistaohjelmointia käyttäen sarjaporttia.



Kuva 4. Vanha logiikka.

Laite on tyypillinen lämmön avulla elvyttävä kuivainkoonpano, joka koostuu kahdesta eri säiliöstä, jotka on täytetty rakeisella kideaineella, joka sitoo hyvin kosteutta. Kuivaimen edessä sijaitsee ohjauskaappi, joka sisältää kaikki laitteen ohjaukseen liittyvät komponentit. Ohjauskaapin ovesta voi seurata, mikä vaihe on käynnissä, sekä mikä on kastepistelukema. Ohjauskaapin alla sijaitsee paineilmaventtiilit, joilla ohjataan erinäisiä venttiileitä, jotta virtaus menee oikeaan suuntaan. Takana sijaitsee kuumennin sekä puhallin, jotka on yhdistetty samaan linjaan. Kuumentimessa itsessään on integroitu lämmönsäädin, jolla saadaan säädettyä oikea lämpötila

kuivaimen kuumennusvaiheeseen. Alhaalta lähtevässä poistoputkessa sijaitsee sulkuventtiili, josta lähtee paineenpoistolle oma haaroitus. Viimeisenä poistoputkessa on termostaatti, joka toimii kuumennusvaiheen katkaisijana, kun siihen säädetty lämpötila on saavutettu, joka on noin 100 °C. Kuvassa 5 on ruokatehtaan paineilmakuivain edestä kuvattuna.

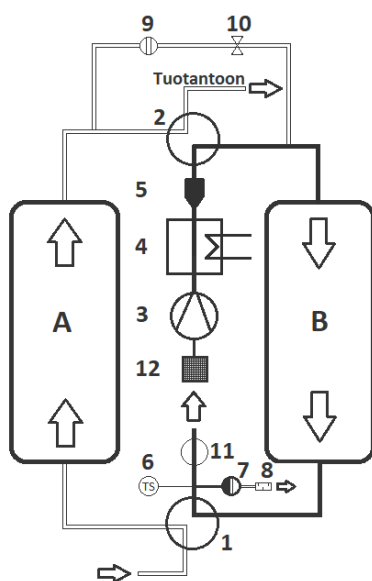


Kuva 5. Ruokatehtaan paineilmakuivain.

3.1 Nykyinen toiminta

Kuivaimessa on 2 kammiota, jotka sisältävät kummatkin huokoista raetta, jolla saavutetaan hyvä imeytys. Tavallinen ohjelmakierto kestää kuivaimessa noin 8 tuntia, tämä on jaettu kahteen jaksoon. Toinen säiliö kuivaa paineilmaa ja toinen on elvytyksessä. Säiliöt vaihtavat vuoroaan, kun kuivaavan säiliön kosteus on liian suuri tai aikaohjauksen aika on täynnä. Kuvassa 6 on toimintakaavio.

- Kuivattava kaasu virtaa nelitieventtiin (1) kautta kammion (A) läpi, jossa kuivausaine sitoo käyttöön menevästä ilmasta kosteuden. Kuivattu ilma virtaa lopulta käyttöön nelitieventtiin (2) kautta käytettäväksi tuotantoon.
- Samaan aikaan elvytetään kammion (B) kuivausainetta seuraavasti: Puhaltimen (3) avulla johdetaan imusuotimen (12), lämmitysvastuksen (4), takaiskuventtiin (5) ja nelitieventtiin (2) kautta kammion (B) läpi huoneilmaa. Tämä prosessi irrottaa kammion (B) kuivausaineesta kosteuden ja kuljettaa sen nelitieventtiin (1) ja ulospuhallusventtiin (11) kautta ulos kuivaimesta. Termostaatti (6) tarkkailee elvytettävän kammion lämpötilaa, ja kun haluttu lämpötila on saavutettu, sammuu lämmitysvastus (4), puhaltimen (3) jatkaessa jäähdyttämään kuivausainetta.
- Lopuksi venttiin (9) ja kuristimen (10) kautta otetulla kuivan kaasun virtauksella huuhdellaan kammioon (B) huoneilman mukana tullut kosteus. Tämän jälkeen kammio on valmis käytettäväksi kuivaajana.
- Kammiot toimivat joko kuivaajana tai ovat elvytyksessä. Kammioden toiminta tapahtuu joko määräjain, aikaohjauksella tai kastepistemittarin avulla.



Kuva 6. Paineilmakuivaimen toimintakaavio.

4 Suunnittelu

Paineilmakuivaimen modernisoinnin suunnittelu aloitettiin tutustumalla laitteeseen, sekä sen toimintaan, jonka jälkeen voitiin aloittaa kartoittamaan, mitä komponentteja kuivaimen uusitaan. Tärkeää oli vaihtaa kuivaimen logiikka uudempaan Siemens ET200SP -malliin, sekä lisätä erillinen näyttö keskuksen oveen. Erillinen näyttö haluttiin, siitä voi seurata reaaliaikaisesti kuivaimen antureiden tietoja, kuten kastepiste, painetieto ja lämpötila. Vanhasta kuivaimesta ei tullut käyttäjälle kuin painetieto mekaanisista mittareista sekä kastepistelukema.

4.1 Ohjausjärjestelmän valinta

Kuivainta ohjasi aiemmin vanha Modicon A020-logiikka, joka korvattiin Siemens ET200SP -sarjan kompaktilla ohjaimella. Siemens on alun perin julkaissut ET200SP-kortin hajautuskortiksi, jolla saadaan pääkeskuksesta yksinkertaisempi ja helpommin tulkittava. Siemens toi markkinoille ET200SP-sarjaan soveltuvat CPU-kortit 2014. Näillä on mahdollista tehdä täysin itsenäisesti toimiva logiikkalaite pieniin ja keskisuuriin projekteihin. S7-1500-tuoteperheeseen kuuluva ET200SP on erittäin hyvin myös laajennettavissa, jos tarvetta ilmenee.

4.2 HMI

Kuivaimen ohjauskeskukseen asennettiin 7 tuumainen Simatic TP700 comfort-paneeli. Comfort-tason paneelin ominaisuudet soveltuivat kuivaimen olosuhteisiin hyvin. Comfort-paneeli on luotu teolliseen käyttöön. Nykyaikaisella paneelilla voidaan tehdä kaikki tarvittavat säätötyöt, sekä käyttäjä voi helposti tarkastaa laitteen tilan. (Siemens, 2020). Päällimmäisenä syynä kuitenkin Comfort-paneelin valintaan oli sen ominaisuus, jossa laitteen rikkoutuessa voidaan paneeli vaihtaa, ja tuoda muistikortin avulla backup-tiedosto, jolloin laite on heti toimintakelpoinen. Tästä on hyötyä etenkin, jos paikalla ei ole Siemens-ohjelmistoa tuntevaa henkilöä. Paneelia myös löytyy suoraan Atrian omasta varastosta. Kuvassa 7 on käytettävä HMI.



Kuva 7. TP700-paneeli. (Siemens, 2020.)

4.3 Kastepiste

Kastepistettä halutaan mitata, koska kondensaatio paineilmassa on ongelmallista ja se aiheuttaa ongelmia venttiileissä ja putkistoissa. Kastepistelämpötila on lämpötila, jonka alapuolella vesihöyry alkaa kondensoitua vedeksi pinnalle tasaisessa ilmanpaineessa. Tarkemmin kastepiste on lämpötila, jossa suhteellinen kosteus on 100 % (Ilmatieteenlaitos, [viitattu 12.4.2021]). Tämän ilmiön huomaa helposti kuumalla kesäkelillä kaadettaessa kylmää juomaa lasiin. Lasin sekä juoman lämpötilan saatuttaessa saman lämpötilan lasin pinta alkaa hikoilla. Ilmanpaineella on myös suuri merkitys kastepisteeseen. Ilmanpaineen noustessa myös kastepisteraja nousee. (Vaisala, [viitattu 12.4.2021].)

4.3.1 Paineenalainen kastepiste

Paineenalaisella kastepisteellä tarkoitetaan paineessa mitattua kastepistettä, eikä siinä vaiheessa, kun se on laajentunut ympäristöön. Paineen noustessa myös kas-

tepestelämpötila nousee. Ilman kuivainta toimivien kompressorien kastepistelämpötila on sama kuin ympäristössä vallitseva lämpötila. Adsorptiokuivaimella saavutetaan noin -40 °C:een kastepistelämpötila. Paineilman kastepisteen määrittäminen on tärkeää, koska jos paineilmaa ei kuivata, aiheuttaa kosteus ongelmia putkistoissa sekä laitteissa. Bakteerit myös viihtyvät kosteassa ilmassa ja ruokatehtaassa sellaista ei saa tapahtua. (Vaisala, [viitattu 12.4.2021].)

4.4 Kastepisteanturin valinta

Kastepisteanturin uusiminen oli laitteen toiminnan kannalta pakollinen. Vanhasta Endress+Hauserin valmistamasta Alphasensor DY43S -mallista ei löytynyt hyvää dokumentointia, eikä ollut varmuutta toimiiko kyseinen anturi enää oikein. Kalibrointiakaan ei ollut kyseiselle anturille suoritettu.

