

Lämpökäsittelyuunin automatisointi

Niku Sourulahti

Opinnäytetyö
Joulukuu 2015
Tekniikan ja liikenteen ala
Automaatiotekniikan koulutusohjelma



Tekijä(t) Sourulahti, Niku	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 08.12.2015
	Sivumäärä 52	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Lämpökäsittelyuunin automatisointi		
Koulutusohjelma Automaatiotekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Markku Ström		
Toimeksiantaja(t) Komas Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö käsittelee teollisuuden lämpökäsittelyuunin automatisointia. Pää tavoitteina oli kokonaisuudeltaan automaattisesti toimiva järjestelmä sekä lämpötilantiedon keruu. Lämpökäsittelyuunia käytetään Komasa Oy:n levypalvelupisteessä myöstöhehkkutukseen eli metallin jännityksenpoistoon. Jännitystä syntyy metalliosien valmistusvaiheessa, jossa metallin raju lämpötilaero saa aikaiseksi jännitettä. Jännittä synnyttää metalliin esimerkiksi sen hitsaus, leikkaus, sorvaus ja valaminen. Metallin lämpökäsittelyssä tärkeää on oikea lämpötila ja oikeaoppiset lämpötilan muutosnopeudet.</p> <p>Lämpökäsittelyuunin automatisointi suoritettiin Siemensin S7-1200 -sarjan logiikalla. Uunin ohjelmaan tuli käyttöliittymä Siemensin HMI-sarjan kosketusnäytölle. Ohjelmointi tehtiin logiikalle ja kosketusnäytölle Tia Portalilla. DataLog on ominaisuus logiikan ohjelmoinnissa, mitä käytetään opinnäytetyössä lämpötilantiedon tallentamiseen. DataLogin ansiosta lämpökäsittelyn lämpötilamuutokset saadaan jälkikäteen luettua Microsoft Excel-työkalulla. Toiminnolla saadaan todiste oikeaoppisesta lämpökäsittelystä asiakkaille.</p> <p>Lopputuloksena tuli tilaajan toivomusten mukainen lämpökäsittelyuuni. Uuni suorittaa ohjelman automaattisesti ja sen käyttäminen on yksinkertaista. Itsenäisen sovelluksen etuna on ajan säästö, minkä ansiosta pystytään tekemään useampi lämpökäsittely. Työstökohteeseen optimoidulla ohjelmalla on saatu suuri energiasäästö ja oikeanlainen myöstökäsittely.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Lämpökäsittely, myöstö, Siemens S7-1200, DataLog, Tia Portal		
Muut tiedot		



Author(s) Sourulahti, Niku	Type of publication Bachelor's thesis	Date 08.12.2015
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 52	Permission for web publication: x
Title of publication The automatized heat treatment furnace		
Degree programme Automation Engineering		
Tutor(s) Ström, Markku		
Assigned by Komas Oy		
Abstract <p>The thesis describes an automation application for industrial heat-treating furnace. The main goals for the study were to build a fully automatized system and collect temperature data. The heat treatment furnace is for stress-relief annealing. The furnace locates at the plate service center of Komas Oy. The temperature difference generates tension to the metal in manufacturing stage, for example welding, cutting, machining and casting generate tension. For metal heat treatment correct temperature and suitable temperature rate of change are important.</p> <p>Heat treatment furnace is automatized with Siemens S7-1200 Series logic. The interface of furnace is used via Siemens HMI series touch screen. The programmable logic and the touch screen are programmed with Tia Portal application. DataLog is a feature which is used to store temperature data in the thesis. With DataLog feature the temperature changes are saved to a CSV file. CSV files are functional with Microsoft Excel. With DataLog function Komas Oy can give proof of correct heat treatment to their customers.</p> <p>The end result is a functional heat treatment furnace which ensures the right process for heat treatment. The furnace collects automatically temperature data and the interface is simple to use. Time saving is also a benefit of automation which accelerates the process and saves energy.</p>		
Keywords/tags (subjects) Heat treatment, stress-relief annealing, Siemens S7-1200, DataLog, Tia Portal		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto	4
2	Komas Oy	5
2.1	Yritystiedot	5
2.2	Toimialat	5
3	Metallin lämpökäsittely	7
3.1	Metallin lämpökäsittelyn tarkoitus	7
3.2	Erilaiset metallin lämpökäsittelymenetelmät	8
3.2.1	Kuumamuokkaus	8
3.2.2	Normalisointi	8
3.2.3	Karkaisu	9
3.2.4	Pehmeäksihehkutus	10
3.2.5	Myöstöhehkutus	10
3.3	Myöstöuunin toiminta	11
4	Opinnäytetyön toteutus.....	12
4.1	Lähtökohdat.....	12
4.2	Tavoitteet.....	13
4.3	Suunnittelu	13
4.3.1	Työn aloitus	13
4.3.2	Laitteisto.....	14
4.4	Ohjelmointi	16
4.4.1	Konfigurointi.....	16
4.4.2	Muistikortin alustus.....	17
4.4.3	Excel-tiedoston luominen	20
4.5	Lämmitys- sekä jäähdytysvaiheen rajoitus.....	23
4.6	Kosketusnäytön tekeminen	24
4.6.1	Ohjelman valinta	24
4.6.2	Automaattiohjelma	25
4.6.3	Manuaaliohjelma	28
4.6.4	Päivämäärän valinta	29
4.6.5	Lisänimi.....	30

4.6.6	Ohjelmaa suoritetaan.....	31
4.6.7	Ohjelma valmis	32
4.6.8	Ohjelman peruutus	33
4.7	Lämpötilataulukon hakeminen.....	34
5	Asennus ja käyttöönotto.....	41
5.1	Sähköistys	41
5.2	Käyttöönotto.....	41
6	Pohdinta.....	43
	Lähteet.....	45
	Liitteet.....	45
Liite 1	Sähkökuvat	
Liite 2	Ohjekirja	
Liite 3	Lämpötilatodistus	

Kuviot

Kuvio 1.	Komas Oy:n logo (Lähde: Kovan työn legenda. N.d.).....	5
Kuvio 2.	Muistikortin hakeminen	18
Kuvio 3.	Muistikortin asetukset.....	19
Kuvio 4.	Logiikan startup- asetukset	19
Kuvio 5.	DataLogin määrittely	21
Kuvio 6.	DataLog write -moduuli.....	22
Kuvio 7.	DataLog close -moduuli.....	22
Kuvio 8.	Ohjelman valinta	25
Kuvio 9.	Automaattiohjelman parametointi.....	26
Kuvio 10.	Manuaaliohjelman parametointi	28
Kuvio 11.	Päivämäärän lisäys tiedostonnimeen.....	29
Kuvio 12.	Tiedoston lisänimen määrittely	30
Kuvio 13.	Näkymä uunin ohjelman ollessa käynnissä.....	32
Kuvio 14.	Näkymä näyttöpaneelissa ohjelman valmistuttua.....	33
Kuvio 15.	Ohjelman peruuttaminen.....	34
Kuvio 16.	Web-serverin asetukset	35
Kuvio 17.	Web-serverin aloitussivusto.....	36

Kuvio 18. Web-selaimen valikko	37
Kuvio 19. Web File Browser -kansio	38
Kuvio 20. Csv-tiedostot Web-selaimella	39
Kuvio 21. Csv-tiedosto avattuna Excel-työkalulla	40

Taulukot

Taulukko 1. Myöstöuunin uudistukseen hankitut komponentit	15
---	----

1 Johdanto

Nykyisin kovaa tahtia kasvavalla automatisoinnilla haetaan kustannustehokasta ja luotettavaa ratkaisua. Useimmissa työkohteissa työntekijän korvaaminen laitteistolla on edullisempaa. Säästöt koostuvat usein laitteiston yksinkertaisuudesta, tuoton nopeudesta sekä täsmällisyydestä. Jo kehittyneellä automatisoinnilla voidaan myös usein saada parempaa ja tasaisempaa työnlaatua.

Komas Oy:n levypalvelun toimipisteessä suoritetaan metallien työstöjä. Metallin työstöstä jäävä jännite täytyy poistaa ennen metalliosien antamista asiakkaalle. Ennen tämä hoitui muualla, kuin itse toimipisteessä. Toimipisteelle hankittiin lämpökäsittelyuuni, jotta ylimääräiseltä kuljettamiselta vältyttäisiin. Uuni ei kuitenkaan toiminnut aivan myöstökäsittelyn eli jännitteen poiston periaatteen mukaan.

Uunin käytössä oli ongelmana paksuudeltaan vaihtelevien lämmityskohteiden vaikutus uunin käyttäytymiseen. Nousu- ja jäähdytysnopeutta ei rajoitettu mitenkään. Vain käsiteltävän materiaalin paksuus toi tarpeellisen hidasteen nousulle ja jäähdytykselle. Uunissa oli myös ongelmana sen tarpeellisten toimintojen puuttuminen. Käsitteilyn lämpötiloista ei saatu jälkikäteen dataa, oikean käsittelyn varmistamiseksi. Myös jäähdytyksen aloittaminen tapahtui manuaalisesti, jolloin uuni saattoi olla monia tunteja päällä turhan takia.

Tavoitteena oli Heat Tecin valmistaman lämpökäsittelyuunin automatisointi. Uunin oli tarkoitus suorittaa ohjelma alusta loppuun, ilman työntekijän avustusta. Automatisoinnilla haettiin ajansäästöä sekä oikeaoppista myöstökäsittelyä.

Uunin automatisointi tapahtui Siemensin valmistamalla S7-1200 sarjan ohjelmoitavalla logiikalla. Ohjelmointiin käytettiin logiikkaan soveltuvaa Tia Portal - ohjelmointityökalua. S7-1200 sarjan logiikoilla voidaan tallentaa csv-tiedostoja, mitä pystytään avaamaan Excel-työkalulla. Tätä tiedostoa hyödynnetään lämpötilatiedon keruulle. Ohjelmoinnissa käytetään DataLog -työkalua csv-tiedoston luomiselle. Oh-

jelmalle tehtiin käyttöliittymä, jota operoidaan Siemensin HMI-sarjan kosketusnäytöltä.

2 Komasa Oy

2.1 Yritystiedot

Komas Oy on vuonna 2002 perustettu yritys, joka on keskittynyt metalliteollisuuden komponenttien valmistukseen. Yhtiö tarjoaa palveluna koneistettujen metalliosien työstämistä sekä takomotyönä työstettyjä osia. Yhtiö valmistaa erikoisosaamista vaativia osia mittatilaustyönä. Yhtiöllä on useita eri toimipisteitä, jotka ovat jakautuneet omiin osa-alueisiin: koneistukseen, hydraulikkaan, Levypalveluun ja takomoon. Kuvio 1:ssä on yhtiön käyttämä logo. (Kovan työn legenda n.d.)



Kuvio 1. Komasa Oy:n logo (Lähde: Kovan työn legenda. N.d.).

Yhtiön juridinen nimi on Komasa Keski-Suomi Oy (Kovan työn legenda n.d.), ja siellä työskentelee kokonaisuudessaan noin 230 työntekijää. Liikevaihto oli 32 miljoonaa euroa vuonna 2014. (Lehtonen 2015.) Pääomistajana ovat CapMan Oyj:n hallinnoimat rahastot. Yhtiö on levittäytynyt Jyväskylän lisäksi Kurikkaan ja Laukaaseen.

2.2 Toimialat

Koneistus

Koneistuksen osa-alueella Komasa Oy työllistää noin 136 henkilöä Jyväskylän ja Kurikan toimipisteissä. Jyväskylän toimipisteessä työskentelee noin 100 henkilöä ja Kurikan toimipisteessä noin 36 henkilöä. Koneistuksessa Komasa tekee tilaustyönä osia, joita ovat muun muassa akselit, laipat, renkaat, hammastukset, valut, alumiinikoneis-

tukset, lohkot sekä prismaattiset kappaleet. Prismaattiset osat vaativat tarkkuutta, näitä osia tehdään esimerkiksi hisseihin ja liukuportaisiin. (Lehtonen 2015.)

Koneistuksen perustana on monipuoliset ja uutta tekniikkaa edustavat laitteet, joilla pystytään koneistamaan jopa 2500 millimetriä halkaisijaltaan olevia tuotteita tarkasti. Koneistuksen apuna käytetään 3D-mittausta. Ja näin pystytään koneistamaan myös hankalimmat muodot. Toimipisteissä suoritetaan myös kokonaisuuksien koonpano- ja hitsaustyöt. Pinta- ja lämpökäsittelyt tehdään enimmäkseen alihankintana, mutta myös osittain omilla laitteistoilla. (Lehtonen 2015.)

Hydrauliikka

Jyväskylän hydrauliikan toimipisteessä työskentelee noin 40 henkilöä. Tuotteina tällä osa-alueella ovat valmiiksi mitoitettut hydrauliikkaputket, haponkestävät putket, joista ammattikielessä käytetään nimitystä HST-putket, sekä hitsattavat ja juotettavat putket. Toimipiste toimittaa tilauksesta riippuen myös hydrauliikkakokonaisuuksia ja lähettää putket asennusvalmiina sekä testattuina. (Lehtonen 2015.)

Palveluina toimipiste tarjoaa 3D-mittausta, kokonaisvaltaisten hydraulisarjojen toimintuksia. Palveluna on myös yhtiöiden varastoiden valvontaa. Komas valvoo tilaajien varastoja ja pystyy tällöin lähettämään automaattisesti varastoiden täydennystä (Lehtonen 2015). Liikeideana varastojen täydennys on Komasin kaltaiselle yhtiölle tärkeää. Tällä saadaan tieto kaikkien asiakkaiden varastojen tilanteista samanaikaisesti ja tällöin tuotettua mahdollisimman monta osaa sarjatuotantona.

Levypalvelu

Levypalvelu työllistää noin 22 henkilöä ja sijaitsee Laukaassa. Palveluina levypalvelussa Komas Oy tarjoaa metallien kaasu- ja plasmaleikkausta, sinkopuhdistusta, taivutusta, mankelointia, lämpökäsittelyä, hitsausta ja koneistusta. Myös tällä osa-alueella on tähdätty suurten levyjen käsittelyyn ja yhtiö tarjoaakin levypalvelua levyille, joiden vahvuus on kolmesta millimetristä 220 millimetriin. Komas Oy tarjoaa suoraan varastosta rakenneteräs-, kulutus-, erikoisluja-, booriteräs- ja paineastialevyistä teh-

tyjä leikkauksia. Toimipiste tarjoaa myös vesi- ja laserleikattujen osien valmistusta sekä osien pintakäsittelyä. (Lehtonen 2015.)

Takomo

Jyväskylän takomo työllistää 13 henkilöä. Takomossa tehdään raskaita avotakeita, nämä ovat muun muassa renkaat, kehät, kiekot ja muottitakeet. Kooltaan takeiden halkaisijat ovat 500 millimetristä 1600 millimetriin ja massaltaan 200 kilosta jopa 4000 kiloon asti. Materiaaleina takomo käyttää hiiletysterästä 18CrNiMo7-6, nuorru-tusterästä 42CrMo4 ja rakenneterästä S355J2. Takomon tarjoamia palveluita oman varastotarjonnan lisäksi ovat sahaus, lämpökäsittely, taonta, koneistus ja NDT-tarkastukset. Komas Oy hoitaa tilauksilleen luokitukset ja materiaalitestaukset. (Lehtonen 2015.)

3 Metallin lämpökäsittely

3.1 Metallin lämpökäsittelyn tarkoitus

Metallin lämpökäsittelyn tavoitteena on pääasiassa metallin rakenteen muutos. Tarkoituksia on muitakin, kuten esimerkiksi metallin helpompi muokkaus lämpimänä tai metallin lujuusominaisuuden säätö. Metallin koostumus muuttuu sen lämmitessä eri työstövaiheissa tai työstötavoissa. Koska metallista halutaan saada eri tarkoituksiin eri hyödyt, on metallin rakenteelliseen muutokseen kehitelty erilaisia lämpökäsittelymenetelmiä, joista seuraavana esitellään muutamia yleisellä tasolla.

Metalli koostuu raudasta ja seosaineista, joiden määrä ja koostumus vaikuttavat metallin kovuuteen ja sitkeyteen. Koostumusta kuvataan kiderakenteena. Yleisesti lämpökäsittelyssä kuvataan metallissa eniten esiintyvien kiderakenteiden, ferriitin, austeniitin, sementiitin ja deltaferriitin, muutoksia. Ferriitin atomien väliin jää tyhjää tilaa, jonka osuus on 32 %. Vaikka ferriitti on ilmavaa, pystyy se liuottamaan hiiltä rakenteellisen muotonsa takia erittäin vähän. Austeniitti on rakenteelliseltaan muoltaan erilainen ja pystyykin liuottamaan itseensä enemmän hiiltä, vaikka tyhjän tilan osuus on 26n %. Austeniitti on metallissa korkeassa lämpötilassa esiintyvää rau-

dan ja seosaineen kiinteää liuosta. Sementtiitti on kovinta ja haurainta, sillä se sisältää hiiltä eniten. Deltarauta taas on näistä vähäpätöisin lämpökäsittelyssä, koska se syntyy sulatetun metallin kovettuessa. Deltaraudan muodostamia epäpuhtauksia voidaan kuitenkin vähentää lämmittämällä rauta austeniittialueelle. (Härkönen & Kivivuori 2009, 37–47.)

3.2 Erilaiset metallin lämpökäsittelymenetelmät

3.2.1 Kuumamuokkaus

Kuumamuokkauksella pyritään vaikuttamaan metallin rakenteellisiin lujuusominaisuuksiin sekä metallin muokkailtavuuteen. Kuumamuokkauksen keskeisin idea on jäähdytyksen säätelyllä, millä voidaan muokata metallin kiderakennetta. Kiderakenteen karkeus on verrannollinen metallin kovuuteen ja samalla myös heikkouteen. Mitä kovempi metalli on, sitä heikompi murtumisaste metallilla on ja myös kiderakenne on suurempi. Metallin lämmityksellä ja sen jäähdytysnopeuden säädöllä voidaan muokata metallin kiderakenteiden sitoutumista toisiinsa, milloin saadaan metallista pehmeämpää ja vaikeammin murtuvaa. (Härkönen & Kivivuori 2009, 37–39.)

Kuumamuokkaus on yksi lämpimimmistä lämpökäsittelymenetelmistä. Kuumamuokkauksessa haetaan täyttä austeniittialuetta, jossa austeniitti uudelleenkiteytyy. Uudelleenkiteytymistä kutsutaan rekristallisoitumiseksi. Materiaalin kovuuteen vaikuttaa lämpötilan taso, missä lämpökäsittely lopetetaan. Syntynyt raerakenne määrää metallin kovuuden ja sitkeyden laadun. Mitä matalammassa lämpötilassa muokkaus lopetetaan, sen hienommaksi kiderakenne jää, ja tällöin metallista tulee sitkeämpää. (Härkönen & Kivivuori 2009, 37–39.)

3.2.2 Normalisointi

Normalisointi on nimensä mukaisesti materiaalin normaalintasapainon palauttamista. Epätasaisesta valmistusvaiheen lämpenemisestä johtunutta, esimerkiksi takomisen, hitsauksen tai polttoleikkauksen johdosta syntynyttä, rakennekasvua pyritään

palauttamaan takaisin hienorakenteiseksi ja näin säilyttämään metallin mekaaniset ominaisuudet. (Niemi 2010, 6–8.)

Normalisoinnissa lämmitetään kappale sen materiaalin alhaisimmalle lämpötilalle, jossa se saa austeniittisen tilan. Austeniittialueen jälkeen metalli jäähdytetään rauhasassa ilmassa, tällöin karkearakenteinen materiaali muuttuu rakenteeltaan hienojakoiseksi. Kun normalisoinnissa suurentuneet kiderakenteet tulevat hienojakoisemmiksi, tulee metallista lujempi sekä sitkeämpi. (Härkönen & Kivivuori 2009, 39–41.)

3.2.3 Karkaisu

Metallin karkaisu on yksi vanhimmista metallin lämpökäsittely menetelmistä. Sitä on myöhemmin tarkemmin tutkittu ja kehitelty ja näin saatu eri materiaaleille optimilämpötilat. Myöhemmin karkaisua kehiteltäessä on saatu yhdeksi lämpökäsittelymenetelmäksi nuorutus, jolla haetaan kovuuden sijaan lujaa ja sitkeää metallia. Karkaisussa haetaan kovaa metallia ensin lämmittämällä metalli, ja sen jälkeen jäädyttämällä se nopeasti. Nuorutus tapahtuu samalla tavalla, mutta erona karkaisuun on nuorutuksen korkeampi lämmityslämpötila. Kuten normalisoinnissa, karkaisussa haetaan austeniitin homogenisoitumista. Nopea sammutus kuitenkin estää hienojakoisen rakenteen muodostumista, mikä tekee karkaistusta metallista kovaa, mutta haurasta. (Niemi 2010, 8–14.)

Karkaisussa haetaan siis kovaa metallia, minkä seurauksena sitkeys on heikompi. Hiili tuo metalliin kovuutta, joten karkaisussa haetaankin enemmän hiiltä sisältävää seosta. Nopealla sammuttamisella estetään austeniitin jälkeistä ferriitin, bainiitin ja perriitin muodostumista. Koska näitä sidosaineita ei kerkeä syntyään, muuttuu austeniitti jäähtyessään marteniittiseksi. Reaktiossa hiili ei kerkeä sitoutumaan sidosaineisiin vaan jää välitila atomeina tekemään metallista kovaa ja haurasta. (Härkönen & Kivivuori 2009, 49–57.)

3.2.4 Pehmeäsihehkus

Pehmeäsihehkutuksella pyritään saamaan metallista pehmeämpää ja sitkeämpää. Tämä toimenpide helpottaa metallin muokattavuutta kylmänä sekä lastuttamista. Teräksen pehmeäsihehkutuksella lämpötila nostetaan korkealle, materiaalista riippuen noin 700–900 asteeseen, jossa sitä pidetään tarvittava aika, ja materiaali jäähdytetään hitaasti. Kuparille ja messingille pehmeäsihehkutuksen prosessi on hieman erilainen ja niiden lämmitys suoritetaan pienemmillä lämpötiloilla. (Niemi 2010, 16.)

Hiili tekee metallista kovaa ja vaikeasti työstettävää. Paljon hiiltä sisältävät metallit käsitellään pehmeäsihehuttamalla paremmin käsiteltäviksi. Tässä lämpökäsittelymenetelmässä pyritään muokkaamaan ferriitin sekaan karbidisulkeumia. Tässä tilassa metallin kovuus on pienimmillään. Menetelmä on hidas ja hiilikato onkin suuri. Hiilikadon vuoksi käsittely suoritetaan mahdollisesti suojakaasuissa tai alipaineuunissa. (Härkönen & Kivivuori 2009, 41–44.)

3.2.5 Myöstöhehkus

Hitsatut, leikatut tai voimakkaasti työstetyt metallikappaleet saattavat aiheuttaa metallille jännitystä, jota poistetaan metallin myöstöllä. Metallin lämpötila nostetaan 500–650 asteeseen ja pidetään siellä tarvittava aika, sen jälkeen metalli jäähdytetään hitaasti takaisin. Jännityksen poistamisella pyritään estämään metallin murtumista sekä kappaleen muodon muuttumista loppuvalmistus- tai käyttövaiheessa (Muokatut teräkset 2001, 42–43). Tästä syystä tiukat mittatoleranssit omaavat työstökohteet ovat myöstettävä kokovaihtelun pienentämiseksi. Myöstöllä ei haeta rakennemuutosta eikä myöstö vaikuta merkittävästi metallin lujuuteen. Myös kuparia ja messinkiä voidaan myöstää, mutta niiden käsittelylämpötila on huomattavasti alhaisempi kuin teräksen. (Niemi 2010, 16–18.)

3.3 Myöstöuunin toiminta

Laukaan Leppävedellä sijaitseva Komas Oy:n levypalveluosasto suorittaa työstetyille kappaleilleen myöstöjä leikkauksen ja hitsauksen tuomien jännitteiden poistamiseksi. Myöstöhehkutus tehdään levypalveluosastolla sijaitsevalla Heat Tec -uunilla. Kuten aikaisemmin mainittiin, myöstön hillitsee materiaalin kokomuutoksia sekä pienentää murtumisriskiä. Kuitenkaan erkautuskarkaisun jälkeen ei myöstöä pidä suorittaa. Erkautuskarkaisulla haetaan mekaanista lujuutta ja korroosionkestävyyttä. Erkautuskarkaisun jälkeen tehty jännityksenpoisto alentaisi lujuusarvoja ja johtaisi niin sanottuun ylivanhenemiseen (Niemi 2010, 32).

Uunin toimintaperiaatteena on nostaa uunin lämpötila hillitysti 580 asteeseen. Nousuvauhti rajoitetaan materiaalin paksuuden mukaan, jotta välttyttäisiin epätasaiselta lämmittämiseltä. Materiaalin lämmityksessä on erittäin tärkeää tarpeeksi hillitty lämpötilan muutos. Jännitettä voi syntyä liian nopeassa lämmityksessä tai jäähdytyksessä, joten myöstössä pitää pyrkiä välttämään näitä, jotta itse myöstöhehkutuksen tarkoitus ei menisi hukkaan. Myös huonosti johtavat teräkset voivat nopeassa lämpötilan muutoksessa revetä, mitä voidaan estää hitaalla lämmitysvauhdilla. (Härkönen & Kivivuori 2009, 74.)

Kun uuni on saavuttanut 580 asteen lämpötilan, pidetään materiaalia siellä tuuma per tunti -periaatteella, eli pitoaika riippuu myös materiaalin paksuudesta. Kuitenkin ohuilla materiaaleilla minimiaika on puoli tuntia. Uunin saavuttama 580 astetta on sopiva lämpötila seostamattomille ja seosteräksille. Jotta jännityksen poisto onnistuu, oikea lämpötila on tärkeä, sillä liian korkea lämpötila tekee metallin mikrorakenteessa muutoksia, mikä voi muuttaa metallin laatua odotetusta (Härkönen & Kivivuori 2009, 74).

Jäähdytysaika on hieman nopeampi kuin lämmitysaika, mutta silti ajallisesti hidas. Jäähdytys on myöstössä tärkeä vaihe, ja tästä syystä jäähdytystä pitää myös rajoittaa. Suositeltu kappaleiden jäähdytys tapahtuu uunissa 500 asteeseen, mutta vähänkin herkemmät kappaleet on suositeltu jäähtymään 250 asteeseen uunin jäähtymisen tahtiin, minkä jälkeen ilmajäähdytys riittää (Härkönen & Kivivuori 2009, 46). Komasin

uunissa jäähditys tapahtuu hillitysti uunin jäähdityskapasiteetin mukaisesti 200 asteeseen, millä on varmistettu riittävän hidas jäähditys.

4 Opinnäytetyön toteutus

4.1 Lähtökohdat

Automatisoinnin työkohteena oli Heat Tec 7KSK-10-26-60 -lämpökäsittelyuuni. Uuni on tarkoitettu suurien kappaleiden lämmitykseen, ja Komas Oy käyttääkin uunia metallien jännitysten poistoon.

Uuni oli alun perin digitaalisella termostaatilla ohjattu, ja lämpötilakäyrä tuli suoraan paperille tulostettuna. Syöttö lämpötilavastuksille menee kolmivaiheisena kontaktori ohjauksella. Sähkökaapissa on myös kontaktori, jolla ohjataan kiertoilmamoottoria. Myös yllilämmölle on erillinen suojaus, joka katkaisee uunin syötön, kun lämpötila nousee yli 600 celsiusasteeseen. Uunin toiminnalle ja yllilämpösuojalle on omat K-tyypin anturit. Jäähditysvaiheessa uunin päältä avattiin luukku manuaalisesti käsi-
kahvasta.

Kun uuni oli hankittu Leppäveden toimipisteelle, oli se seissyt muutaman vuoden ulkona. Osa sähkökomponenteista oli jo käyttökelvottomia, kuten esimerkiksi lämpötilakäyrän kirjoitin. Ongelmana oli paksuudeltaan vaihtelevien lämmityskohteiden vaikutus itse uunin käyttäytymiseen. Uunin lämpötilan nousua ei rajoittanut kuin uunin oma kapasiteetti, eli riippuen lämmityskohteesta saattoi nousu olla liian nopea eikä lämmitys ollut tällöin tasainen materiaalin pinnalta ja sisältä. Jäähditys on rajoitettu erittäin pienellä jäähditysluukulla. Luukun ohjaus oli tarkoitus tehdä tässä opinnäytetyössä myös automaattiseksi, jotta jäähditys saataisiin heti alkamaan, kun tarpeellinen pitoaika on saavutettu. Tällöin säästetään aikaa ja pystytään suorittamaan tiheämmin myöstöjä sekä säästetään turhia energiakuluja.

4.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tehtävänä oli siis uunin automatisointi. Työn tekeminen alkoi hahmottelemalla uunille toivottuja ominaisuuksia, niitä myös ideoitiin ja kehiteltiin myöhemmin lisää. Aivan alussa tavoitteeni oli, että uuni tekisi hallitusti lämmitysvaiheen, minkä jälkeen se pitäisi lämpötilan tasaisesti halutussa lämpötilassa, ja tietyn pitoajan jälkeen jäähdytysluukku avattaisiin moottoriohjauksella. Lämpötilakäyrä piti myös saada tallennettua tietokoneelle luettavaan muotoon.

Näistä tavoitteista lähdin ideaa tutkimaan ja kehittämään. Ohjauksen halusin tehdä kosketusnäytölle, koska lisäominaisuuksien tekeminen kosketusnäytölle on helppoa ilman laitehankintoja ja lisäkustannuksia. Tarkoituksena oli tehdä kaksi valittavaa ohjelmaa: Uunin manuaaliohjauksessa laitetaan erikseen minimi lämmönnosto aika, haluttu pitoaika, minimi jäähdytysaika sekä halutun pitolämpötilan säätö. Toisena vaihtoehtona olisi automaattinen ohjelma, johon laitettaisiin vain kappaleen paksumman kohdan läpimitta millimetreinä. Se määrittelee lämpökäsittelyn ajat. Lisäksi on mahdollisuus säätää lämpötilaa, jos oletuslämpötila ei kyseiselle materiaalille ole sopiva. Molemmilla ohjelmilla annettaisiin lämpökäsittelyprosessille tiedostonimi, jolla logiikka tallentaa lämpötiloista csv-tiedoston, jonka lukeminen onnistuu Microsoft Excel -ohjelmalla.

4.3 Suunnittelu

4.3.1 Työn aloitus

Aloitin työni selvittämällä, millä logiikoilla olisi mahdollista saada Excel -tiedosto tehtyä. Tutkittuani eri vaihtoehtoja kävi ilmi, että Siemens Sematic S7-1200 -sarjan logiikat soveltuvat tähän. Logiikalla Excel-taulukon luominen ei ole yksinkertaista, eikä minulla ollut varmuutta, pystyykö S7-1200 sarjan logiikka juuri siihen, mitä työhöni vaadittiin. Niinpä päätin aloittaa Excel-taulukon tekemisestä varmistaakseni oikean laitevalinnan. Siitä oli myös hyvä aloittaa, jotta välttäisin turhan työn, jos ei tekeminen onnistuisikaan S7-1200 sarjan logiikalla.

Saatuani Excel-tiedoston automaattisen tallennuksen toimimaan siirryin hahmottelemaan työhön tarvittavia laitteistoja sekä tekemään tarvittavista lisätarvikkeista hinta-arviota. Työtehtävät lajittelin jo aloittaessani eri vaiheisiin:

- sopivan logiikan selvittäminen
- tarvittavat laitteistot
- hinta-arvio
- tarjouskilpailu
- ohjelman teko
- sähköpiirustuksen teko
- laitteiden tilaus
- ohjelman testaus
- asennus
- testaus
- ohjekirjan teko
- raportti.

4.3.2 Laitteisto

Laitteistoista piti saada käyttäjälle muokattava ja automatisoitu, niinpä itse ohjaukset tuli tehdä ohjelmoitavalle logiikalle, joka on työn olennaisin laite. Lisäksi halusin tehdä monipuoliset käyttömahdollisuudet edullisesti, joten pienen tutkimustyön jälkeen päätin tehdä käyttöliittymän logiikalle sopivaan kosketusnäyttöön. Siemens tarjosi työhön erittäin sopivan ja edullisen mustavalkoisen kosketusnäytön, joka on tarpeeksi iso yksinkertaisille toiminnoille. Muita oleellisia laitteita, jotka työhön otin mukaan, ovat lämpötila-anturille tarvittava muunnin, joka muuntaa anturin tiedon logiikan analogiatuloon sopivaksi, peltimoottori jäähdytysluukun avaamiseen, Ethernet-kytkin, logiikalle kontaktoriohjauksiin releet vähentämään logiikan kuormaa sekä tasavirtamuuntaja. Suojaukseen hankittiin vielä UPS-virtalähde, joka toimii häiriöpiik-

kien suodattimena sekä varmistaa ohjelman jatkumisen lyhyiden sähkökatkosten jälkeen.

Alustavan hintatietojen etsinnällä laskin hinta-arvioksi noin 1500 euroa ilman UPS-akksuyöttöjärjestelmää, jonka tilaamisen päättäminen jäi myöhemmäksi ajankohdaksi. Arvioni piti hyvin paikkansa ja tehtyeni tarjouskyselyitä laitteistoista todellinen hinta jäi alle arvioni, kuten alla olevasta taulukosta 1 käy ilmi.