Uutta anturia valittaessa asetettiin kriteereiksi:

- Mittausalue -80...+20
- → 4-20mA ulostulo
- Asennustapa
- Kalibrointi sekä sen kustannukset
- Soveltuvuus kuivaimen

Näiden tietojen perusteella pystyttiin kartoittamaan eri anturi toimittajia, joita löytyi useita. Anturiksi valikoitui CS Instrumentsin valmistama FA-515-anturi. FA-515 täytti yllä mainitut ehdot sekä oli hyvin saatavilla. Tästä löytyi myös suoraan oikea G ½-kierre, joten anturi saatiin suoraan vanhan paikalle. Kuvassa 8 on käytettävä FA-515 Kastepisteanturi. (Cs-instruments, 2021.)



Kuva 8. FA-515-kastepisteanturi. (Cs-instruments, 2021.)

4.4.1 Kastepisteanturin toiminta

Nykyaikaisen kastepisteanturin toiminta perustuu siihen rakennettuun kapasitiiviseen ohutkalvopolymeerianturiin, sekä lämpötila-anturiin. Kosteusanturi, eli polymeeri anturi koostuu kolmesta eri osasta.

1. Suojaelektrodi
2. Polymeerikerros
3. Pohjaelektrodi

Polymeerinen kerros on dielektrinen aine, jota kutsutaan sähköeristeeksi. Paineilma virtaa anturin polymeerikerroksen läpi, jolloin paineilmassa oleva kosteus muuttaa elektrodien välillä olevaa sähkövarausta. Kastepisteanturin täytyy sijaita aina virtaavassa paineilmassa, että tulos on luotettava. Sisäisen PT100-anturin ja kosteusanturin avulla pystytään kastepiste laskemaan tarkasti. Anturista riippuen se täytyy kalibroida tietyin väliajoin oikeissa olosuhteissa, että mittaustulos pysyy oikeana. (Michell, [viitattu 25.5.2021].)

4.5 Lämpötilan seuranta

Kuivain toimi aiemmin kahden eri lämpökytkimen avulla, joita oli yksi kuumentimessa, sekä toinen poistoputkessa. Näistä kytkimistä ei kuitenkaan ollut mahdollista saada logiikalle lämpötilatietoa, jota haluttiin hyödyntää paneelille kerättävässä datassa. Tähän tarkoitukseen kuivaimeen asennettiin kaksi. Anturit asennettiin siten, että saatiin kuumentimesta kammioon suuntaava lämpötila, sekä kuivaimesta paluuputken kautta pihalle virtaava lämpötila.

4.5.1 PT100-anturin toiminta

PT100-anturi on ns. vastusanturi, jossa lyhenne PT tarkoittaa materiaalina käytettävää platinaa, ja vastuksen arvo on 100 ohmia lämpötilassa 0 °C. Anturissa käytetään platinaa, koska vastus muuttuu erittäin lineaarisesti lämpötilaan nähden. PT100-anturin käyttökelpoinen mittausalue on -200...550 °C. Anturi itsessään on aina suojattu putkella, eikä ole suoraan yhteydessä mitattavaan kohteeseen. Anturi käyttää tavallisesti 4...20mA:n viestiä logiikalle. Antureita on saatavana 2-, 3- ja 4-johdinversioina. Käytännössä isommalla johdin määrällä saadaan poistettua virhevastusta, joka syntyy. Kuvassa 9 on käytettävä PT100-anturi. (Saato, [viitattu 15.5.2021].)



Kuva 9. PT100-anturi. (Wexon.)

4.6 Paineen seuranta

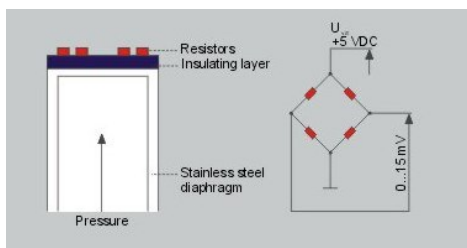
Kuivaimessa ei ole aiemmin ollut logiikalle mitään painetietoa, vaan se on toiminut aikaohjauksella. Mekaaniset mittarit ovat kummankin kammion edessä, josta voi todeta kammion paineen. Kammioiden lämpötilan takia sopivia antureita ei ollut hyvin saatavilla ja ne olivat erittäin kalliita. Ratkaisuna tähän asennettiin kummankin kammion edessä olevan mekaanisen painemittarin viereen haaroitus, johon anturit oli mahdollista asentaa. Lämpötilan kestoa tähän projektiin tarkoitetuille paineantureille luvataan 125 °C, joten valitut anturit soveltuvat tähän. Kuvassa 10 on kuivaimessa käytettävä painelähetin.



Kuva 10. PAINELÄHETIN. (Wexon.)

4.6.1 Paineanturin toiminta

Paineilmakuivaimen asennettavien paineantureiden toimintaperiaate perustuu siihen rakennettuun ohueen metallikalvoon. Metallikalvon pinnalla sijaitsee wheatstonen silta. Paineen vaikutuksesta resistanssi wheatstonen sillassa muuttuu, tämä muutetaan logiikalle sopivaan muotoon. Etuna tällä anturi tyypillä on, että sillä voidaan mitata erittäin korkeita painelukemia tuloksen ollessa silti tarkka. Paineiskut ja värinä eivät muodostu ongelmaksi käytettäessä tämän tyyppistä anturia. (Hbm, [viitattu 12.10.2021]). Kuvassa 11 on paineanturin toimintaperiaate.



Kuva 11. Ohutkalvopaineanturin rakenne. (Burkert.)

4.7 Painekeytkin

Kuivaimen asennetaan painekeytkin turvallisuussyistä. Paineenpoistovaihe, joka on aiemmin ollut pelkän aikaohjauksen varassa ilman painetietoa, on ollut vaarallinen ratkaisu tämän kokoluokan laitteeseen. Painekeytkimiä on saatavana mekaanisina ja sähköisinä. Mekaaniset toimivat jousikuormitteisesti ja lähettävät signaalia, kun paine on alhainen. Mekaanisen säätö tapahtuu jousikuormaa muuttamalla, mikä on useissa malleissa mahdollista. Sähköinen toiminta on hyvin samanlainen, mutta se perustuu sähköiseen paineanturiin ilman mitään mekaanisia osia. Sähköisen painekeytkimen säätäminen on helpompi, koska anturin muutokset tapahtuvat ohjelman puolella. (Tameson, [viitattu 20.5.2021].) Anturin valmistaja toimittaa pääsääntöisesti analogiset jännite- tai virta-arvot. Kuivaimen asennetaan mekaaninen painekeytkin, koska luotettavuus on niiden suuri etu. Painekeytkin tulee sijaitsemaan paineenpoistiventtiin rinnalla. Kuvassa 12 on mekaaninen painekeytkin. Jousikuorman säätäminen tapahtuu kytkimen päältä.



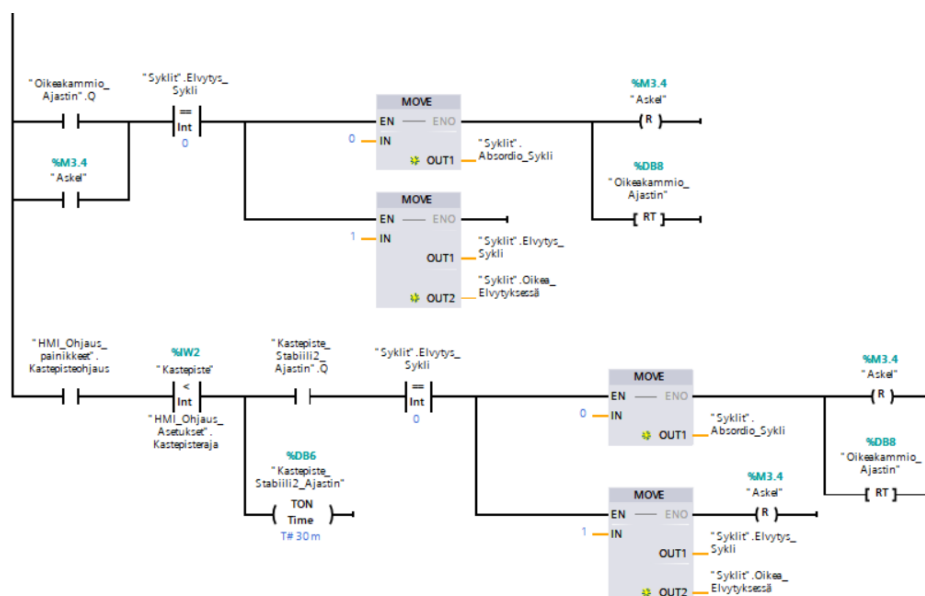
Kuva 12. Mekaaninen painekeytkin. (Wexon.)

5 Tia Portal

Tia Portal on Siemensin tarjoama täysin integroitu automaatioportaali. Ohjelmistossa yhdistyvät logiikan ohjelmointi, visualisointi, liikkeenohjaus, turvatekniikka ja erilaiset väyläliitännät (Siemens 2020). Siemens on luonut Tia Portal -ohjelmiston korvaamaan monet erilliset ohjelmat, jolla on saavutettu käyttäjäystävällinen ohjelmaympäristö, jossa ei pääse syntymään ongelmia monen eri ohjelman tapaan. Virheiden havaitseminen on myös helpompaa, kun koko ohjelma on samassa pake-tissa.