Taulukko 1. Myöstöuunin uudistukseen hankitut komponentit

Laite	Valmistaja	Malli	Hinta (alv 0%)
Logiikka	Siemens	S7-1214C DC/DC/RLY	265,00 €
Kosketusnäyttö	Siemens	KTP600 BASIC MONO PN 5,7"	357,00 €
Virtamuuntaja	Siemens	SITOP 230VAC/24VDC/5A	65,19 €
Muistikortti	Siemens	4 MBYTE, 3,3 V NFLASH	147,00 €
Anturin muuntaja	Seneca	K109TC TERMOPARI LÄMPÖTILA-LÄHETIN	158,00 €
Ethernet –kytkin logiikoille	Weidmüller	ETHERNET KYTKIN 5-PORTTIA IE-SW-BL05-5TX	99,00 €
Ethernet –kytkin tietokoneelle	D-Link	Switch 8x 10/100/1000	48,00 €
Ohjausreleet	Omron	RELE+KANTA 6mm 24VDC 3,00 G2RVSL700 24VDC, 3 kpl	30,00 €
Peltimoottori	Belimo	PELTIMOOTTORI TF230	155,00 €
Ethernet –kaapelia	Siemens	VÄYLÄKAAPELI PROFINET 2x2 6XV1840-2AU10/2AH10, 20m	26,40 €
Ethernet –kaapelipäätteet	Siemens	PROFINET LIITIN SUORA FC RJ45 6GK1901-1BB10-2AA0, 6 kpl	75,00 €
Kokonaishinta ilman UPS-laitteistoa			Yhteensä 1425,59 €
UPS 24VDC	Siemens	SITOP DC UPS MODULE 24 V/6 A UNINTE 6EP1931-2DC21	135,00 €
Akkumoduuli	Siemens	SITOP BATTERY MODULE 24 V/12 AH WIT 6EP1935-6MF01	135,00 €
			Yhteensä 1695,59 €

Muistikortti oli myös pakollinen hankinta, koska se vaaditaan DataLogin tallennukseen. Web-serveriltä pystyy hakemaan muistikortille tallennetut csv-tiedostot. Muistikorttien hinnoittelun takia valitsin 12 megatavun muistikortin, joka riittää hieman yli kymmeneen ohjelmakertaan. Uunin yhden ohjelman läpi ajaminen kestää keskimäärin noin vuorokauden, joten muistin tyhjennystarve on noin kaksi kertaa kuukaudessa. Vähäisen tyhjentämisen tarve mahdollisti pienen muistikortin käytön.

4.4 Ohjelmointi

4.4.1 Konfigurointi

Tia Portalin käyttö alkaa laitteiston konfiguroinnilla, ja se on tehty erittäin yksinkertaiseksi ainakin Siemensin omia laitteistoja kytkettäessä. Aloitin siis valitsemalla logiikkaa vastaavan laitemallin, laitemallit löytyvät aina myös Siemensin logiikoiden ja kosketusnäyttöjen kyljestä. Käytin logiikkaa S7-1214C DC/DC/RLY, joten konfiguroinnissa valitsin laitemallin 6ES7214-1HG40-0XB0 ja versionumeron 4.0, koska laitteesani tuli olla versio 4.1 asennettuna. HMI-kosketusnäytöille on oma valintaluettelo ja sieltä kosketusnäytölle KTP600 BASIC MONO PN 5,7" valitsin mallinumerolla 6AV6647-0AB11-3AX0 oikean paneelin. Versionumeroa ei ollut kyseisessä paneelissa kuin yksi, niin sitä ei tarvinnut pohtia enempää.

Koska käytin ohjelmassani DataLog-ominaisuutta, piti käyttäjän päästä Web-serveriltä poistamaan myös DataLogin tallentamia tiedostoja. S7-1200-sarjan logiikoissa oli ohjelmointivika valmistajalta, joten vanhemmissa kuin 4.1-ohjelmapäivityksissä ei pysty poistamaan tiedostoja kokonaisuudessaan Web-Serverin kautta, vaan niissä käy niin, että poistettaessa tiedostoa tiedosto poistuu listalta, mutta jättää varaamansa muistin muistikortille ja tämän seurauksena muistikortti täyttyy kokonaan.

Siemens on tehnyt mielestäni päivitysten lataamisen erittäin aikaa vieväksi. Minun tapauksessani kesti noin kuukauden, jotta sain ladattua päivityksen tietokoneelle ja

siitä sitten logiikalle. Päivitykset saa ladattua Siemens Support -sivustolta, mutta ennen kuin pääsin käsiksi päivitykseen, minun piti tehdä korkeampitasoiset tunnukset sivustolle, jotka käsiteltiin manuaalisesti Siemensin henkilöstön toimesta. Tunnusten käsittely vei noin viikon, minkä jälkeen sain vahvistuksen sähköpostiini tunnusten hyväksymisestä. Pelkät tunnukset eivät kuitenkaan riittäneet, vaan tämän jälkeen piti pyytää tiettyyn versioon tietylle logiikalle latauslupa, joka taas käsiteltiin manuaalisesti. Tässä kohtaa käsittelyni vei noin kolme viikkoa, vaikka yritin nopeuttaa asiaa pyytämällä apua sähköpostitse tukisivustolta.

Saatuani päivityksen ladattua tietokoneella oli itse logiikan päivityksen suorittaminen helppoa Tia Portalissa. Logiikkaan täytyi ottaa yhteys tietokoneelta, ja sen jälkeen Tia Portalilta pääsi näkemään logiikan FirmWare-päivitysversion, mistä myös pääsi sen päivittämään. Siemens Support -sivustolta ladattu päivityspaketti piti hakea Tia Portalille, minkä jälkeen järjestelmä hoiti loput ja noin viiden minuutin lataamisen jälkeen pääsin testaamaan päivityksen toimivuutta. Kun logiikka oli päivitetty, Web serveriltä poistettaessa csv-tiedostoja hävisi myös tiedoston viemä tila muistikortilta, joten nyt muistikorttia pystyi käyttämään ilman sen tukkeutumista. Ladattuani päivityksen huomasin myös yhden DataLog-tiedoston vievän vähemmän tilaa kuin ennen päivittämistä.

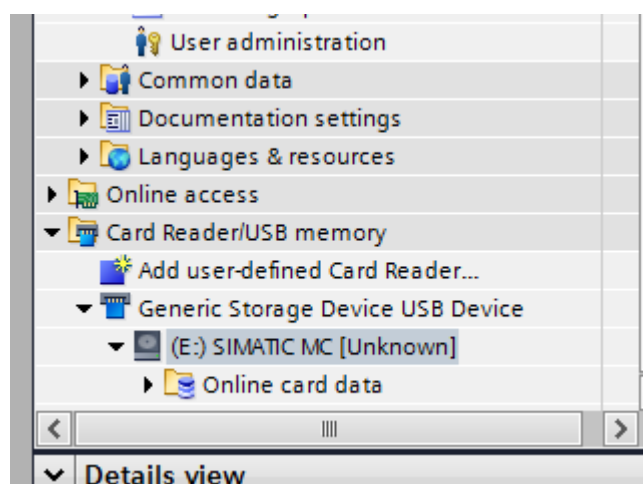
4.4.2 Muistikortin alustus

Excel-tiedoston tuomisen tekeminen alkoi muistikortin asennusten muuttamisella oikean tyyppiseksi. Muistikorttia voi käyttää monen tarkoitukseen, ja minulla sen pääkäyttö oli csv-tiedostojen tallennus DataLog-toiminnolla. Muistikorttia voi käyttää myös ohjelmien siirtämiseen transfer-toiminnolla sekä ohjelman tallennukseen. Tapauksessani ohjelma tallentui myös muistikortille.

Siemens S7-1200 -logiikat joissa on Micro-muistikorttipaikat, joihin kuitenkin sopivat ainoastaan Siemensin omat muistikortit. Siemens tarjoaa muistikortteja 4 megatavun muistikorteista 2 gigatavun muistikortteihin. Hintaluokaltaan muistikortit ovat satoja kertoja kalliimpia kuin perus Micro-kokoiset muistikortit. Koska muiden valmistajien

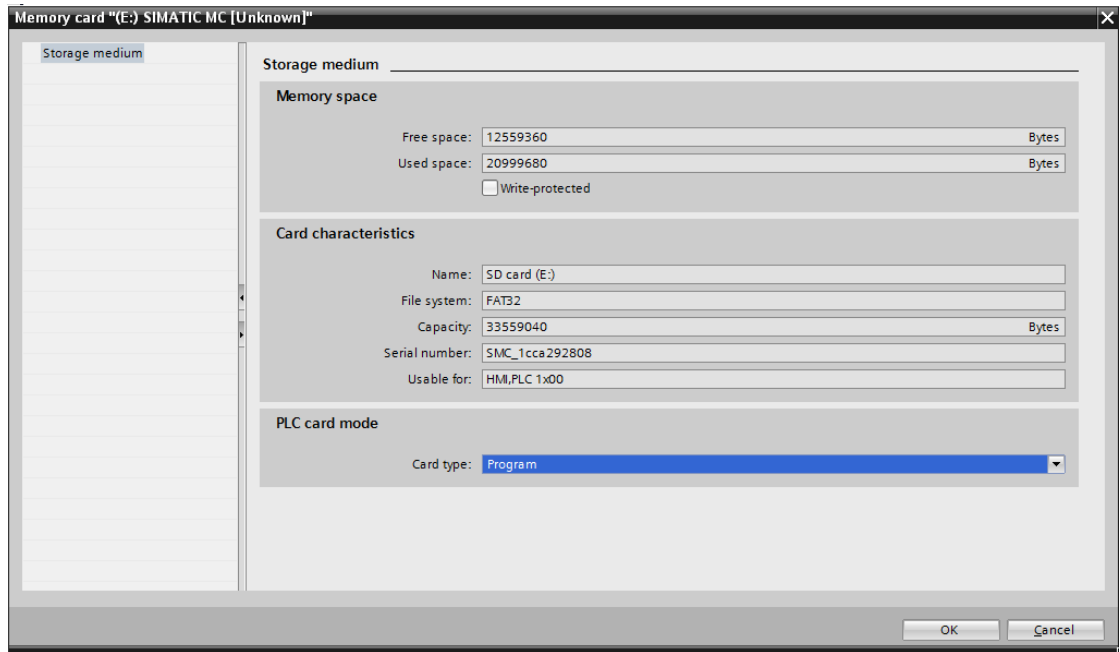
muistikortit ovat sopimattomia, antaa se mahdollisuuden hinnoitella muistikortit omaan luokkaansa. vaikutusta muistikorttien korkeaan hinnoitteluun on myös niiden tarve useissa lisäominaisuuksissa.

Muistikortin käyttöönotto tapahtuu myös Tia Portalilla, jossa täytyy ensin tehdä muistikortille muutokset käyttötarpeen mukaiseksi sekä ladata ohjelma muistikortille. Muistikortti kytketään ensin tietokoneen muistikorttipaikkaan tai erillisellä muistikortinlukijalla tietokoneeseen. Logiikan omaa muistikorttipaikkaa ei vielä tässä vaiheessa pysty hyödyntämään.



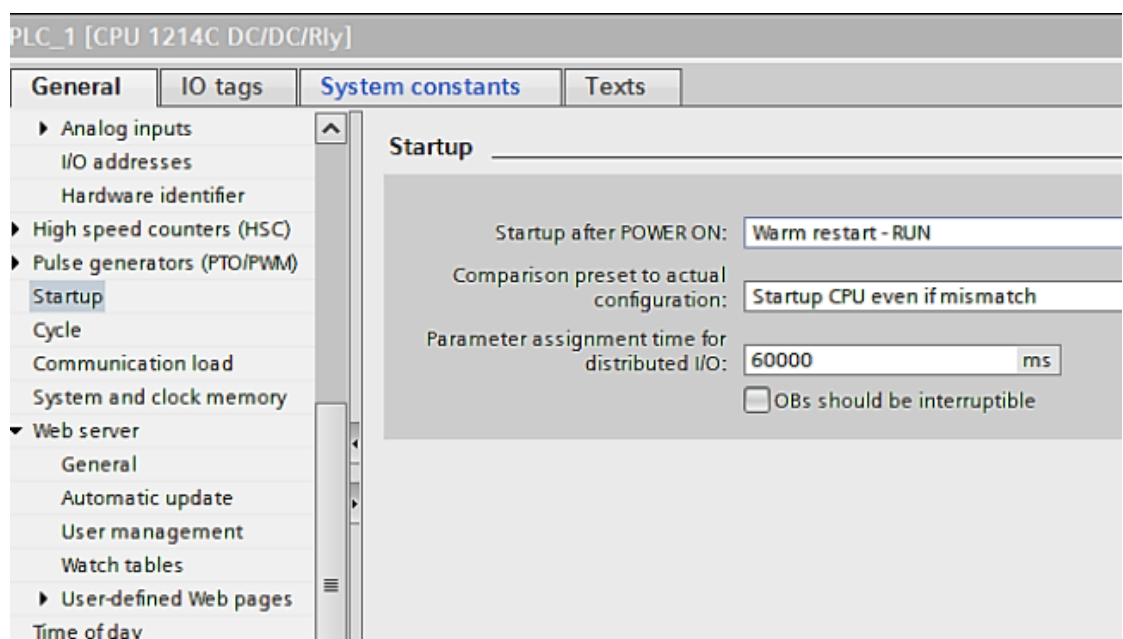
Kuvio 2. Muistikortin hakeminen

Kun muistikortti on liitetty tietokoneen muistikortinlukijaan, haetaan Tia Portalista muistikortti Card Reader -osiosta (ks. kuvio 2). Ohjelma tunnistaa automaattisesti Siemensin omat muistikortit ja näyttää muistikortin tiedot. Muistikortin asetuksista valitaan, onko muistikortti transfer- eli muistin siirtoon tarkoitettu vai program-käyttöön. Transfer on yleisesti käytetty, kun halutaan siirtää ohjelma muistikortilta logiikalle, tällöin ei tarvita ohjelman siirtämiseen tietokonetta paikanpäälle. Toisena vaihtoehtona on program-käyttö, eli ohjelma otetaan talteen niin sanotusti backup-tiedostoksi ja silloin, kun halutaan tallentaa logiikan hyödyntämiä tiedostoja tai tehdä logiikalla tiedostoja. Opinnäytetyössä piti valita kyseinen program-käyttö (ks. kuvio 3). Tämä muoto piti valita, jotta muistikortilta pääsee käsiksi DataLog-tiedostoihin.



Kuvio 3. Muistikortin asetukset

Siirsin muistikortille vielä logiikalle tehdyn ohjelman ennen muistikortin siirtämistä logiikan omaan muistikorttipaikkaan. Ennen logiikan käynnistämistä muistikortin kanssa täytyi logiikan Startup-asetuksista käydä muuttamassa Startup after POWER ON -asetus Warm restart -RUN -muotoon. Ilman tätä muutosta logiikka ei lähtenyt päälle, kun muistikorttipaikkaan oli laitettu muistikortti. Asetus nimensä mukaan sallii käynnistyksen jälkeen RUN-moodin (ks. kuvio 4).



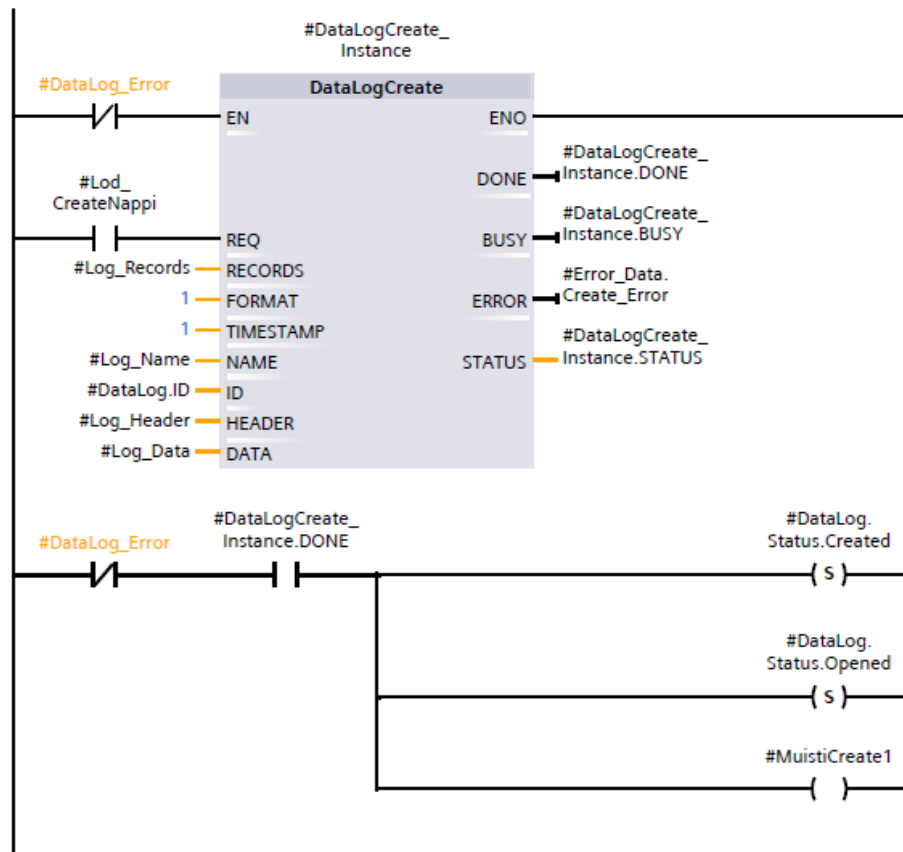
Kuvio 4. Logiikan startup- asetukset

4.4.3 Excel-tiedoston luominen

Työssä vaikein osio oli csv-tiedoston tekeminen Tia Portalilla. Useiden yritysten jälkeen päädyin aloittamaan työn Siemens Support -sivustolta saatavaan malliesimerkkiin, jolla sai tehtyä tyhjän Excel-taulukon. Malliesimerkki piti kuitenkin ensin kääntää käyttämälleni logiikalle sopivaksi. Kääntäminen on tehty Tia Portalilla helpoksi, logiikan konfigurointiasetuksista pystyy vaihtamaan logiikan suoraan ja ohjelma huomauttaa tarvittavista muutoksista. Malliohjelma oli tehty aikaisemmalle versiolle, mutta käytössäni ollut Tia Portal V13 suoritti itsenäisesti kääntämisen ohjelmistolle. Logiikan kääntö ei jostain syystä onnistunut suoraan käytössäni olleelle logiikan uusimmalle versiolle. Ensiksi minun piti valita logiikan vanhempi versio ja tämän jälkeen kääntäminen oli mahdollista myös uusimmalle versiolle.

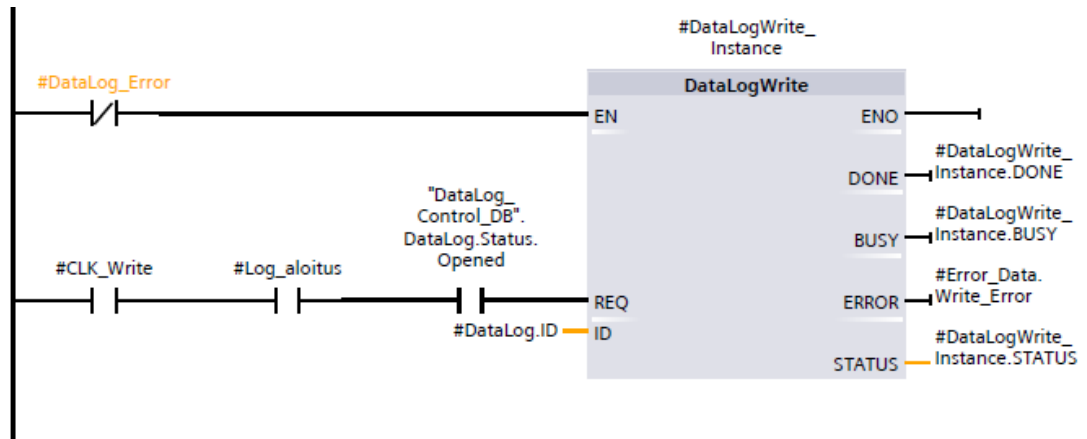
Itse ohjelman tekeminen alkoi DataLog-ohjelman muokkaamisesta toimivaksi. Kun olin saanut tehtyä tyhjän Excel-taulukon, aloin selvittelemään, mistä saan muutettua tiedoston nimen ja mihin tulee tallennettava tieto. Selvitettyäni oikeat kohdat, johon tiedot pitäisi laittaa sekä muutettuani muita asetuksia, ei tiedostossa kuitenkaan näkynyt minkäänlaista muutosta. Pitkään asiaa pohdittuani, tein kokeiluksi muistin tyhjennyksen, minkä jälkeen muutos tuli vasta näkyville.

DataLogin teko muodostui neljästä DataLog-moduulista: DataLog create, DataLog open, DataLog write ja DataLog close. Csv-tiedosto määritellään DataLog create (ks. kuvio 5) -moduulissa. Moduuliin määritellään luotavan csv-tiedoston nimi, siihen tulevat otsikot, kirjoitettavan datan lähde, se kuinka monta riviä taulukolle dataa kirjoitetaan maksimissaan, ja se halutaanko aikaleima aina kun dataa kirjoitetaan.



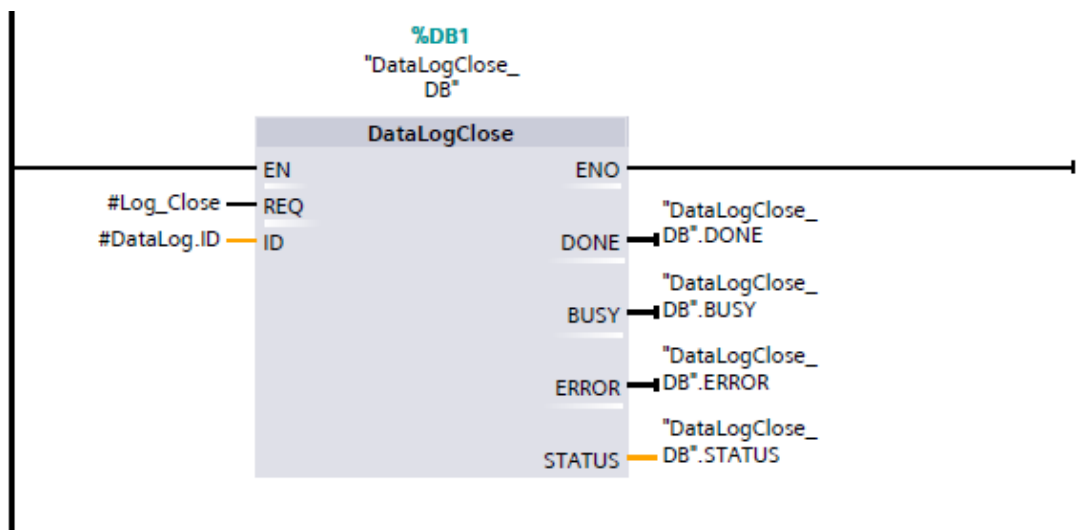
Kuvio 5. DataLogin määrittely

Kun DataLog oli luotu, avattiin se DataLog open -moduulilla. Moduulille täytyi vain kirjoittaa, mikä tiedosto avataan, eli tällä toiminnolla pystyy avaamaan minkä tahansa luodun DataLog-tiedoston. Ohjelmassani tarvitsi avata vain juuri luotu tiedosto, joten nimen määrittely oli sama kuin luotu tiedosto. Kun tiedosto avataan DataLog write -moduulilla, siihen kirjoitetaan ID-tuloon uusin lämpötilatieto (ks. kuvio 6). REQ-tuloon tuleva nouseva pulssi käskää kirjoittamaan kerran ID-tuloon tulevan tiedon. Ohjelmassani lämpötilan kirjoitus toimii automaattisesti kolmen minuutin välein pulssitettuna. Pulssituksen aikavälin tein muutettavaksi kosketusnäytöltä.



Kuvio 6. DataLog write -moduuli

Tiedoston luominen DataLog sovelluksella aloitin Siemens Support -sivustolta löytyneeseen mallipohjaan. Malli oli kuitenkin vajavainen ja tehtyäni useita tiedostoja, eteeni tuli DataLogin tuoma rajoite. Aukinaisia tiedostoja pystyi avaamaan ainoastaan kymmenen kerrallaan, ja koska ohjelmani loi aina uuden ja kirjoitti siihen, mutta ei koskaan sulkenut entistä tiedostoa, tuli kymmenennen luomiskerran jälkeen aina virhetieto ohjelmalta. Tämän ongelman korjaamiseksi minun tarvitsi lisätä ohjelmaan DataLog close -moduuli (ks. kuvio 7), joka sulkee ohjelman valmistuttua luomansa tiedoston.



Kuvio 7. DataLog close -moduuli.

4.5 Lämmitys- sekä jäähdytysvaiheen rajoitus

Uuniin tuli kaksi ohjelmaa, joihin tein rajoituksen lämmitysvaiheen nousuun sekä jäähdytysvaiheen laskuun. Aluksi tein ohjelman, jossa lämmitysvaiheen rajoitettuaika oli jaettu kymmeneen askeleeseen, jolloin myös pitolämpötila jaettiin kymmenellä. Näillä askelilla ohjelma lämmitti kappaleen haluttuun lämpötilaan. Samalla tavalla tein myös jäähdytysvaiheen. Ajatuksenani oli aluksi, että tällä tavalla olisi ollut helppo tehdä sopiva hystereesi laitteistolle. Tällä menetelmällä yritin säästää laitteistoa, jotta kontaktorihjaus ei menisi niin usein päälle ja pois päältä. Ongelmaksi tuli kuitenkin ajan venyminen. Pykälän lämpötilaväli normaalissa käytössä oli 58 astetta, milloin askeleesta seuraavaan siirtyminen vei aikaa. Etenkin jäähdytysvaiheessa se tuotti huomattavaa lisäviivettä. Tällä menetelmällä kontaktori katkeili useammin, koska uuni on hidas nostamaan lämpöä sekä jäähdyttämään.

Nykyinen lämmönrajoituksen menetelmä on lineaarisesti nouseva sekä laskeva, myöstölämpötilalla ja ajalla huomioivalla kaavalla (ks. Kaava 1). Nousuaika ja jäähdytysaika ovat sopivampia uudella kaavalla, koska uuni on melkein yhtä hidas nostamaan lämpöä kuin mikä on vaatimus. Tasainen muutos vähensi turhia pois ja päälle kytkentöjä.

$$\text{Lämpötila} = \frac{\text{Haluttu myöstölämpötila}}{\text{Nousuajan kokonaisaika}} * \text{Kulunut aika}$$

Kaava 1. Lämmitysvaiheen lineaarisen nousun kaava

Jäähdytysajan kaavassa käytetään jäljellä olevaa aikaa hyödyksi, toisin kuin nousuajan kaavassa käytetään kulunutta aikaa. Tällä keinolla saadaan lämpötila laskemaan jäähdytysvaiheessa (ks. Kaava 2).

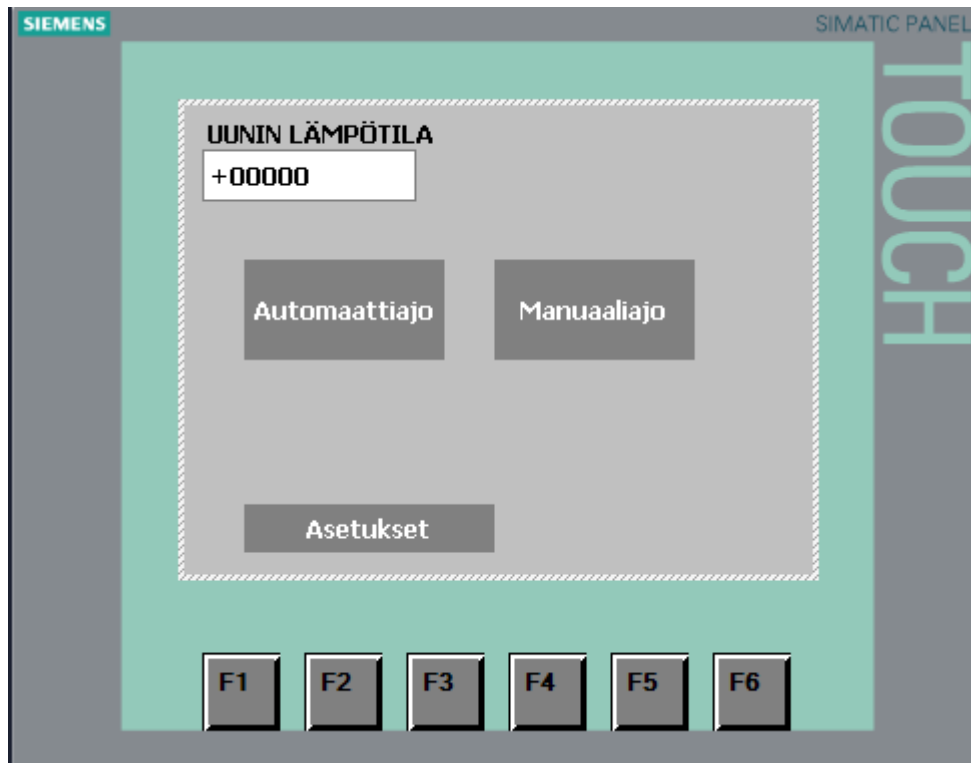
$$\text{Lämpötila} = \frac{\text{Haluttu myöstölämpötila}}{\text{Nousuajan kokonaisaika}} * \text{Jäljellä oleva aika}$$

Kaava 2. Jäähdytysvaiheen lineaarisen laskun kaava

4.6 Kosketusnäytön tekeminen

4.6.1 Ohjelman valinta

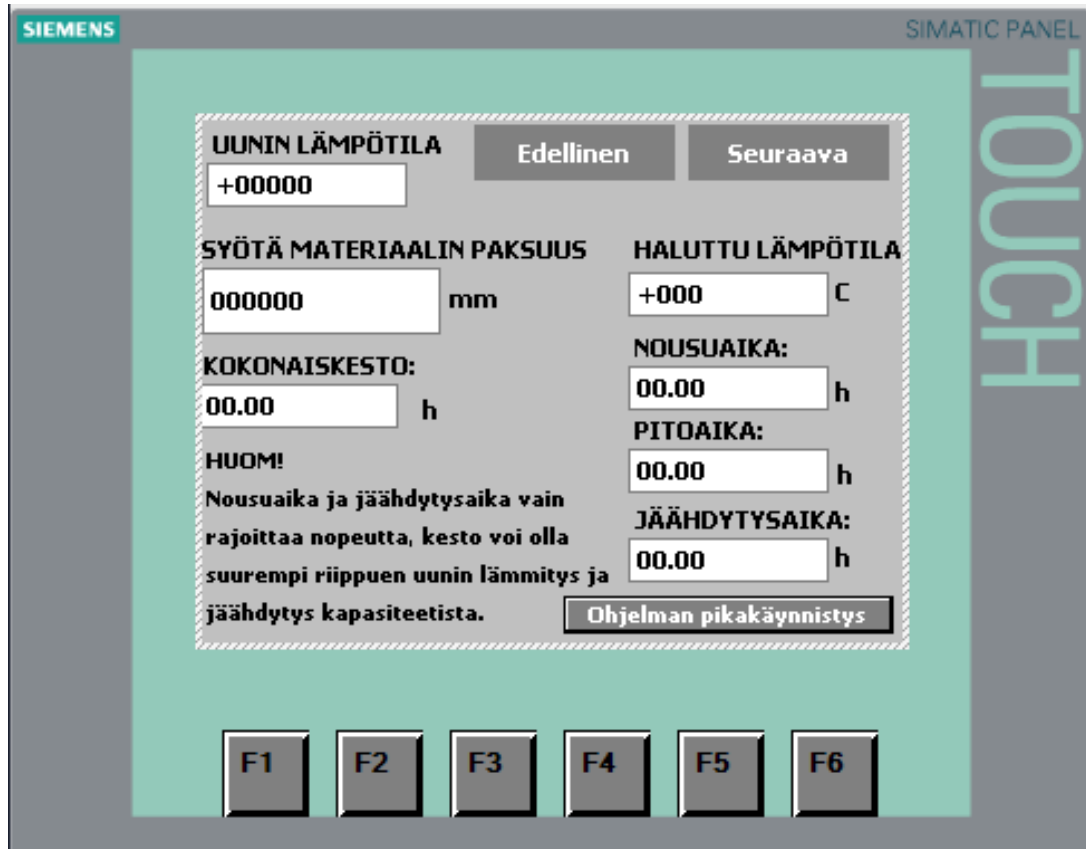
Päätavoite oli tehdä mahdollisimman yksinkertainen ja monipuolinen ohjelma, jota jokainen käyttäjä osaa käyttää. Itse aloitusnäytössä (ks. kuvio 8) on valittavissa kaksi eri ohjelmaa: Manuaali- sekä automaattiohjelma. Manuaaliohjelma on tehty uunin yleiskäyttöön. Ohjelmassa voidaan säätää aikaa halutulla tavalla, eikä sitä ole mitenkään rajoitettu (ks. 4.6.3). Toinen vaihtoehto on automaattiohjelma, joka on luotu tilaajan käyttötarkoituksen ja toiveiden mukaan. Automaattiohjelmassa syötetään lämmitettävän materiaalin paksuus, josta ohjelma itse laskee ajat ja huomioi lämpökäsittelyn minimiajat ohuilla materiaaleilla. Automaattiohjelmassa lämpötila on oletusarvoisesti laitettu 580 celsiusasteeseen, mutta sitä on mahdollista myös säätää. Aloitusnäytöstä on myös mahdollista mennä asetuksiin sekä näytössä näkyy uunin todellinen lämpötila. (ks. kuvio 8)



Kuvio 8. Ohjelman valinta

4.6.2 Automaattiohjelma

Automaattiohjelma on tehty metallin myöstöön, missä lämpökäsiteltävän metallin paksuun kohta syötetään millimetreinä ohjelmalle. Paksuudesta ja pitolämpötilasta ohjelma laskee Komax Oy:n toimintatavan mukaiset lämpötila-ajat.