5.1 Ohjelmasuunnittelu

Ohjelmistoa alettiin toteuttamaan vanhan ohjelman tapaan lisäten vain muutamia toimintoja. Kuivaimen asennettiin lisäksi kaksi paineanturia ja painekytkin, jolla pystyttiin tuomaan turvallisuutta laitteen toimintaan. Ohjelma koostuu kahdesta ohjelmakierrosta, joita ovat adsorptio ja elvytys. Adsorptio-ohjelma pysyi ennallaan, mutta elvytysvaiheeseen lisättiin mahdollisille häiriöille hälytyksiä. Ohjelmistoon li-sättiin myös venttiilien käsiajo mahdollisia huoltotöitä varten. Adsorptio-ohjelma koostuu kahdesta ehdosta säiliöiden välillä: Ensimmäinen on aikaohjaus, jolloin kuivain vaihtaa kammiota asetuksiin määritetyn ajan välein. Kastepisteohjauksessa kuivain käyttää laitteeseen asennettua kastepisteanturia, joka kertoo koska kosteus alkaa olla liian korkea. Kastepisteohjauksessa laite käyttää myös aikaohjausta ta-saisen käytön mahdollistamiseksi. Kuvassa 13 näkyy osa adsorptio-sykliä.



Kuva 13. Adsorptio-ohjelmaa

5.1.1 Kammion elvytys

Elvytysohjelma luotiin niin sanotulla sekvenssiohjauksella, jossa jokaiselle askelelle on ehdot siirtyä eteenpäin. Kokonaisuudessaan elvytyssykliin muodostui 5 askelta, joiden jälkeen sykli nollautuu, ja on valmis aloittamaan alusta. Sykli alkaa, kun absorptiossa olevan kammion aikaohjaus tai kastepisteohjausehto täyttyy.

1. Paineenpoisto

Ensimmäisessä syklissä kammioista poistetaan paineenpoistiventtiilin (V4) kautta kaikki paine. Paineenpoistoa varten putkessa on mekaaninen paine-kytkin, joka antaa signaalin logiikalle, kun paine on poissa. Paineenpoistoon on laitettu rinnalle häiriötä varten ajastin, jos paine ei poistu tai kytkimeen tulee vika. Kammioihin on asennettu häiriöitä varten mekaaniset painemittarit, joista käyttäjä voi tarkistaa todellisen paineen ja halutessaan askeltaa seuraavaan vaiheeseen.

2. Kuumennus

Toinen vaihe syklissä on kammion kuumennus. Syklin aktivoituessa paineenpoistiventtiili (V4) sulkeutuu ja poistiventtiili (V3) aukeaa. Samanaikaisesti 15 Kw:n kuumennin sekä puhallin kytkeytyvät päälle. Kammion sisäänmenoputkeen ja poistoputkeen asennettujen PT100-antureiden avulla logiikka

saa tiedon, koska kuumennus on säädettyssä noin 100 °C:eesa poistoputkessa. Logiikan puolelle on ohjelmoitu anturitiedon rinnalle lyhyt ajastin mahdollisten piikkien varalta, jotka ovat mahdollisia. Näin vältetään siirtymästä seuraavaan vaiheeseen ennen kuin lämpö on stabiili.

3. Jäähdytys

Kolmas vaihe syklissä on jäähdytys. Syklissä on myös poistiventtiili (V3) auki, mutta pelkästään puhallin on päällä. PT100-anturitiedon avulla puhallin jatkaa toimintaansa niin kauan, että lämpötila on asetetussa noin 50 °C:eesa poistoputkessa. Tämänkin syklin rinnalle on anturitiedon häiriöiden varalta ohjelmoitu lyhyt ajastin piikkien varalta. Sykli vaihtuu huuhteluun lämpötilan laskiessa säädettyyn.

4. Huuhtelu

Neljäs vaihe syklissä on huuhtelu. Syklissä huuhteluventtiili (V5) ja poistiventtiili (V3) ovat auki. Huuhteluvaiheessa pieni osa käytössä olevasta paineilmasta virtaa kammion läpi. Tämän vaiheen voi käyttäjä askeltaa ilman, että häiriö on päällä. Huuhteluvaihe kestää noin 10 minuuttia, jonka jälkeen siirrytään viimeiseen vaiheeseen.

5. Paineistus

Viimeinen vaihe syklissä on paineistus. Syklissä on auki ainoastaan huuhteluventtiili (V5), jonka avulla paine tasoittuu säiliöissä. Molempiin kammioihin asennettujen paineantureiden avulla logiikka saa tiedon, koska paine on tasainen. Kammioihin on asennettu häiriöitä varten mekaaniset painemittarit, joista käyttäjä voi tarkistaa todellisen paineen, ja halutessaan askeltaa seuraavaan vaiheeseen. Kammioiden paineen ollessa tasainen elvytysyksi nollautuu ja kammio on valmiina käytettäväksi.

5.2 Käyttöliittymäsuunnittelu

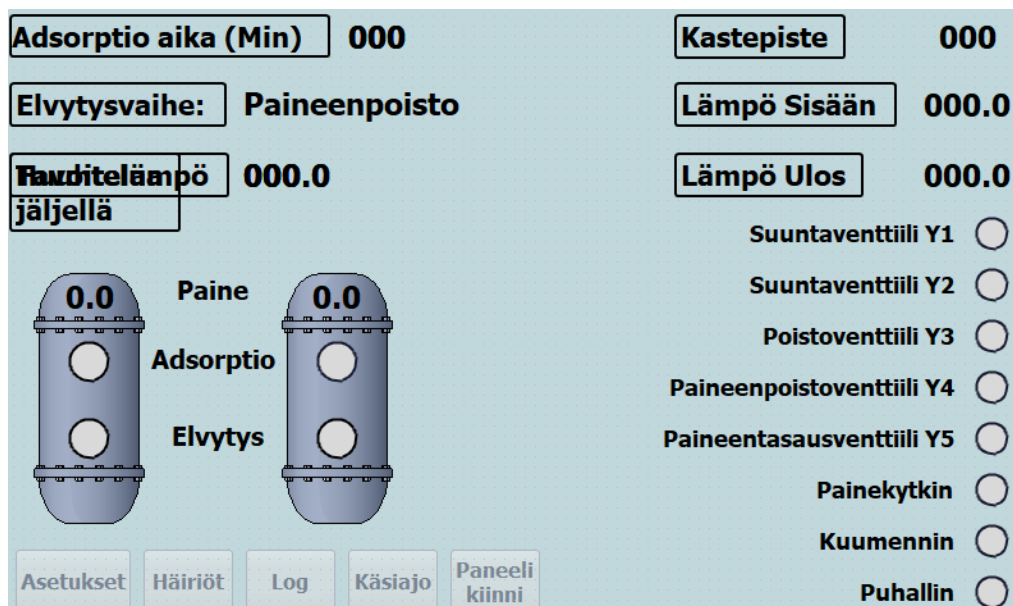
Käyttöliittymä pyrittiin tekemään hyvin selkeäksi sekä käyttäjäystävälliseksi. Näytölle pyrittiin samaan mahdollisimman paljon tietoa, mutta tieto haluttiin pitää sel-

keänä ja helposti luettavana. Värimaailma pidettiin erittäin hillittynä, mutta esimerkiksi häiriöt luotiin kirkkaaksi herättämään huomio. Näytöllä liikutaan käyttämällä alavalikkoon luotuja painikkeita. Käyttöliittymään luotiin vain tarvittavat sivut, joista on helposti luettavissa laitteen tila, sekä tarvittaessa on helppo vaihtaa asetuksia. Jokainen voi halutessaan selata paneelin eri sivuja ja tarkastella laitteen käyntiä, mutta asetusten muuttamiseen sekä käsiajon käyttämiseen luotiin oma käyttäjä. Näin estetään asiattoman henkilön pääseminen laitteiston asetuksiin, sekä estetään mahdolliset väärinkäytöt.