Kuvio 9. Automaattiohjelman parametointi

Lämmitysaika eli nousuaika tarkoittaa lämpötilan nostonopeutta tietyssä ajassa. Tällä rajoitetaan liian nopea lämmön nousu materiaalille, mikä voisi heikentää myöstösuo-
 ritusta. Nousujan kaava (ks. Kaava 3) pätee uunissa 25–100 millimetriä paksuille
 materiaaleille. Mittojen ulkopuolelle meneviä kappaleita koskee minimi- ja maksimi-
 nousurajoitukset.

$$\text{Nousuaika} = \frac{200}{\text{aineenpaksuus mm}/25} \text{ } ^\circ\text{C}/\text{h}$$

Kaava 3. Nousujan kaava automaattiohjelmalle

Lämmön nousulle on nousunopeus rajoitettu 200 celsiusta tunnissa, sekä minimiaika-
 rajoituksena ohuille kappaleille on 30 minuuttia. Myös miniminousuaika on rajoitettu
 50 asteeseen tunnissa, eli paksummat kuin 100 millimetriä olevat kohteet nousevat
 50 astetta tunnissa haluttuun pitolämpötilaan.

Nousuajan seuraava vaihe on pitoaika. Pitoajalla tarkoitetaan lämpötilaa, missä uuni on saavuttanut halutun maksimilämpötilan. Tässä lämpötila pidetään määritelty aika, jolloin jännitys poistetaan materiaalista. Pitoaika määräytyy pitkään käytössä olevan toimintamallin mukaisesti, missä yksi tuuma vastaa yhtä tuntia (ks. Kaava 4).

$$\text{Pitoaika} = \frac{\text{aineenpaksuus mm}}{25} h$$

Kaava 4. Pitoajan kaava automaattiohjelmalle

Minimiaiکارajoituksena on 30 minuuttia ohuilla materiaaleilla. Tällä varmistetaan ohuiden metallien tarpeeksi pitkä lämmitys.

Viimeinen vaihe on jäähdytysaika, jossa uuni jäähdytetään huoneenlämpöiseksi. Jäähdytysvaihe ei saa olla liian nopea, jotta käsiteltävä materiaali ei saisi uutta jännitettä. Tämän takia myös jäähdytysvaihe on määritelty. Jäähdytystä rajoitetaan ohjaamalla uunin päällä olevalla ilmaluukulla, jota ohjaa peltimoottori. Jäähdytyksen nopeus määräytyy samalla tapaa kuin lämmitys, mutta on hieman nopeampi (ks. Kaava 5).

$$\text{Jäähdytysaika} = \frac{275}{\text{aineenpaksuus mm}/25} ^\circ\text{C}/h$$

Kaava 5. Jäähdytysajan kaava automaattiohjelmalle

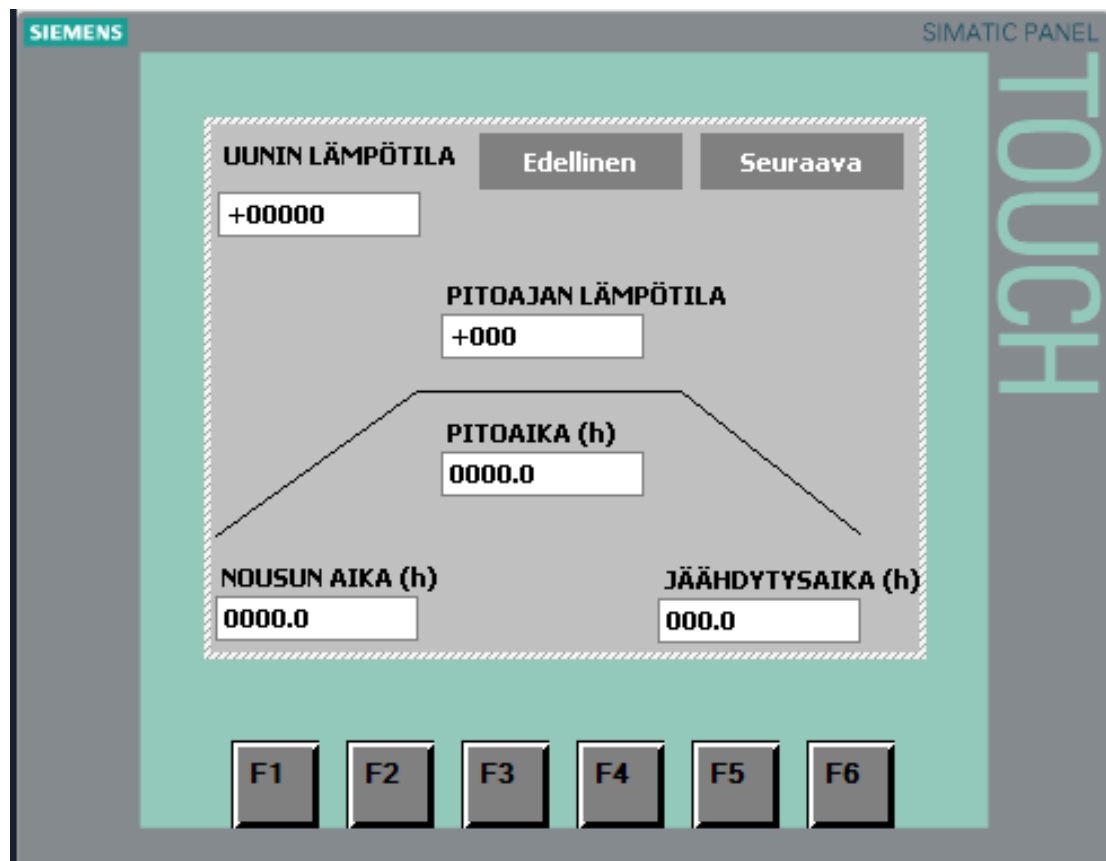
Jäähdytyksen laskuvauhtia on rajoitettu 275 celsiusta tunnissa. Jäähdytysaika on vain rajoitin, joka estää liian nopean jäähdytysnopeuden. Todellinen jäähdytysaika voi olla paljon suurempi riippuen uunin jäähdytyskapasiteetista, eli kuinka nopeasti uuni pysyy jäähtymään käsiteltävän materiaalin kanssa.

Testivaiheessa uunin tuli ongelmia logiikan ja tietokoneiden yhteydelle, eikä tällöin päässyt Web-serveriltä tiedostoja tyhjentämään, niin tein ohjelmallisäyksen. Nyt ohjelman voi aloittaa pikakäynnistyksellä ilman csv-tiedoston luomista. Tämän avulla uunia pystyy käyttämään vaikka muistikortti olisi täynnä.

4.6.3 Manuaaliohjelma

Manuaaliohjelma on välttämätön vaihtoehto, koska uunia pitää pystyä poikkeustapauksissa käyttämään tilaajan lämpökäsittely toiveiden mukaisesti. Myös ohjelma mahdollistaa muiden materiaalien vaatimien myöstökäsittelyn. Nämä ovat kuitenkin Komasa Oy:n pajassa niin harvinaisia tapauksia, joten yhteisellä päätöksellä tein yksinkertaisen muokattavan ohjelman. Kyseisellä ohjelmalla pystyy erikseen määrittelemään ajat sen sijaan, että olisin tehnyt vaihtoehtoisia ohjelmia eri materiaaleille.

Manuaaliohjelmassa (ks. kuvio 10) pystyy vaikuttamaan nousujan rajoitukseen, pitoaikaan, jäähdytysajan rajoitukseen sekä lämpötilaan. Itse ohjelma ei rajoita uunin käyttöä, vaan uunin oma kapasiteetti rajoittaa lämmitys- ja jäähdytysnopeutta. Itse ohjelma itsessään rajoittaa uunin maksimilämpötilaa sekä uunin erillinen rajoitin estää liian suuren lämpötilan. Uunia rajoitetaan 600 celsiusasteen käyttömahdollisuuteen, mikä on valmistajan tekemä maksilämpötila uunille.



Kuvio 10. Manuaaliohjelman parametointi

4.6.4 Päivämäärän valinta

Päivämäärän valinta on tehty erilliselle sivulle, millä varmistetaan tiedostolle nimi sekä vähennetään tiedostonnimeämisen väärinkäyttöä. Erikseen valittavien painikkeiden avulla sain tiedostonimeen päivämäärän (ks. kuvio 11). Ohjelma salli vain string-muodon tiedostonnimelle ja tälle oli erityisen vaikeaa keksiä yksinkertaista päivämäärän syöttöä, koska muissa tapauksissa numeroiden väliin tuli erikoismerkki tai välilyönti, joita ohjelma ei salli tiedostonimessä.



Kuvio 11. Päivämäärän lisäys tiedostonimeen

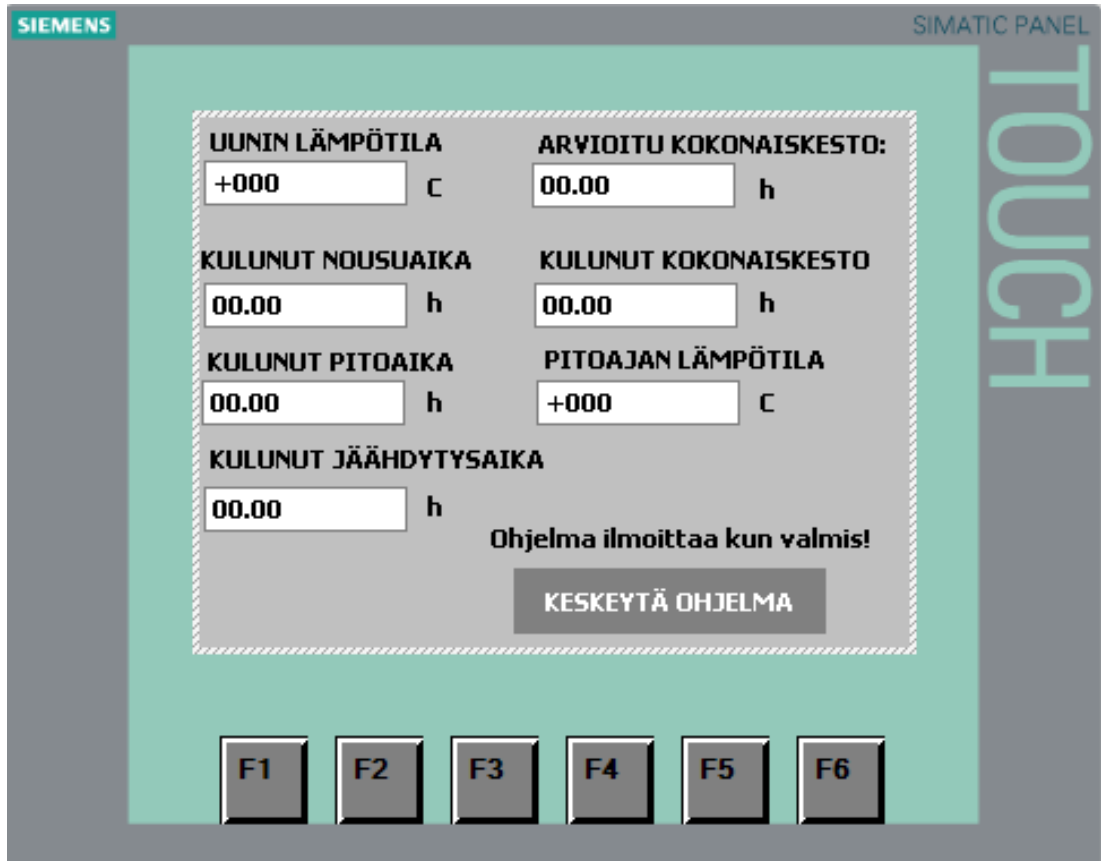
Ohjelmassa päivämäärät yhdistetään ensin, minkä jälkeen se vasta syötetään Data-Login -tiedostonimen kohtaan. Myös mahdollisen lisänimen lisäys tapahtuu ennen, kuin nimi syötetään.

Kun olin luonut kymmenen kappaletta taulukoita, en pystynyt luomaan enempää. Hieman luettuani Tia Portalin help -sivustosta DataLogin käyttöä, löytyi kohta missä mainittiin ohjelman pystyvän avaamaan kymmenen DataLogia samanaikaisesti.

Yritin myös saada tiedostonimeen lisättyä jokin välimerkki, mutta tässä Siemens on pahasti jäljessä. Myös nimen pituus on vielä liian rajallinen. Toiveena Komassa olisi ollut kuuden tilausnumeron lisääminen, mutta toiminto antoi mahdolliseksi 80 bittiä. Suurin osa numeroista tarvitsee 2 bittiä ja kirjaimet ottaa vähintään 3 bittiä käyttöön (Simatic S7-1200 Programmable controller 2012). Tästä syystä varmaksi pystyin jättämään kolmen tilausnumeron verran kirjoitusoikeutta, kun yksi tilausnumero koostuu kahdesta kirjaimesta ja viidestä numerosta.

4.6.6 Ohjelmaa suoritetaan

Tärkeä tieto uunin käyttäjälle on ohjelman vaiheiden eteneminen ja uunin sen hetkinen lämpötila. Uunille tein OhjelmaaSuoritetaan-nimisen näyttökuvan (ks. kuvio 13), missä kerrotaan uunin lämpötila, vaiheiden ajat, arvioitu kokonaiskesto sekä pitoajanlämpötila. Vaiheiden aikalaskurit tein automaatti- sekä manuaaliohjelmalle omansa, jotta laskurit olisi helposti nollattavissa. Kokonaiskesto taas on vain automaattiohjelmalle, koska siinä ohjelma itsessään laskee ajan paksuuden mukaisesti, toisin kuin manuaaliohjelmassa missä käyttäjä itse syöttää ajan.



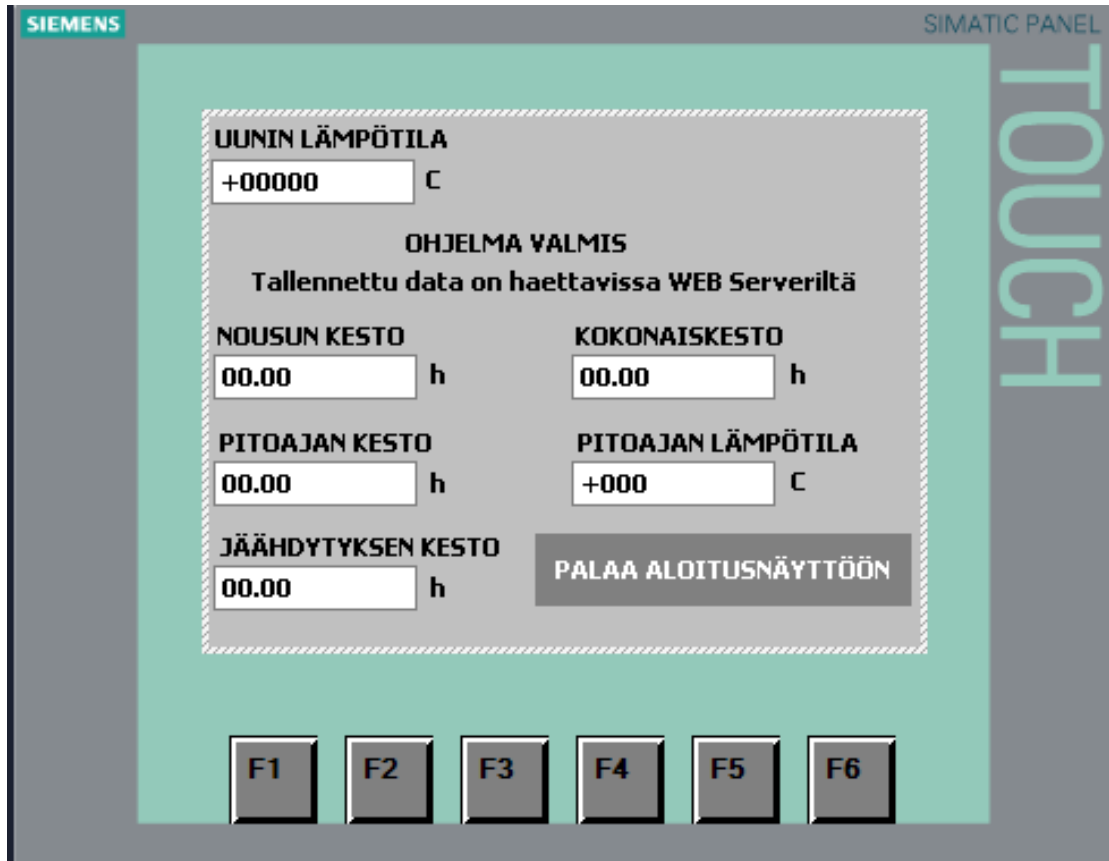
Kuvio 13. Näkymä uunin ohjelman ollessa käynnissä

Näytössä on alareunassa ohjelman keskeytyspainike. Painikkeella oli tarkoitus pysäyttää ohjelma välittömästi ja tämän tekeminen tuotti monia testauskertoja. Testailtaessa keskeytystä ohjelmaan piti tätä varten lisätä useita osia, jotta keskeyttäminen lopettaisi ohjelman hallitusti sekä nollassi tämän jälkeen ohjelman täysin. Tässä vaiheessa ohjelmani oli sen verran pitkä, minkä takia en pystynyt tarkastamaan tarvittavia lisäyksiä, kuin simuloimalla.