5.2.1 Päänäyttö

Kuvassa 14 olevalta päänäytöltä käyttäjä näkee laitteen tilatietoja, joita ovat

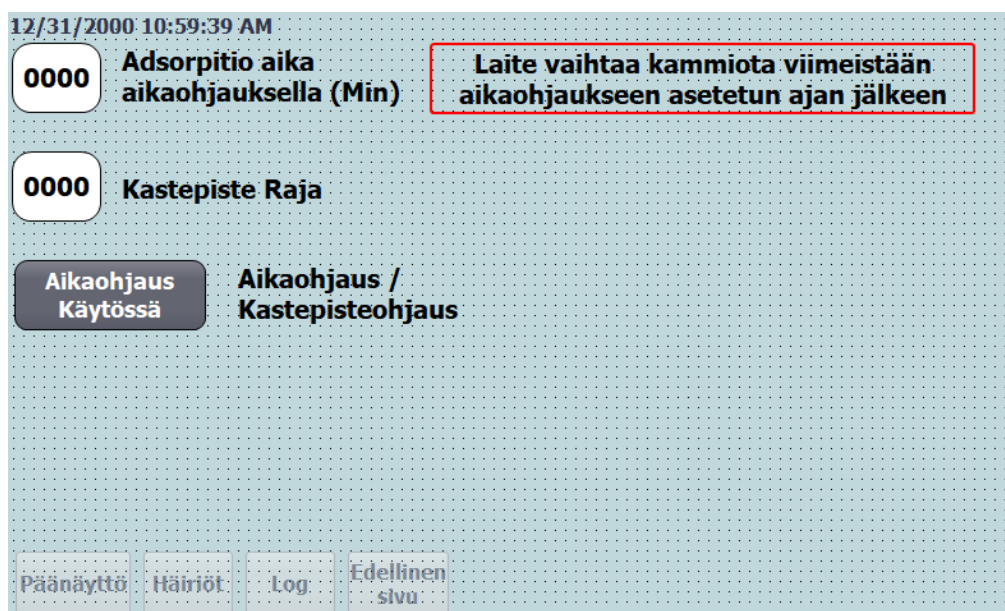
- Käyntiaika käytössä olevalle säiliölle minuutteina.
- Kastepiste.
- Lämpötilatiedot sisään ja ulos.
- Elvytysvaihe, jos elvytys käynnissä. Kuumennuksella ja jäähdytykselle näkyy myös kyseiselle vaiheelle asetettu tavoitelämpö. Huuhteluajalle näkyy jäljellä oleva aika.
- Venttiileiden tilat.
- Kuumementimen tila.
- Puhaltimen tila.
- Kammioiden paine.



Kuva 14. Päänäyttö.

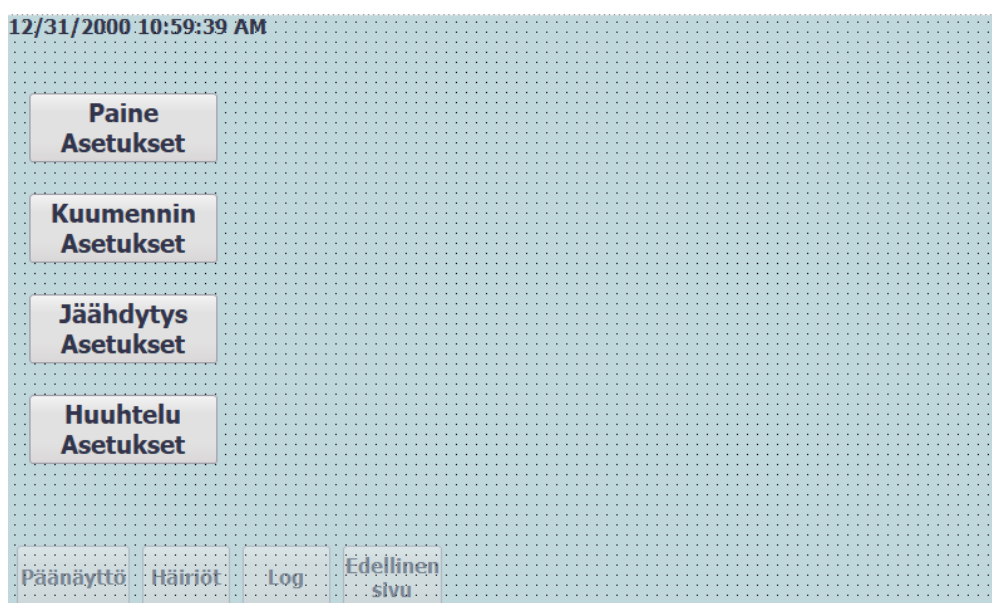
5.2.2 Asetukset

Asetukset-sivulle luotiin erilliset painikkeet, joista käyttäjä valitsee adsorptioon liittyvät asetukset tai elvytysasetukset. Kuvassa 15 on esimerkkinä adsorptio-asetukset, joista voi valita ohjataanko kammiota aikaohjauksella vai kastepisteanturilla. Toimintaperiaate adsorptioon osalta päädyttiin jättämään samaan alkuperäiseen tyyliin, että kuivain vaihtaa kammiota viimeistään määritetyn ajan välein.



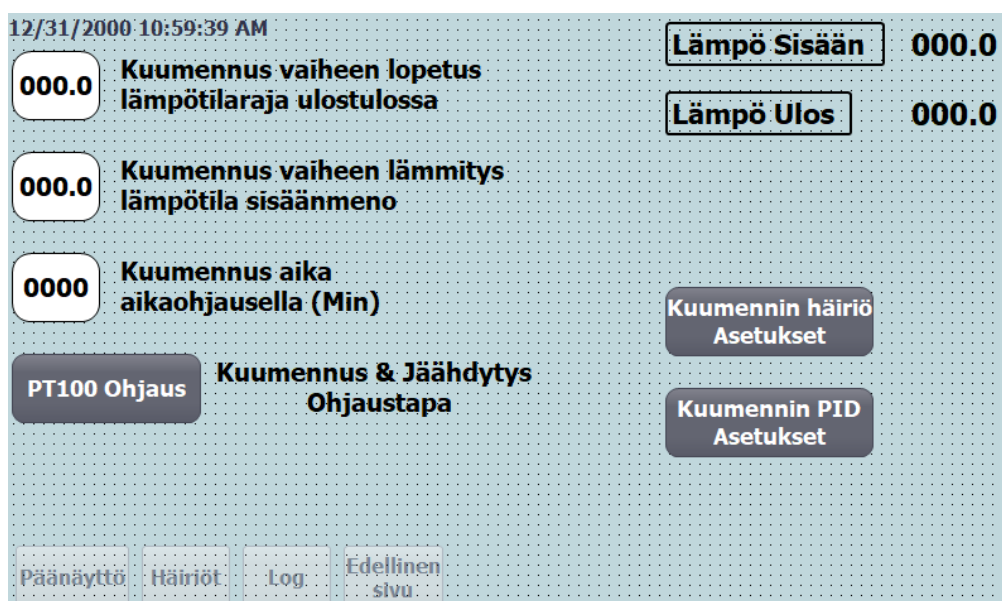
Kuva 15. Adsorptio-asetukset.

Elvytysasetuksien sivulle luotiin jokaiselle elvytykseen liittyvälle asetukselle oma sivu, että käyttäjän on helppo hahmottaa, mitä asetuksia on vaihtamassa (Kuva 16). Käyttäjä voi määrittää asetukset paineelle, asetukseen kuuluu paineenpoisto ja paineentasausvaiheet. Kuumenninasetuksista määritellään lämpötilat kuumennusvaiheeseen. Jäähdytysasetuksista määritellään lämpötilat jäähdytysvaiheeseen. Huuhtelu-sivulta määritetään vain aika huuhteluun. Paine-, kuumennus- ja jäähdytysasetuksien alle luotiin myös sivut kyseisen asetussivun häiriöille määriteltäviin asetuksiin.



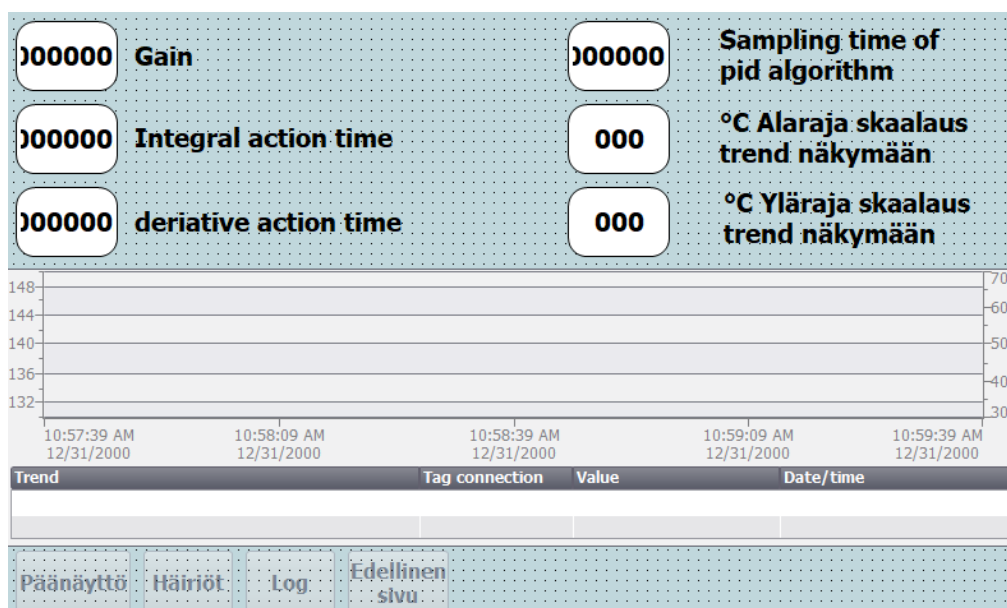
Kuva 16. Elvytysasetukset-valikko.

Esimerkkinä kuvassa 17 on kuumennusasetukset. Sivulta näkyy kahden PT100-anturin tietoja reaaliaikaisesti. Käyttäjä määrittää kuumentimelta lähtevän lämpötilan sekä loppulämpötilan poistoputkessa. Valittavissa on myös, ohjataan kuumennusta PT100-antureilla vai määritellyllä ajalla.



Kuva 17. Kuumennusasetukset

Kuumentimen ohjaukseen luotiin ohjelmaan PID-säädin, jolla saadaan ohjattua tarkasti kuumentimen toiminta. PID-säätimen asetukset tuotiin paneelille helpottamaan säätämistä. Sivun pitää sisällään perusasetukset, joita käytetään PID-säätimessä. Trendview-näkymään on skaalattu lämpötila-alue vasempaan reunaan ja käyttöaste oikeaan reunaan. Lämpötila-alueen skaalaukseen luotiin painikkeet helpottamaan kuivaimen säätöä, jos lämpötiloja vaihdetaan. Kuvassa 18 on PID-asetukset.



Kuva 18. PID-säädöt.

5.2.3 Häiriöt

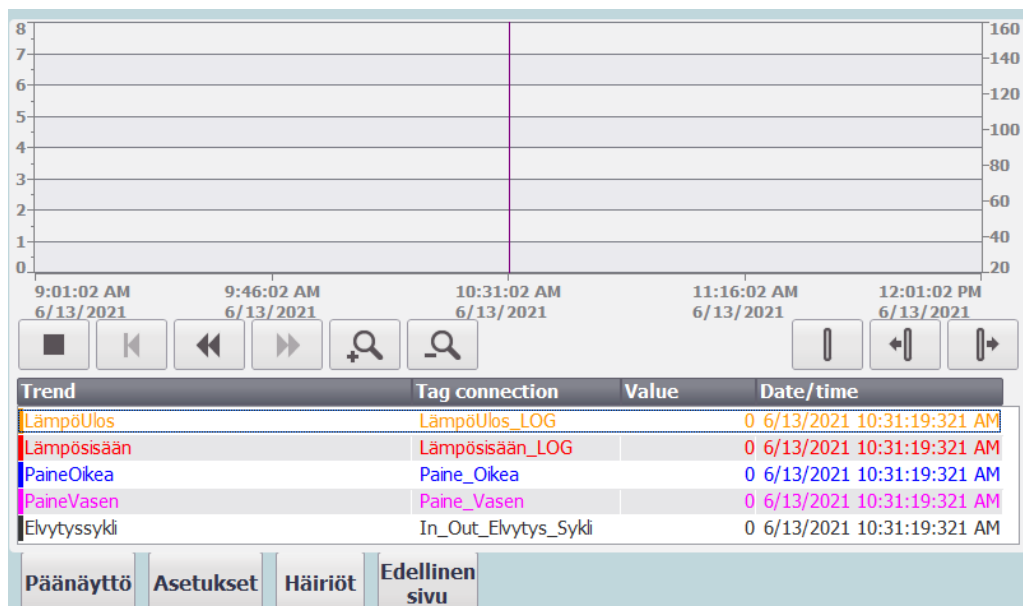
Kuvassa 19 olevalta häiriöt-sivulta käyttäjä näkee mahdolliset päällä olevat häiriöt. Käyttäjä voi askeltaa seuraavaan sykliin tarkastettuaan laitteen tilan. Häiriön kuittaus -painikkeella laite yrittää uudelleen kyseistä sykliä, josta häiriö tuli. Esimerkiksi venttiilit voivat jumittua, jolloin uudella pulssilla voidaan venttiili saada taas käyttöön.



Kuva 19. Häiriö-sivu.

5.2.4 Historia tiedot

Paneelille luotiin 3 erillistä historiasivua, joista esimerkkinä on elvytykseen liittyvät tiedot alapuolella kuvassa 20. Sivulle kerääntyy data antureiden tiloista. Näin käyttäjä voi käydä nopeasti tarkastamassa esimerkiksi kauanko kuumennus on kestänyt ja säätää tarpeen mukaan. Historiatiedot haluttiinkin tallentaa juuri laitteen tulevia säätöjä varten.



Kuva 20. Lokitietoja.

5.2.5 Käsiajo

Kuvassa 21 olevalta käsiajosivulta käyttäjä voi ohjata venttiileitä sekä puhallinta ja kuumenninta manuaalisesti, kun laite ei ole päällä. Laitteen käynnistys sijaitsee myös tällä sivulla.



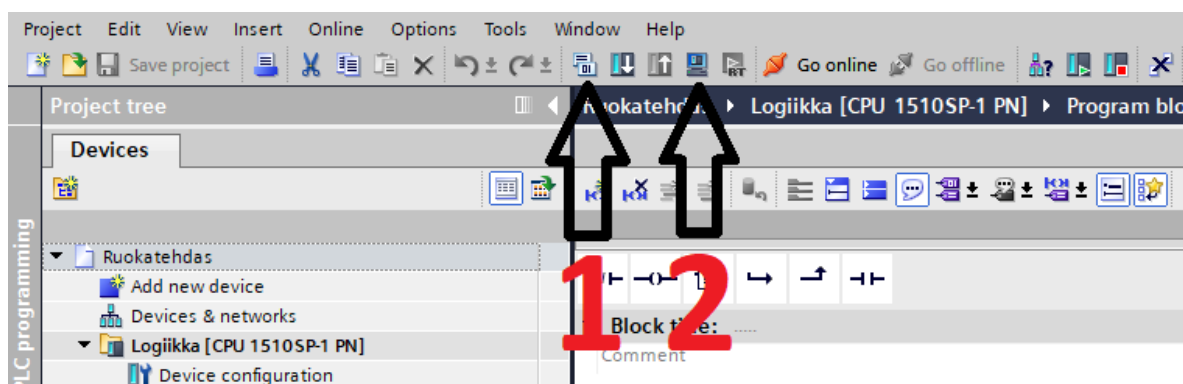
Kuva 21. Käsiajo.

6 PLC:n Simulointi

Simuloinnilla tarkoitetaan tietokoneella suoritettavaa jäljitelmää, jonkun laitteen toiminnasta. Tällä pystytään tarkastamaan laitteen toiminta ennen varsinaista käyttöä. Simulointi käyttää virtuaalisesti luotua PLC-laitteistoa, joka pystytään luomaan aidon suunnitellun laitteiston pohjalta. PLC-ohjelmalla luotua kaaviota käytetään simuloinnissa oikean laitteen tapaan, mutta logiikan tuloja muutetaan tietokoneen avulla päälle ja pois. Useimmissa logiikan ohjelmointiohjelmissa pystytään PLC:n rinnalle toteuttamaan visuaalinen käyttöliittymä. PLC-käyttöliittymän avulla on helppo ja nopea simuloida laitteen toimintaa, vaikka tuleva laitteisto ei näyttöpaneelia käyttäisikään. (Siemens, 2021.)

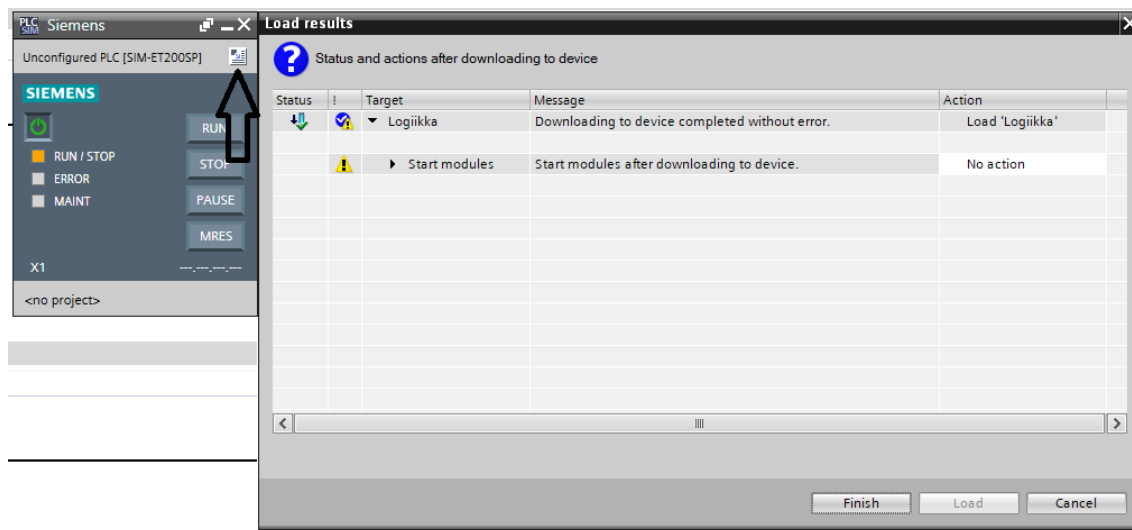
6.1 Simulointi Tia Portalin avulla

Simulointia Tia Portalin avulla voidaan toteuttaa muutamalla eri tavalla. Laitteiston simulointi Tia Portal -ohjelmistolla aloitetaan painamalla Compile -painikkeesta, joka on merkitty kuvassa 22 nuolella 1. Compile tarkistaa mahdolliset virheet ohjelmasta sekä muuttaa sen koodin tietokoneelle ymmärrettävään muotoon. Compilen jälkeen voidaan käynnistää simulointi Start Simulation -painikkeesta, joka on merkitty kuvassa nuolella 2.