4.6.7 Ohjelma valmis

Varmistaakseni että ohjelman valmistuminen tulisi huomioitua, oli siihen yksinkertaisin ratkaisu tehdä myös oma näyttö. Näyttö kertoo ohjelman oikeat kestot eri vaiheilta sekä kokonaiskeston. Myös näytöltä näkee mikä oli ohjelmalle aseteltu pito- lämpötila. Perusasetuksena ohjelma on valmis, kun uuni on jäähtynyt 200 asteeseen ja tällöin lopettaa lämpötilatietojen tallentamisen. Uunin puhallin kuitenkin jää puhaltamaan, kunnes lämpötila on saavuttanut 100 asteen lämpötilan, ellei Palaa aloi-

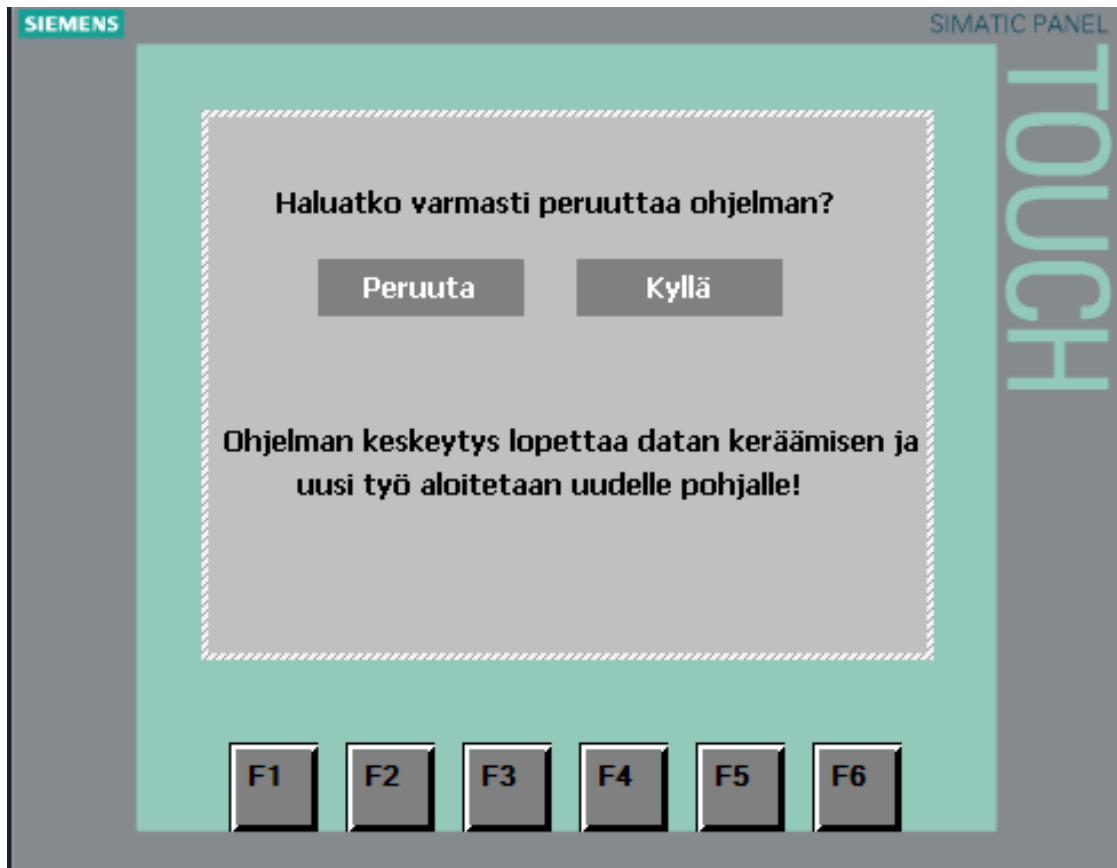
tusnäyttöön -painiketta paineta ennen tätä. Myös ohjelman valmistuttua peltimootori pitää jäähdytysluukku auki niin pitkään, että painiketta on painettu. Painike myös nolaa kaikki tarvittava ohjelmakoodissa, jotta uusi ohjelma voidaan aloittaa alusta (ks. kuvio 14).



Kuvio 14. Näkymä näyttöpaneelissa ohjelman valmistuttua

4.6.8 Ohjelman peruutus

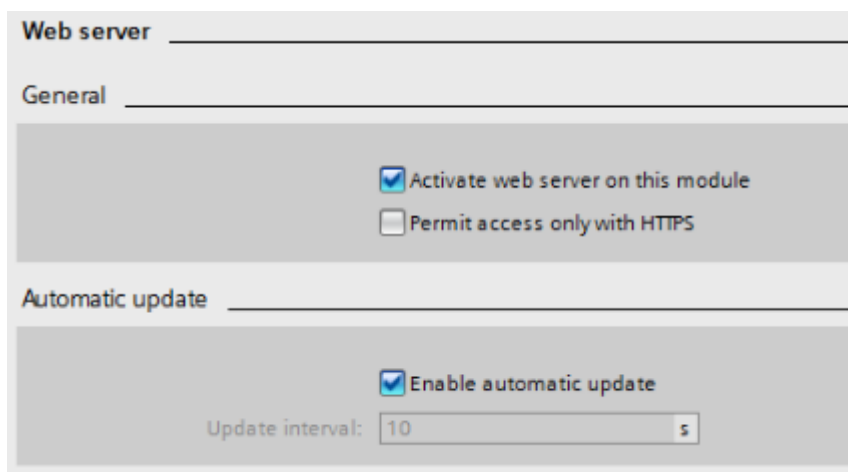
Ohjelman peruuttamiselle täytyi tehdä mahdollisuus kesken ohjelman, millä saataisiin hallitusti keskeytettyä ohjelma ilman laitteiden sammuttamista. Ohjelman keskeytys on viivytetty aikaviiveellä, jotta ohjelma kerkeää sulkemaan DataLog-tiedoston ja kaikki ohjaukset hallitusti. Ohjelman keskeytyksen jälkeen ei pysty jatkamaan vanhaan tiedostoon lämpötilatallennusta. Kuitenkin ohjelman peruuntuessa siihen asti kerätyt lämpötilatallennukset pysyvät tallessa (ks. kuvio 15).



Kuvio 15. Ohjelman peruuttaminen

4.7 Lämpötilataulukon hakeminen

Siemens on tehnyt S7-1200-sarjan logiikoille valmiin Web-serveri sivuston, mihin pääsee käsiksi syöttämällä logiikan IP-osoitteen selaimelle. Haettavan logiikan pitää olla samassa verkossa tietokoneen kanssa. Selaimen käyttöä pystyy ohjelmointivaiheessa rajoittamaan. Rajoituksilla pystytään tekemään eri ryhmiä, jotka ovat eri salasanojen takana, millä voidaan peruskäyttäjille esimerkiksi tarjota vain lukuoikeudet kansioihin ja osalle salasanalla suojatuille käyttäjille myös muokkaus oikeudet.



Kuvio 16. Web-serverin asetukset

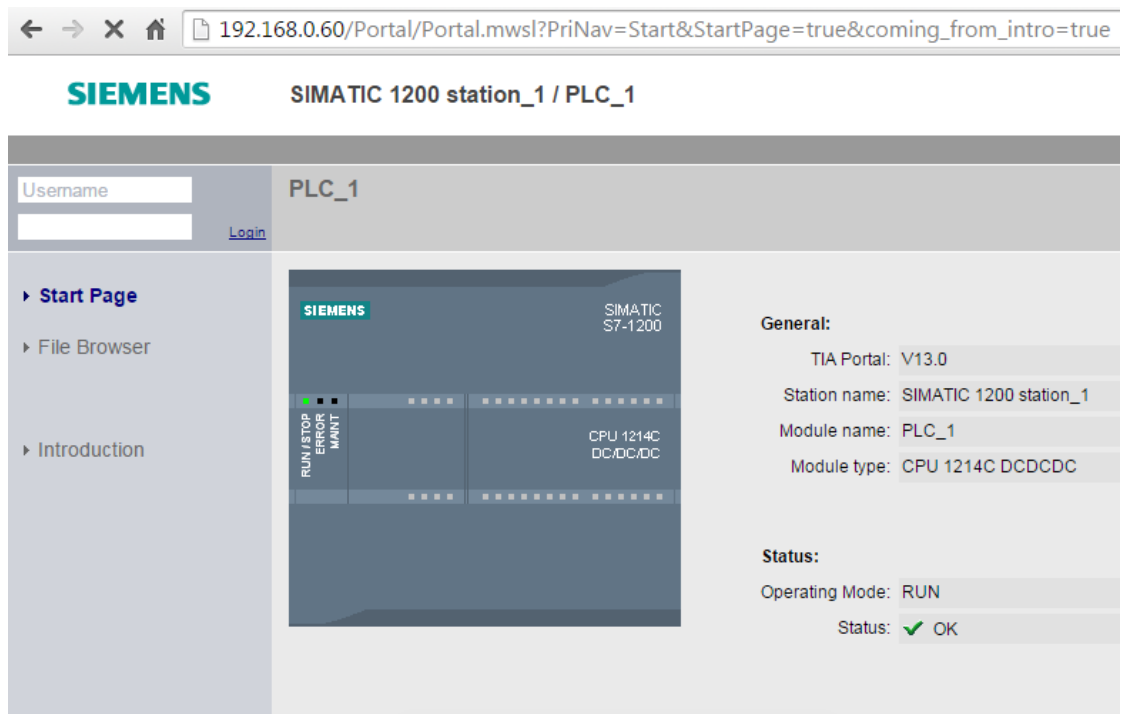
Ennen logiikkaohjelman lataamista täytyy logiikan asetuksista käydä asettamassa Web-serveri aktiiviseksi. Työssäni jätin oletusasetuksen automaattiselle päivitykselle, jossa päivitys tapahtuu kymmenen sekunnin välein. Jotta logiikan hakeminen Internet selaimelta olisi helpompaa niin otin ruksin pois Permit access only with HTTPS -kohdasta, milloin selaimelle riittää että kirjoittaa vain logiikan IP-osoitteen yksinkertaisimmassa muodossa (ks. kuvio 16). Tämä tekee Web-serverille menon enemmän käyttäjäystävällisemmäksi.

Web-serveri aukeaa melkein millä selaimella vain, mutta selaimet tekivät jostain syystä eroavaisuuden Web-sivuston kielen asetuksissa. Internetselaimet Google Chrome ja Mozilla Firefox näytti Web serverin sivuston englanniksi, kun taas Internet Explorer näytti sivuston ranskan kielellä. Kieliasetukseen pikaisella katselemisella ei löytynyt ratkaisua, mutta koska vain valintanäppäinten kieli muuttui, ei mielestäni tälle yksinkertaiselle käytölle kieliasetuksia tarvinnut lähteä selvittämään (ks. kuvio 17).



Kuvio 17. Web-serverin aloitussivusto

Eri toimintoja Web-selaimella Siemens tarjoaa paljon. Työssäni tarkoituksena on vain hakea selaimelta DataLog-tiedostot tietokoneelle ja pystyä poistamaan vanhat tiedostot. Työssä Web-selaimella on vain näkymät DataLogiin, ei selaimella näy kuin aloitussivu, kansiodien selaus linkki ja logiikan tiedot (ks. kuvio 18). Start Page -sivu antaa logiikan mallitiedot sekä WEB selaimelta pitäisi nähdä logiikan status, mutta sivustolle en onnistunut pääsemään, ellei logiikka ollut normaalissa tilassa.



Kuvio 18. Web-selaimen valikko

Käynti csv-tiedostoihin tapahtuu File Browser -painiketta painamalla (ks. kuvio 19), milloin päästään kansioden selailuun. Kansiossa on mahdollista nähdä muistikortille tallennetut tiedostot sekä muistikortin tiedot.

SIEMENS SIMATIC 1200 station_1 / PLC_1

File Browser

Username
Login

Start Page
File Browser
Introduction

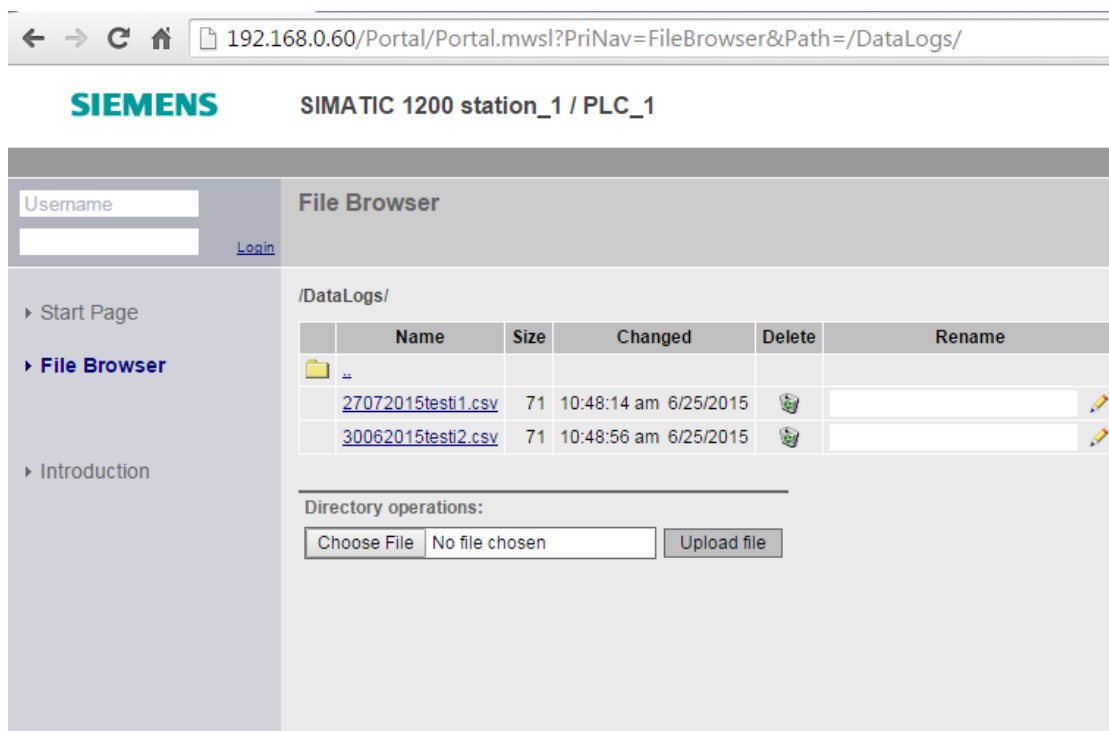
	Name	Size	Changed	Delete	Rename
	DataLogs	0	03:54:22 am 1/1/2012		
	Recipes	0	03:54:22 am 1/1/2012		
	LOG	32768	07:42:06 pm 5/6/2014		
	crdinfo.bin	512	07:42:06 pm 5/6/2014		
	S7_JOB.S7S	7	01:58:36 pm 5/12/2015		

Directory operations:

Choose File No file chosen Upload file

Kuvio 19. Web File Browser -kansio

Csv-tiedostot näkyvät rivissä (ks. kuvio 20), mistä ne voi ladata tietokoneelle sekä poistamaan logiikan muistista. Ladattuaan tiedoston koneelle, saa csv-tiedoston auki Microsoft Officen -pakettiin kuuluvalla Excel-työkalulla.



Kuvio 20. Csv-tiedostot Web-selaimella

Tallentaessa lämpötilatietoa Excel-taulukkoon pakollisena tietoina tulee vain tallennuksen numerojärjestys. Aikaleiman sai valinnaisena mukaan taulukkoon, mutta leima tulee vain logiikkaan asetetun UTC-ajan mukaan. Alla oleva kuva (ks. kuvio 21) on otettu simuloinnista, joten lämpötilan heittely on suuri, sekä aika oli logiikan oletusajassa. Otsikointi oli myös valittavissa, sekä useiden tietojen tallentaminen samaan aikaan on myös mahdollista.