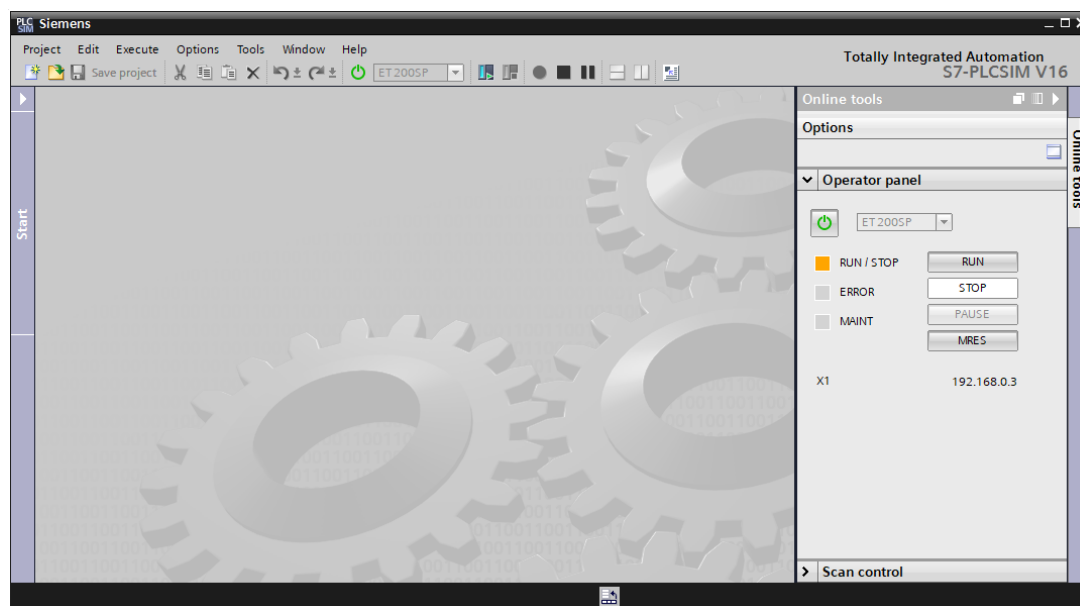
Kuva 22. Simuloinnin aloitus.

Seuraavaksi avautuu Tia Portal PLC-SIM -simulaatio-ohjelma, josta käyttäjä voi valita käynnistetäänkö käyttö heti vai pelkästään ladataan ohjelma, jonka jälkeen painetaan Finish-painiketta. Ohjelmakierrosta riippuen pitää käyttäjän miettiä, onko kannattavaa käynnistää ohjelmaa heti. Seuraavaksi painetaan kuvassa 23 nuolella merkittyä Switch to project view -painiketta.



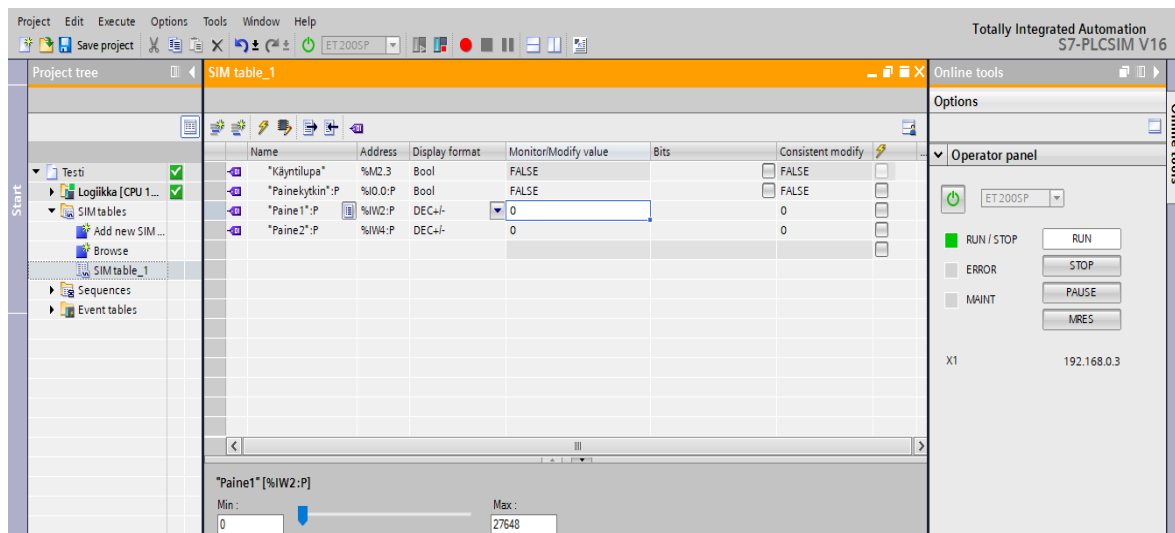
Kuva 23. PLC-SIM.

Käyttäjälle avautuu kuvassa 24 näkyvä simulointityökalu. Uuden projektin luominen tapahtuu painamalla vasemmasta yläkulmasta Project-välilehden alta New-painiketta, josta avautuu ikkuna, johon täytetään uuden projektin nimi ja tallennuspaikka.



Kuva 24. Project View.

Kuvassa 25 näkyvän simulointityökalun vasempaan reunaan aukeaa luotu projekti ja valmiiksi luotu Simtable. Simtable-välilehden avaamalla voidaan kirjoittaa Nimen kohdan alle kaikki tulot, joita halutaan ohjelmassa muokata. Analogisia muuttujia muokattaessa täytyy muistaa skaalata tuloarvot oikeaksi. Tässä tapauksessa esimerkiksi paineanturin 4–20 mA -tieto on ohjelmakoodissa Int-arvoltaan 0–27648.



Kuva 25. Simtable.

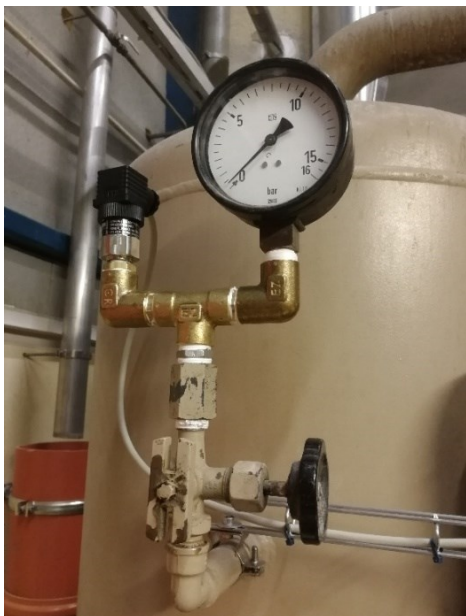
7 Käyttöönoton suunnittelu

Käyttöönotto on projektin viimeinen vaihe, jossa vanha laitteisto puretaan ja asennetaan uusi tilalle. Huolellinen suunnitelma käyttöönottoa varten takaa, että vältetään ongelmilta käyttöönoton aikana. Käyttöönotossa merkittävää on ajankohta ja hyvä suunnitelma vanhan laitteiston purkamiseen ja uuden asennukseen. Ennen käyttöönotto ajankohtaa selvitetään vanhasta laitteistosta paikat uusille antureille, sekä hankitaan tarvittavat sovitteet asennukseen. Vanhaan laitteistoon täytyy perehtyä kaikkien käyttöönottoon osallistuvien kesken, että jokainen on perillä purkamisesta sekä uuden asennuksesta. Uuden logiikan ja komponenttien toiminta testataan ennakkoon. Tällä varmistetaan, että mahdollisia ongelmia käyttöönottopäivänä ei tule. Mahdollisten ongelmien varalle on aikataulussa kuitenkin syytä olla pieni vara. Aikataulua suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon tehtaalla olevat työajat, jolloin olisi mahdollista katkaista paineilma tuotannon laitteistoilta. Tämän kohteissa tehtaassa mahdolliset käyttöönottopäivät sijoittuvat yleensä viikonlopuille.

Käyttöönottopäivänä työt aloitetaan sulkemalla laitteeseen johtavat pääventtiilit, jolloin paineet katoavat. Samaan aikaan vanha ohjauskeskus sammutetaan. Purkutyöt voivat alkaa heti, kun sähköasentaja on tehnyt laitteen virrattomaksi. Laitteesta puretaan alkuperäinen ohjauskeskus sekä jokainen anturi uusien tieltä. Alkuperäisen suunnitelman mukaan laitteeseen asennetaan uudet anturit, joita ovat kastepisteanhuri, paineanturit, lämpötila-anturit ja painekytkin. Uuden ohjauskeskuksen sekä antureiden asennuksen jälkeen voidaan ohjauskeskukseen kytkeä virrat päälle ja logiikka käynnistää. Ohjelmistoon luodun käsiajon avulla voidaan jokainen toiminto testata ennen laitteen varsinaista paineistamista. Kun on tarkastettu logiikan toiminnot sekä yhteydet antureihin, voidaan paineventtiilit avata ja asettaa laite automaattille. Laitetta tulee seurata alkuaikana tiiviisti, jolloin saadaan kaikki asetukset kerätyn datan perusteella kohdalleen.

8 Uusien komponenttien sijoitus

Uudet komponentit sijoitettiin kuivaimeen alkuperäisen suunnitelman mukaisesti. Välikappaleiden avulla eri anturit olivat yksinkertaista haaroittaa säiliöihin. Kuvassa 26 on painelähettimien asennus mekaanisten mittareiden rinnalle.



Kuva 26. Pinalähettimen asennus.