Ongelmana Siemensin DataLogin kanssa ja Excel-taulukolla tuli suomalaisen numerointijärjestelmässä käytetyn pilkun takia. Koska Siemens käyttää ohjelmoinnissa rivien erottajana pilkku merkkiä, niin suomalaisin asetuksin varustetut koneet puolestaan käyttävät erottimena puolipistettä, kun pilkkua käytetään numeroiden desimaalin erottajana. Tällöin suomenkielen perusasetuksilla varustetussa tietokoneessa Excel-taulukko avautuu yhtenä rivinä vain pilkku eri tietojen välissä. Tämä asetus on muunneltavissa Windows-koneilta kielen asetuksista, jossa erottaja merkki vaihdetaan puolipisteestä pilkkuksi. Muunnoksen jälkeen tekstit jakautuvat erillisiin lokeroihin.

Liitteessä 3 on Excel-taulukolle tehty lämpötilatodistusohja. Pohjaan liitettäessä lämpötilataulukko, piirtää se automaattisesti trendikäyrän lämpötilasta. Tässä loppu-tulos ei ollut ihan toivottu, mutta tässä rajoitteita tuli niin ikään Siemensin ominai-suuksista sekä muiden valmistajien ohjelmointityökalujen rajoitetusta määrästä, mitä minulla oli mahdollisuus käyttää. Siemens tarjoaa myös mahdollisuutta joiltain kosketusnäyttö paneeleilta ottaa suoraan piirretyn trendikäyrän Web-selaimelta, mutta näiden paneelien hintataso on kymmenkertainen verrattuna yksinkertaiseen kosketusnäyttöön. Eniten olisin kaivannut valmiille Excel-pohjalle tallennus ominaisuu-tta. Kuitenkin Siemens on vasta alkutekijöissä logiikoiden ja tietokoneiden yhteistyös-tä, kuten myös DataLogin tekemisen vaikeudessa huomasin. Uskon että tietotekniikan ottavan entistä enemmän valtaa sekä erinäköisten tulosten kirjanpidon kasvaes-sa, nämä ominaisuudet tulevat helpommiksi sekä monipuolisemmiksi.

	A	B	C	D	E
1	Record	Date	UTC Time	Lampotila	
2	1	1/02/2012	5:32:14	311	
3	2	1/02/2012	5:32:24	311	
4	3	1/02/2012	5:32:34	419	
5	4	1/02/2012	5:32:44	573	
6	5	1/02/2012	5:32:54	233	
7	//END				
8					
9					
10					
11					

Kuvio 21. Csv-tiedosto avattuna Excel-työkalulla

5 Asennus ja käyttöönotto

5.1 Sähköistys

Sähköjen muutostyö oli helppo suunnitella vanhojen sähkökuvien perusteella. Sähkökuvista kävi hyvin ilmi mitä kytkentöjä täytyi ottaa pois ja mitä piti jättää. Piirustuksen teko ennen sähköjen asennustyötä, nopeutti se muutostyötä suuresti. Hidas-teita tuli kaapeleiden ja johtojen merkaamattomuudessa. Sähköpiirustuksesta selvisi kytkennät, mutta fyysisesti johdot saattoviat olla yhdessä epäloogisessakin järjestyksessä. Työssä jouduin seuraamaan kaapeleita, jotta sain selville rinnankytkentöjen yhdistämiset. Asennustyö oli itselle työn helpoin vaihe, jota alusti työkokemus sähköasentajana. Asennustyö vei yhden työpäivän verran, jonka jälkeen siirryin käyttöönoton testailuvaiheeseen. Liitteessä 1 on uudistetut sähkökuvat.

5.2 Käyttöönotto

Asennustyön valmistuttua siirryin yhteen työni tärkeimmistä vaiheista, eli testaukseen oikeassa ympäristössä. Asennuksen testaamiseen ei paljoa aikaa vaadittu, kun minun piti vain varmistua, että ohjaukset toimivat. Koska olin aikaisemmin testannut ohjelmani simuloimalla, täytyi minun testata ohjelmaa myös oikeassa ympäristössä.

Uunin tuoma lämmönvaraus oli ensimmäinen korjausta kaipaava, koska uuni jatkoi muutamia asteita nousua, kun lämpö oli katkennut. Ohjelmassani oli kymmenen asteen hystereesi lämpövastuksille ja lämpö saattoi nousta yli viisi astetta lämmön katkettua, tällöin hystereesi oli yli 15 astetta. Korjauksena tein hystereesin pienennyksen kolmeen asteeseen.

Suuria ongelmia itselleni toi logiikan yhteys tietokoneisiin. Koska Komasin sisäisen verkon asetukset eivät olleet samat kuin koulussa käyttämässäni logiikassa, täytyi minun muuttaa IP ja Mask -osoitteet sopiviksi. Tuotvani logiikka koululle vaihtaakseni IP-osoitetta huomasin Tia Portaalissa olevan vaatimuksena koneelle samat netti asetukset, kuin ohjelmoitavalle logiikalle. Ainoana vaihtoehtona minulla oli siis tuoda tietokone koulusta pajalle. Saatvani tietokone samaan verkkoon kuin logiikka, sain

ladattua uudet osoitteet logiikalle ja kosketusnäytölle. Tässä vaiheessa olin etsinyt sattumanvaraisesti kaksi vapaata IP-osoitetta, mitkä asetin kosketusnäytölle ja logiikalle. Ohjelma pysyi päällä muutaman päivän kunnes logiikkaan syttyi vika ledi. Et-siessäni ratkaisua ongelmaan selvisi, että logiikalla on sama IP-osoite kuin jollain toisella laitteella verkossa. Ongelmaan sain ratkaisun Komasin IT-tukihenkilöltä, joka pystyi antamaan kiinteät IP-osoitteet laitteilleni. Tällä pystyin varmistamaan, että mikään muu laite ei käytä samaa osoitetta. Myös ongelma hävisi tällä ratkaisulla.

Vasta käyttöönottovaiheessa tajusin virheen nousun ja laskun vaiheissa. Kaavani kertovat ajan, kun lämpötila nousee nollasta asteesta haluttuun lämpötilaan ja taas takaisin. Uuni sijaitsee lämpimässä tilassa, joten tein ohjelmaani muutoksen. Lisäsin kaavan lähtöarvoksi 30 astetta, jolloin ei tarvitse odottaa turhaan lämpötilan nousuvaihetta nollasta 30 asteeseen. Jäähdytysvaiheessa ohjelma lopetti jo 200 asteessa, mutta jäähdytysaika oli näytössä laskettu nolnaan asteeseen, tällöin jäähdytys aika oli teoriassa huomattavasti pienempi mitä ohjelma kertoi. Ohjelmaan tein lisäyksen, missä kaava laskee astelukuun, joka päättää ohjelman. Todellisuudessa uunin jäähdytyskapasiteetti oli paljon hitaampi mitä ohjelmani laskee. Jäähdytyskapasiteettia Komasin on tarkoitus lisätä jäähdytysluukkuu suurentamalla, mutta tämä jäi heille myöhemmäksi projektiksi. Luukun suurenituksen vaikutusta en päässyt näkemään. Luukun suurenus on minusta järkevää, koska tämä mahdollistaisi jopa kaksi lämmitystä saman vuorokauden aikana. Tällä hetkellä jäähdytys on niin hidas, että uunia pystyy hyödyntämään kerran vuorokaudessa.

Muutoksena jälkikäteen tein lämpötilan nousun minimirajoitukselle. Tämä muutos tuli jälkikäteen, koska mahdollinen minimirajoituksen salliminen tuli myös Komasille uutena. Lämmitysvaiheeseen lisäsin miniminousuksi 50 astetta tunnissa. Kun käsiteltävän kohteen läpimitta ylittää 100 millimetriä, sen nousuvauhti on 50 astetta tunnissa. Tällä nopeutetaan paksujen lämpökäsittelykohteiden nousuaikaa huomattavasti.

6 Pohdinta

Tavoitteina oli tehdä lämpökäsittelyuunista täysin automaattisesti toimiva laitteisto. Lämpötilan muutokset piti saada rajoitettua myöstökäsittelyn mukaisiksi, jolloin oikeaoppinen jännitteenpoisto saataisiin aikaiseksi. Tärkeä ominaisuus oli myös lämpötilatietojen keruu. Lämpötilatiedot haluttiin jotenkin tallennettua, että tulokset jäisivät Komasilta talteen, sekä voitaisiin antaa asiakkaalle eteenpäin.

Lopputuloksena on nyt toimiva uuni uusilla ominaisuuksilla. Uunia voidaan käyttää kahdella eri ohjelmalla, joista toinen on räätälöity Komasin toiveiden mukaisesti. Räätälöity ohjelma helpottaa käsiteltävän kappaleen oikeaoppisen lämmittämisen. Ohjelma laskee itse paksuimman halkaisijan mukaan oikean lämmitysmenetelmän ja suorittaa sen. Lämpötilatieto kerätään csv-tiedostoon, jonka saa auki Excel-työkalulla. Sähköinen tallennus helpottaa tietojen tallentamista Komasin järjestelmään, sekä lähettämistä eteenpäin sähköisenä tai paperisena.

Itse ohjelman teko onnistui hyvin ja monen testauksen ansiosta uuni toimii moitteettomasti ohjelmallisesti. Ohjelmaan tehtiin vain muutamaan kertaan muutos. Ne johtuivat enimmäkseen siitä, että aluksi ei ollut vielä kaikkea tietoa, mitä uunin automatisoinnissa tarvitsi. Vasta kun uunista saatiin lämpötilakäyrää ulos, pystyttiin lämpötilakäyrää vertaamaan muiden toimipisteiden lämmitystapoihin. Vertailujen jälkeen vasta tuli esiin ominaisuuksia, joita uuniin täytyi lisätä. Myös kokeilun jälkeen saatiin käyttäjien mielipiteitä, mitä olisi hyvä nähdä paneelissa. Kaikkea informaatioita ei pystytty alussa hahmottelemaan, koska uuni oli uutta myös toimipisteelle. Näistä syistä johtuen oli mahdotonta tehdä suoraan täysin valmis versio uunille. Koska muutokset olivat enemmänkin lämpötilan rajoittamisen sekä ohjelman lopettamiseen vaikuttavia muutoksia, ei niinkään ohjelman toimintaan, niin olen itse erittäin tyytyväinen ohjelman onnistumiseen.

Excel-tiedoston luominen oli minusta hankalin asia työssäni ja siihen olisin kaivannut vielä parannusta, mutta minua rajoitti aika paljon ohjelmointityökalujen käyttö. Siemens tarjoaa myös mahdollisuutta hakea joiltain kosketusnäyttö paneeleiltaan käy-

rän Web-serverillä, mutta tässä vaihtoehdossa olisi komponenttien hinta ollut huomattavasti suurempi. Koska Excel-työkalu on erittäin monipuolinen, niin nykyinen lämpötilataulukko tulee liittää mallipohjaan, joka lähetetään asiakkaalle. Tämä toimenpide on varmasti yhtä vaivaton kuin käyrän liittäminen lähetettävään lämpötilatodistukseen. DataLog-työkalun käytön opettelu oli mielestäni hyvä oppimisen kannalta. Koska sen teossa tuli paljon asian ympäriltä uusia asioita, kuten muistikortin käyttö sekä myös DataLogin eri käyttökohteet, jotka ovat erittäin monipuoliset. Olisin toivonut hieman enemmän Tia Portalilta kykyä toimia enemmän yhteydessä Microsoft Excel -työkalun kanssa, jotta olisin saanut lämpötilataulukon tallennettua suoraan tekemääni Excel-taulukkopohjaan. Työn kautta tuli hyvin huomattua, kuinka paljon teollisuuden logiikat ovat vielä jäljessä niiden yhteistyökyvystä tietokoneiden kanssa. Tuotteiden tarkkailun lisääntyessä, vaikuttaa se myös logiikoiden ja tietokoneiden kommunikoinnin paranemiseen.

Lähteet

Härkönen, S. & Kivivuori, S. 2009. Lämpökäsittelyoppi. Helsinki: Teknologiateollisuus ry.

Niemi, P. 2010. Jäkikäsittelytekniikka. ValuAtlas & Tampereen ammattiopisto. Viitattu 12.10.2015. http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/PN_jalkikasittely_1.pdf.

Kovan työn legenda. N.d. Artikkelit Komas Oy:n internetsivustolla. Viitattu 5.11.2015. <http://komas.fi/mika-on-komas/>

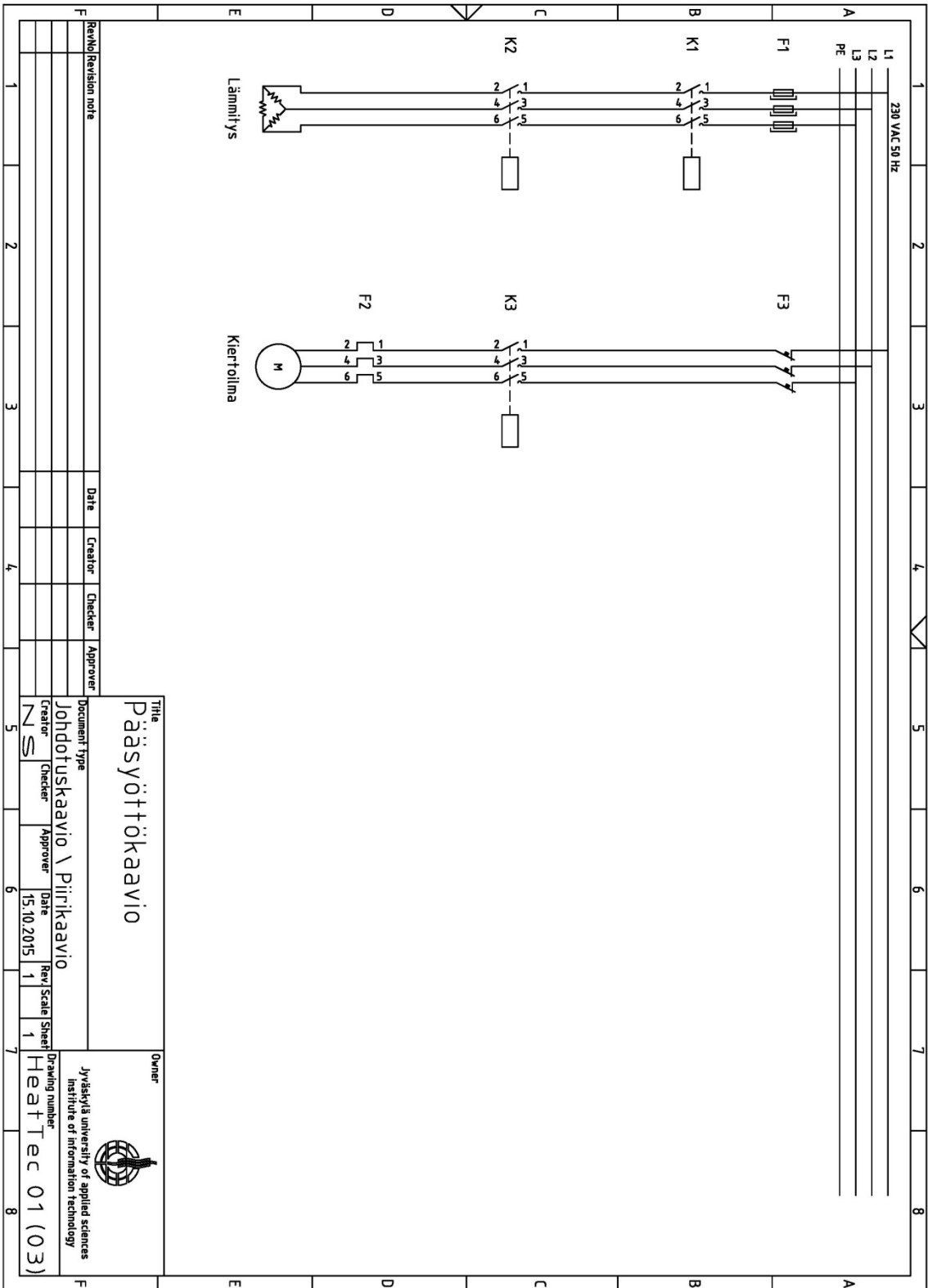
Lehtonen, T. 2015. Yritysesitys 2015-5-18. Sähköpostiviesti 11.9.2015. Yhtiön sisäinen PowerPoint -esitelmä. Komas Oy.

Muokatut teräkset. 2001. Raaka-ainekäsikirja osa 1. Tampere: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.


Simatic S7-1200 Programmable controller. 2012. Siemens AG. System manual 04/2012.