Kuvassa 27 näkyy painekeytkimen sijoitus ennen poistoventtiiliä ja sen vasemmalla puolella poistoputken asennettu PT100-anturi. Samanlainen PT100-anturi tuli myös kuumentimen jälkeiseen putkeen tarkkailemaan sisäänmenon lämpötilaa.



Kuva 27. PT100 ja painekytin.

Kastepistemittari sijaitsee kuvassa 28 näkyvässä sähkökeskuksen takana olevassa ohivuotoventtiilissä.



Kuva 28. Kastepisteanturi.

9 Käyttöönotto

Laitteen käyttöönotto aloitettiin, kun vanha logiikka yllättäen hajosi sähkökatkon aikana. Uudet komponentit tilattiin alkuperäisen suunnitelman mukaan. Sähkökeskus tilattiin valmiina alihankkijalta ja samalla tulivat myös kytkennät. Työhön kuului logiikkaohjelman, sekä käyttöliittymän asennus uuteen logiikkaan.

9.1 Yhteyden luonti

Työ aloitettiin muodostamalla yhteyttä logiikkaan, joka ei alkuun onnistunut heti. Ongelmaa ratkottiin päivittämällä ja tarkistamalla jokaisen osan ohjelmistoversio. Päivitysten sekä IP-osoitteen muuttamisen jälkeen kannettavasta tietokoneesta, oli yhteys luotu. Seuraava ongelma oli paneelin lataaminen. Koneestani puuttui Tia Portal HMI -puolelle kuuluva kuvapaketti. Tia Portal ei ollut näitä ladannut, vaikka automaattiset päivitykset olivat päällä, eikä varoitellut näiden puuttumisesta paneelin luontivaiheessa. Näiden päivitysten jälkeen yhteys toimi, sekä paneeli pystyttiin lataamaan.

9.2 Tulojen ja lähtöjen testaus

Seuraavana päästiin tarkistamaan, että lähdöt ja tulot olivat oikein. Lähtöjen tietoja piti muuttaa hieman, mutta sähkökeskuksen kuvista pystyi helposti lukemaan oikeat paikat näille. Sähkökuvista katsottiin lisäksi tulot kuumentimen yllämpösuojalle ja puhaltimen moottorisuojalle. Puhaltimen ja kuumentimen kontaktorien tilatiedot laitettiin myös ohjelmaan. Paine ja lämpöanturit oli helppo tarkistaa ottamalla liitin irti ja lukemalla Tia portaalista suoraan arvo. Laitteesta oli hajoamisen jälkeen käännetty kaikki siihen tulevat virtausventtiilit kiinni asentoon, mikä aiheutti sen, että venttiilit eivät voineet vaihtaneet asentoa, koska ne toimivat paineilman avulla. Venttiileihin otettiin ohjauspaine testauksen ajaksi suoraan paineilmaverkosta. Paneelilta pystyi nyt ajamaan jokaista venttiiliä käsiajolla ja niissä ei ilmennyt ongelmia. Kuumentimessa ja puhaltimessa ei havaittu ongelmaa ja ne toimivat tässä vaiheessa hyvin.

9.3 Ohjelmakierron testaus paineettomana

Laitteen ollessa vielä paineeton todettiin, että on hyvä testata ohjelmakierto tässä vaiheessa. Kuivaimen asetettiin toiminnot aikaohjaukselle, jonka jälkeen se kytkettiin automaatile. Adsorptio-syklin toiminta sujui odotetusti, eikä siihen tarvinnut korjata kuin askelluksen resetointi. Lisäksi paneelille meneviä arvoja PT100-antureista täytyi skaalata uudestaan.

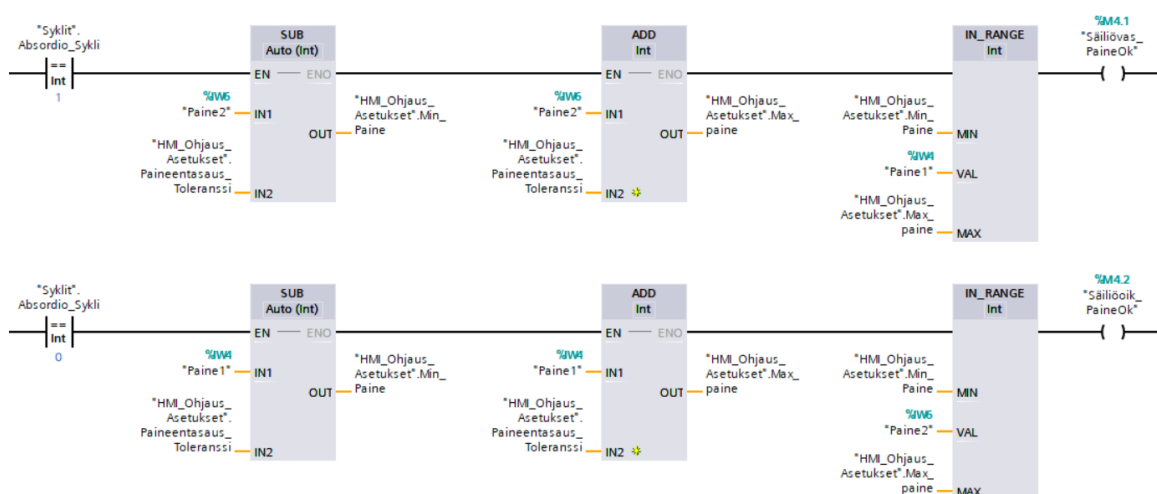
Elvytyssykliä päästiin testaamaan heti askellusnapin kautta, jolloin kuivain vaihtaa kammiota ja aloittaa elvytyksen adsorptiossa olleeseen kammioon. Kuumennus- ja jäähdytysvaiheeseen korjattiin molemmista ajastimen lähdöt ohjelman puolelle. Edellä mainittujen korjausten jälkeen elvytysvaihe toimi hyvin, vaikka muutamia lisäyksiä tehtiin.

9.4 Automaatin toiminta

Kun kaikki vaiheet oli testattu paineettomana, avattiin kuivaimen johtavat pääventtiilit, jotka paineistivat toisen kammioista. Kuivaimen asetuksiin asetettiin aikaohjauksella aluksi lyhyitä jaksoja, että vaiheet saatiin järkevällä aikataululla tarkastettua myös paineellisena. Adsorptio-vaihe toimi paineellisenakin odotetusti, eikä tähän tarvinnut muutoksia tehdä.

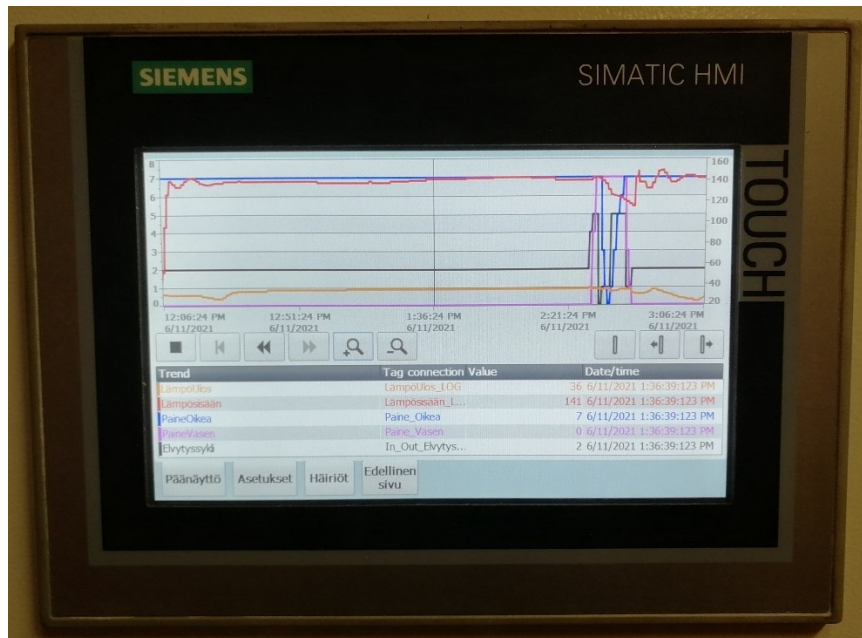
Askelluksella siirryttiin elvytykseen, jossa ensimmäisenä vaiheena on paineenpoisto kammioista. Paineet poistuivat kammioista, mutta painekeytkin ei aktivoitunut. Kytkin avattiin ja jousikuormaa muutettiin sopivammaksi. Seuraavassa vaiheessa kuumennin sekä puhallin lähtivät päälle. Kuumennuksen oltua päällä 10 minuuttia laukesi puhaltimen moottorisuoja. Samalla sammui myös kuumennin odotetusti. Syitä selviteltiin ja tarkistettiin puhaltimen tiedot kertaalleen ja siihen kuuluvat komponentit. Lopputuloksena todettiin puhaltimen ottavan noin 0,5 A enemmän virtaa, kuin tyyppikilvessä ilmoitetaan. Tähän syynä on, että puhallin joutuu puhaltamaan puolen kuution kammion läpi, joka on täynnä huokoista raetta, johon kosteus on imeytynyt. Kuumennusvaiheen normaali kesto vaihtelee 2–4 tuntiin ja ulostulolämpö 80–100 asteen välillä. Kuumennuksesta siirryttäessä jäähdytykseen täytyi lisätä jäähdytys-

vaiheelle yksi vertailija lisää ohjelmaan. Jäähdytysvaihe oli alun perin vain ulostulo-
lämpötilan varassa, mutta siihen täytyi lisätä myös sisäänmenolämmön tarkastelu.
Normaalitilanteessa sellaista ei tarvitse, mutta esimerkiksi testaustilanteessa voi
käyttäjä haluta esimerkiksi askeltamaan kuumennusvaiheen, jolloin jäähdytysvaihe
hyppäisi suoraan yli laitteen luullessa lämpöjen olevan hyvät, vaikka kammion kuu-
mennuspään lämpö olisi korkea. Huuhteluvaiheessa ei ongelmia ilmennyt ja viimei-
senä vuorossa oli paineentasaus. Paineentasaukseen muutettiin ohjelmaosiota hie-
man kuvan 29. mukaiseksi, jolloin käyttäjä määrittää painetoleranssin asetuksiin,
millä ohjelma kuittaa paineistusvaiheen valmiiksi.