Liitteet

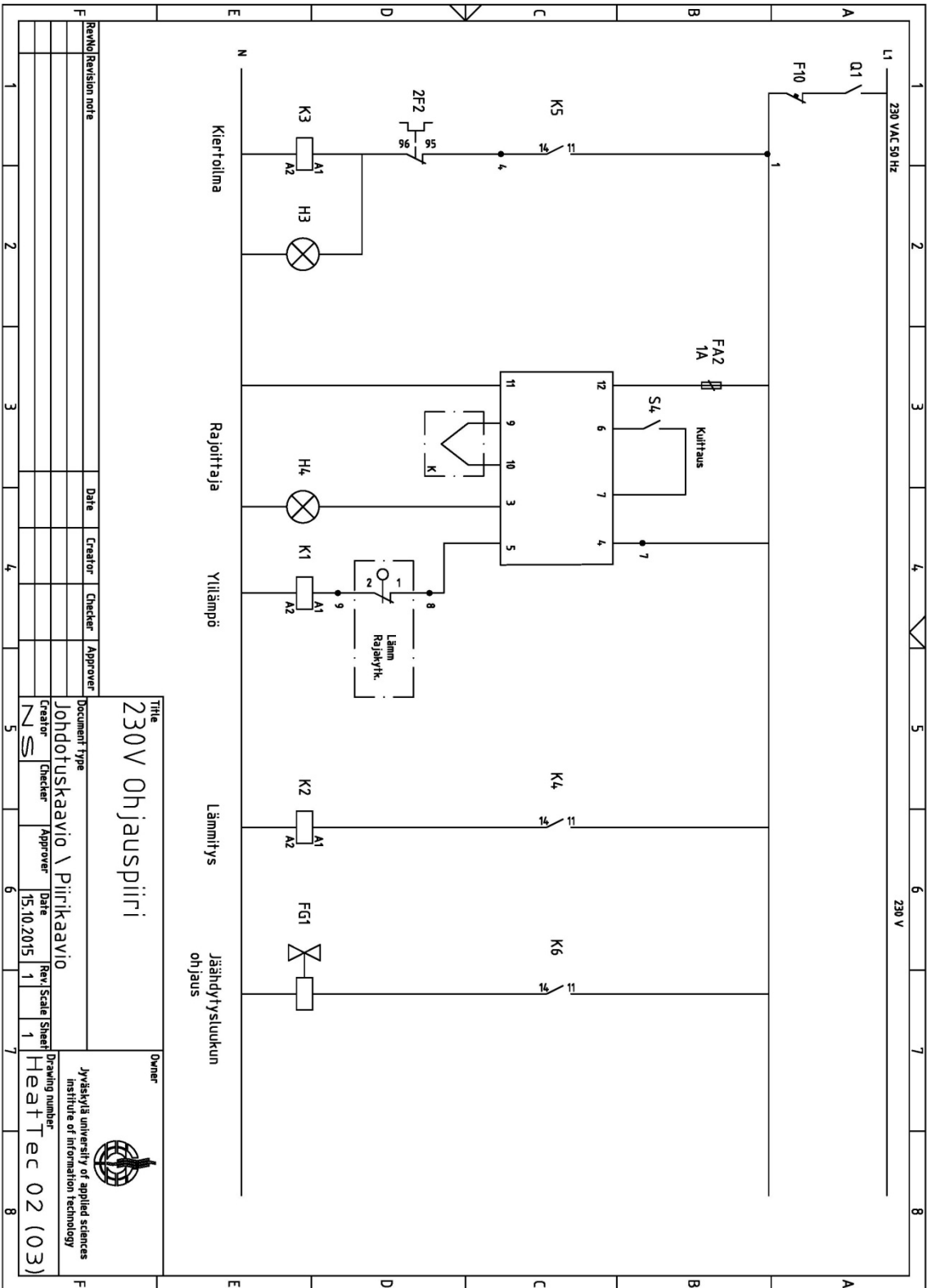
Liite 1



Rev	Revision note	Date	Creator	Checker	Approver
1					
2					
3					
4					

Title Pääsytötkäaavio		Owner  Jyväskylä university of applied sciences Institute of information technology	
Document type Johdotuskaavio \ Piirikaavio		Rev/Scale/Sheet 1 / 1 / 1	
Creator NS	Checker NS	Approver NS	Date 15.10.2015
Drawing number HeatTec 01 (03)			

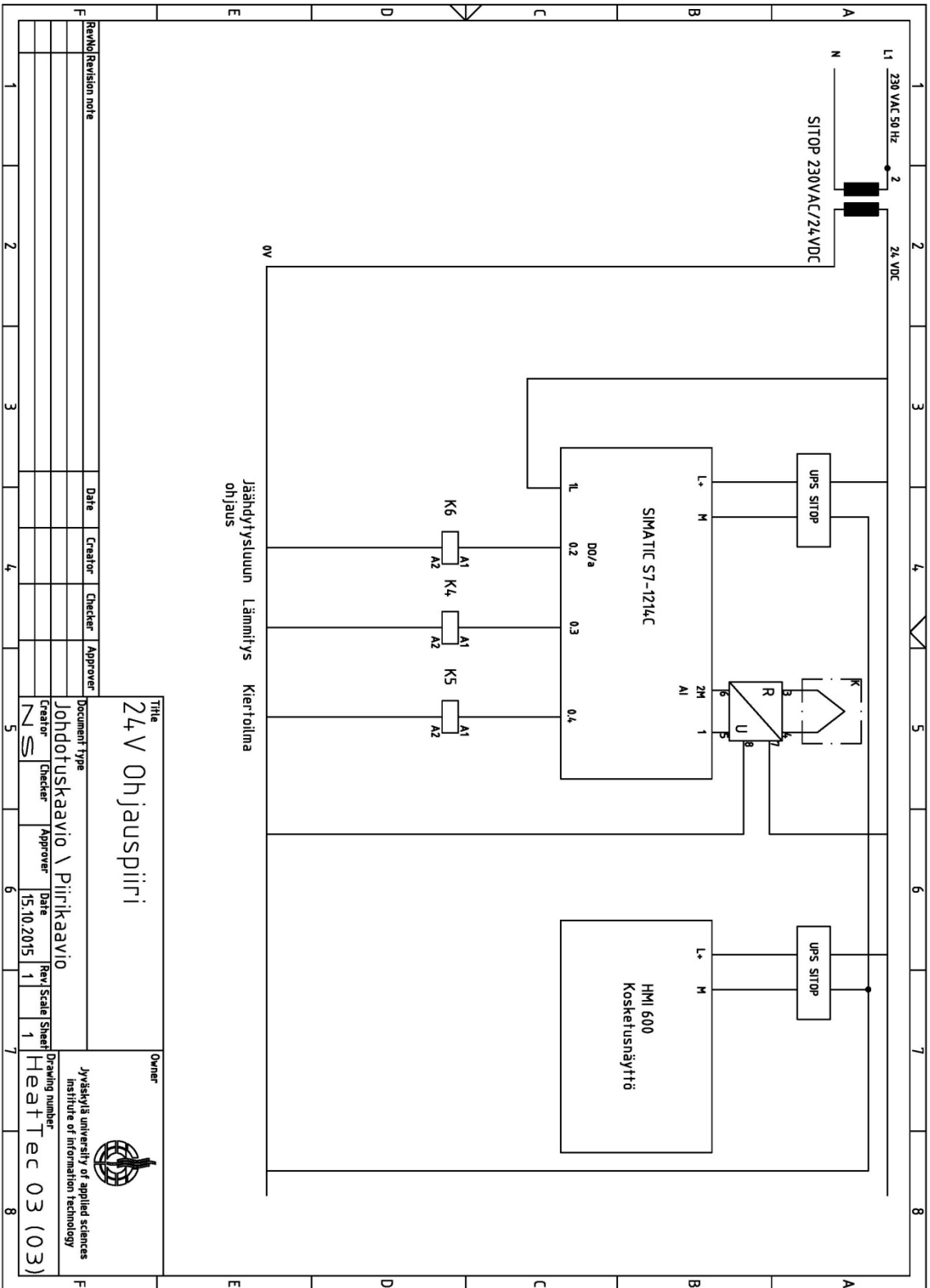
Liite 1



Rev/No	Revision note	Date	Creator	Checker	Approver
1					
2					
3					
4					
5					

<p>Document type</p> <p>230V Ohjauspiiri</p> <p>Creator: Johdotuskaavio \ Piirikaavio</p> <p>Checker: NS</p> <p>Date: 15.10.2015</p> <p>Rev/Scale: 1</p> <p>Sheet: 1</p> <p>Drawing number: HeatTec 02 (03)</p>		<p>Title</p> <p>230V Ohjauspiiri</p> <p>Owner</p> <p>Jyväskylän yliopisto Institute of Information Technology</p>
--	--	--

Liite 1



RevNo	Revision note	Date	Creator	Checker	Approver
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Document type: **24V Ohjauspiiri**
 Creator: **Johdotuskaavio \ Piirikaavio**
 Date: **15.10.2015**
 Rev/Scale: **1 / 1**
 Sheet: **1**
 Drawing number: **HeatTec 03 (03)**

Owner: **Jyväskylän yliopisto / Institute of Information Technology**
 Title: **24V Ohjauspiiri**
 Description: **Jäähdytysluunun Lämmitys Kiertolma ohjaus**



Liite 2

Komas Oy
Lämpökäsittelyuuni

Ohjelman valinta

Laitteessa on kaksi ohjelmaa: Automaattiohjelma sekä manuaaliohjelma. Automaattiohjelma on tehty tilaajan toivomusten mukaan. Manuaaliohjelma on tehty uunin peruskäyttöön, missä voidaan erikseen määrittellä lämpötila sekä rajoittaa lämpenemisnopeutta, pitoaikaa ja jäähdytysaika.

Automaattiohjelma

Automaattiohjelmaan syötetään materiaalin paksuus millimetreinä, josta ohjelma laskee minimilämpenemisajan, pitoajan sekä minimijäähdytysajan. Oletuksena ohjelma antaa halutun lämpötilan arvoksi 580 °C, mutta lämpötila-arvoa painamalla voidaan arvoa muuttaa (Max 600 °C). Tässä ohjelma hyväksyy vain kokonaisluvut. Ajat ilmoitetaan tunteina.

Huomioitavaa on, että lämmitys ja jäähdytysaika ovat minimi aikoja, todellisen ajan määrittää uunin kapasiteetti! Kokonaiskesto on suuntaa antava.

Lämmitysaika eli nousuaika

Lämmitysaika on määritelty kaavalla:

$$\frac{200}{\text{aineenpaksuus mm}/25} \text{ } ^\circ\text{C/h}$$

Maksimirajoituksena tähän on 200 °C/h nousuvauhti, sekä minimiaika 30 minuuttia. Nousuvauhti on rajoitettu minimivauhdilla 50 °C/h.

Pitoaika

Kun lämpötila on saavuttanut myöstölämpötilan, siirtyy ohjelma pitoajalle, joka on määritelty seuraavalla kaavalla:

$$\frac{\text{aineenpaksuus mm}}{25} \text{ h}$$

Minimiaikarajoitus on 30 minuuttia.

Jäähdytysaika

Jäähdytysaika on määritelty kaavalla:

$$\frac{275}{\text{aineenpaksuus mm}/25} \text{ } ^\circ\text{C/h}$$

Minimirajoituksena tähän on 275 °C/h jäähdytysvauhti.

Ohjelma loppuu kun lämpötila on saavuttanut 200 asteen lämpötilan. Lopetuslämpötila on muunneltavissa asetuksista.

Liite 2

Komas Oy
Lämpökäsittelyuuni

Manuaaliohjelma

Manuaaliohjelma on rajoittamaton. Manuaaliohjelmassa pystytään määrittämään erikseen lämpötila (Max 600 °C), lämmitys- eli nousuaika, pitoaika sekä haluttu jäädytysaika. Ajat syötetään tunteina.

Huomioitavaa on, että lämmitys ja jäädytysaika ovat minimi aikoja, todellisen ajan määrittää uunin kapasiteetti! Kokonaiskesto on suuntaa antava.

Tiedoston nimeäminen

Ohjelma vaatii onnistuneen tiedostonnimeämisen ennen uunin käynnistämistä.

1. vaihe kysyy päivämäärää, joka lisätään tiedoston etuliitteeksi. Muodossa PPKKVVVV.
2. vaihe kysyy lisänimeä. Lisänimi ei ole pakollinen. Lisänimen pituus voi olla enintään 21 merkkiä. Lisänimeen hyväksytään ainoastaan kirjaimet A-Z ja numerot 0-9. Välilyönnin sekä erikoismerkkien käyttö kielletty.

Virheviestit

Tiedostonluomisen vikaviestit:

Vikakoodi	Kuvaus	Korjaus
8090	Tiedostonnimi virheellinen.	Poista välilyönnit ja erikoismerkit.
8093	Samanniminen tiedosto jo olemassa.	Tallenna vanha tiedosto tietokoneelle ja poista sen jälkeen WebServeriltä
8097	Tiedostonnimi liian pitkä.	Maksimi pituus lisänimellä 21 merkkiä.
80B3	Muistikortti täynnä.	Poista vanhat tiedostot WebServeriltä
8253	Tallennustieto virheellinen.	Tarkasta laitteiston kytkennät.

Jos virhe ei korjaannu tai virheviesti on jokin muu toimi seuraavanlaisesti:

1. Tarkasta logiikan (S7-1214C) ja Ethernet kytkimen virrallisuus.
2. Resetoi logiikka (S7-1214C), kosketusnäyttö sekä Ethernet kytkin katkaisemalla päävirta, jonka jälkeen odota merkkivalojen sammumista ennen virran takaisinkytkentää. Resetoinnin jälkeen palautuu asetuksiin oletusarvot.
3. Tyhjennä vanhat tiedostot WebServeriltä.
4. Jos edellä mainitut ohjeet eivät auta, kutsu huoltomies.

Liite 2

Komas Oy
Lämpökäsittelyuuni

Excel tiedosto

Tiedosto tallentuu logiikan muistikortille csv-muodossa. Joka on mahdollista avata Excel-ohjelmistolla. Tiedostoihin on pääsy saman verkon tietokoneista, johon uuni on kytketty. Tiedosto luetaan logiikan Web-serveriltä.

1. Avaa Selain (Internet Explorer, Google Chrome, Mozilla Firefox)
2. Syötä osoitekenttään 172.18.80.71
3. Valitse "Enter"
4. Valitse vasemmasta reunasta "File Browser"
5. Valitse kansioluettelo DataLogs

Nyt valmiit tiedostot ovat näkyvillä. Tiedostoja pystyy lataamaan tietokoneelle, jonka jälkeen muokkaamaan sekä poistamaan tiedostoja muistikortilta painamalla tiedoston vieressä olevaa roskakori symbolia.

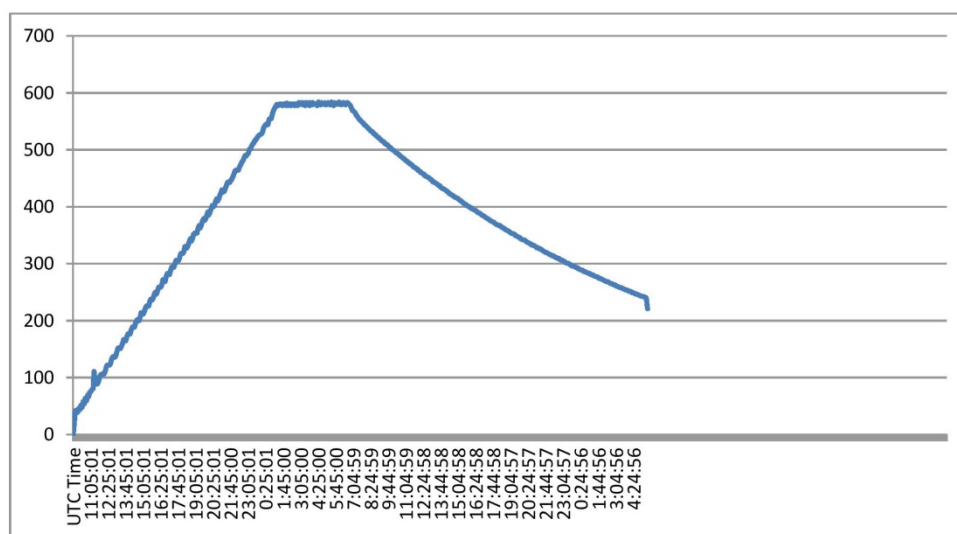
HUOM!

Muistikortin koko on 12MB, joten tallennustila on erittäin rajallinen. Tämän vuoksi suosittelemme tiedoston tallennusta tietokoneelle ja poistoa Web-serveriltä välittömästi ohjelman suoritettua.

Liite 3

Lämpökäsittelytodistus			KOMAS KOVAA TYÖTÄ.		
Rekisterinumero			Tilaajan tilausnumero		
Lämpökäsittelypaikka Komas Oy Levypalvelu, Ampumaradantie 11, 41310 Leppävesi					
Lämpökäsittelylaji Myöstö			Lämpökäsittelymenetelmä Sähköuuni		
Lämpökäsittelyn kohde	Piirustus nro	Osa nro	Materiaali	Lkm	
			Läpimitta		

Aloitus	9/01/2015	9:50:01	22			Kesto
Lämmitys			22	→	580	15:07:30
Pito			576	-	584	6:25:00
Jäähdytys			580	→	221	22:12:30
Valmis	9/03/2015	5:29:56	221			Kokonaiskesto 43:45:00



Lisäselvitys

Aika ja Paikka Allekirjoitus
Komas Oy Levypalvelu, Ampumaradantie 11, 41310 LEPPÄVESI. Puh. +358 10 3286500