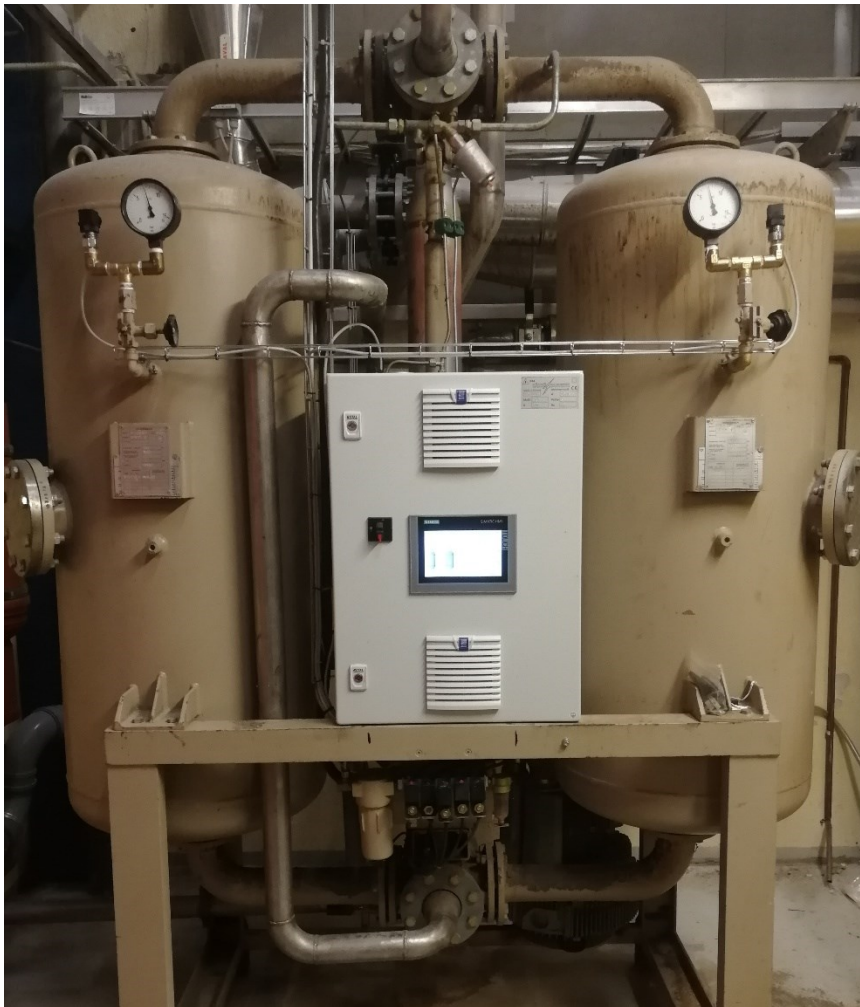


Kuva 29. Paineentasauksen tarkistus.

Ohjelma askellettiin useita kertoja läpi, että saatiin täysi varmuus toiminnasta.
Kuivain jätettiin tämän jälkeen automaatille, ja siihen käytiin skaalaamassa historia-
tietojen sivuja hieman uudestaan. Häiriöille luotiin myös oma historiasivu. Kuvassa
30 näkyy kuivaimesta tullutta dataa 2 päivän jälkeen. Kuvassa 31 on valmis koko-
naisuus.



Kuva 30. Historia tietoja.



Kuva 31. Valmis kokonaisuus.

10 Yhteenveto

Työ aloitettiin kuivaimen alkukartoituksella nykytilanteesta ja suunnittelemalla uusia komponentteja. Huoltoon osallistuvilta työntekijöiltä kysyttiin mielipidettä muutokseen, sekä mitä toimintoja he paneelille haluavat.

Alkukartoituksen jälkeen alkoi uusien komponenttien valitseminen ja mietittiin, käytetäänkö vanhaa sähkökeskusta vai tilataan kokonaan uusi. Sähkökeskus päädyttiin tilaamaan kokonaisuena alihankkijalta, koska vanha kaappi oli pienempi, eikä esimerkiksi uusi paneeli olisi siihen mahtunut. Komponenteista soitettiin kolmeen yritykseen, että saatiin tehtyä kustannuslaskelma ja vertailuja hinnoista. Kaikki komponentit lopulta tulivat samalta toimittajalta.

Tia Portal -ohjelmiston suunnittelu alkoi heti, kun tiedettiin uudet komponentit. Laitteen toiminnan ollessa yksinkertainen sujui ohjelman teko pienten alkuvaikeuksien jälkeen hyvin. Käyttöönottoon päästiin yllättäen vanhan logiikan hajottua, mutta se sujui hyvin muutamien tietokoneen päivityksien ja ohjelmamuutoksien jälkeen. Jälkeenpäin kuivaimen sähkökeskukseen asennettiin tuuletin, koska tila on erittäin kuuma, varsinkin kesällä.

Kuivaimen päivitys ja säätäminen jatkuvat, niin kauan kun siihen löydetään sopivat asetukset. Lisäksi muihin vanhoihin samanlaisiin kuivaimiin on tarkoitus soveltaa tähän tehtyä päivitystä. Työ oli haasteellinen ja kiinnostava kaikilta puolin aina komponenttien kyselyistä toimittajilta lopulliseen käyttöönottoon.

LÄHTEET

- Atria Oyj. 2020. Atria yrityksenä. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 6.7.2020] Saatavana: <https://www.atria.fi/konserni/yritys/>
- HBM. Ei päiväystä. What is a pressure sensor. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 16.5.2021] Saatavana: <https://www.hbm.com/en/7646/what-is-a-pressure-sensor/>
- Ilmatieteenlaitos. Ei päiväystä. Lämpötila ja kosteus. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 12.4.2021] Saatavana: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/lampotila-ja-kosteus#18>
- Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Lähtekangas, M. & Sumujärvi, M. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. [Verkkokirja] Helsinki: Sanoma Pro. [Viitattu 21.7.2020]. Saatavana: Ellibs-e-kirjakokoelmasta. Vaatii käyttöoikeuden
- Wexon 2021. Anturit ja instrumentointi. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.10.2020] Saatavana: <https://www.wexon.fi/fi/anturit-ja-instrumentointi.html>
- Michell. Ei päiväystä. Capacitive technology. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 25.5.2021] Saatavana: <http://www.michell.com/us/technology/capacitive-technology.html>
- Siemens 2020. Tia Portal – Tärkeimpien dokumenttien ja linkkien yleiskatsaus. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 26.8.2020] Saatavana: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/90940186/tia-portal-an-overview-of-the-most-important-documents-and-links-motion?dti=0&dl=en&lc=pt-PT>
- Siemens 2020. Simatic HMI – Simatic HMI comfort panels. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 6.10.2021] Saatavana: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-hmi/panels/comfort-panels.html>
- Siemens 2021. Virtuaalinen käyttöönotto – Kilpailuetua simuloinnilla. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 13.10.2021] Saatavana: <https://new.siemens.com/fi/fi/tuotteet/teollisuus/virtuaalinen-kayttoonotto.html>
- Burkert. Ei päiväystä. Thin-film strain gauge – Principle of thin-film strain gauge. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 13.10.2021] Saatavana: <https://www.burkert.com/en/Service-Support/Support/Glossary/Thin-film-strain-gauge>
- Cs-Instruments 2021. Fa 510/515 – Dew point sensor for adsorption dryers. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 6.10.2021] Saatavana: <https://www.cs-instruments.com/products/d/dew-point/fa-510515-dew-point-sensor-80-to-20ctd>

Säätö. Ei päiväystä. Lämpötilan mittaus. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 15.5.2021] Saatavana: <https://saato.fi/tekniset-artikkelit/lampotilan-mittaus/>

Tameson. Ei päiväystä. Pressure switch – how they work. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 20.5.2021] Saatavana: <https://tameson.com/pressure-switch.html>

Vaisala. 2019. Mikä on kastepiste ja miten sitä mitataan. [Blogi]. [Viitattu 12.4.2021] Saatavana: <https://www.vaisala.com/fi/blog/2019-11/mika-kastepiste-ja-miten-sita-mitataan>