

Joonatan Keskipilä
AUTOMAATIOLAITTEEN RAKENNUS

Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2013

TIIVISTELMÄ

Yksikkö CENTRIA AMMATTIKOR- KEAKOULU YLIVIESKA	Aika Toukokuu 2013	Tekijä/tekijät Joonatan Keskipilä
Koulutusohjelma Energiatekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi Automaatiolaitteen rakennus		
Työn ohjaaja Hannu Puomio		Sivumäärä 22+6 liitettä
Työelämäohjaaja Jouni Keskipilä		
<p>Insinööritöiden tavoitteena oli rakentaa automaattinen työstölaite pienen yrityksen käyttöön. Projekti alkoi suunnittelulla ja siihen sisältyi myös mekaniikan rakennus, osien valinta, ohjelmointi, testaus sekä käyttöönotto.</p> <p>Laite tuli korvaamaan työn, joka oli aikaisemmin tehty käsin. Laite saatiin viimein toimimaan riittävän hyvin, jotta voitiin luopua kyseisen osan käsin valmistuksesta, tavoitteen mukaan. Kokonaisvalmistusaika lyheni murto-osaan manuaaliseen valmistukseen verrattuna.</p> <p>Käyttö voitiin aloittaa heti kun kone valmistui ja ohjelma saatiin toimintakuntoon. Laite saatiin toimimaan halutulla tavalla ja se näyttää toimivan kaikin puolin moitteetta.</p> <p>Laitteella ei ollut edeltäjää, josta olisi saanut hyödynnettäviä osia. Projekti oli kokonaan uusi, joten kokonaistyöstä suuri osa muodostui mekaniikan rakentamisesta.</p> <p>Projekti pyrittiin tekemään mahdollisimman pienellä budjetilla. Kuitenkin tärkeimmät ja pysyvimmät osat valittiin huolella. Säästöä pyrittiin saamaan käyttämällä mahdollisimman paljon käytettyjä osia, joita esimerkiksi osa sylintereistä on.</p>		

Asiasanat

Logiikka, Mekaniikka, Ohjelmointi

ABSTRACT

CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date May 2013	Author Joonatan Keskisipilä
Degree programme Energy technology		
Name of thesis Building an automatic machine tool		
Instructor Hannu Puomio		Pages 22+6 appendices
Supervisor Jouni Keskisipilä		
<p>The aim of this thesis was to build an automatic machining tool for a small enterprise. The project started with planning, and it included also mechanical building, choosing all the parts, programming, testing and introduction of the tool.</p> <p>The device was built to do work, which was earlier done manually. The device was finally made to work so well that manual work was no longer needed, as the main aim was. The total manufacturing time shortened significantly, compared to the manufacturing time before using device.</p> <p>The use began as soon as the device was ready and the program working well. The device works as planned and it seems to work properly in every aspect.</p> <p>The device did not have a predecessor whose parts could have been utilized in the new one, so most of the work consisted of building mechanical parts.</p> <p>The aim was to carry out the project on a small budget. However the most important and permanent parts were chosen carefully. Savings were sought by utilizing as much used parts as possible, for example parts of the cylinders were used.</p>		
Key words Logic, Mechanics, Programming		

Sisällys

1 JOHDANTO	1
2 LAITTEISTON ESITTELY	2
3 SUUNNITTELU	9
3.1 Toiminnan määrittely	9
3.2 Komponenttien suunnittelu	10
4 TOTEUTUS.....	11
5 OHJELMOINTI	16
6 TESTAUS.....	18
7 KÄYTTÖÖNOTTO	21
8 YHTEENVETO	22

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö muodostuu pienelle metallialan yritykselle valmistamastani automaattisen työkoneen suunnittelusta ja toteutuksesta. Yritys valmistaa työkaluja rakennusteollisuuteen, pääosin kipsilevyleikkureita sekä eristevillaleikkureita. Yrityksessä haluttiin siirtää osa manuaalisesti tehtävästä työstä automatisoiduksi.

Työ alkoi tutustumisella erilaisiin jo olemassa oleviin työstökoneisiin, jonka jälkeen alkoi pitkä suunnitteluvaihe. Laite pyrittiin saamaan mahdollisimman yksinkertaiseksi ja sen toiminta koostuu muutamasta eri vaiheesta. Laitteen ohjauskeskus päätettiin tehdä ohjelmoitavalla logiikalla. Liikkeenohjaus tehtiin taajuusmuuttajalla, takaisinkytkennällä sekä paineilmasyylintereillä. Aluksi kaikki toiminnot piti luetteloida, jotta voitiin valita ohjelmoitavaan logiikkaan oikea määrä tuloja ja lähtöjä. Laitteen ohjaamiseen valittiin Siemens S7-200-sarjan ohjelmoitava logiikka. Lisäksi ohjauskeskukseen sisältyy taajuusmuuttaja, releitä ja virtalähteet. Laite valmistettiin pienellä budjetilla, mikä aiheutti monia haasteita osien valmistukseen mutta myös tietynlaista vapautta eri osien sovittamisessa yhteen.

Työn tavoitteena oli lisätä työtehokkuutta sekä parantaa valmistettavien osien laatua. Osat valmistettiin ennen täysin manuaalisesti, joten niissä oli liian suuria toleranssin ylityksiä ja lisäksi valmistus vei paljon aikaa. Opinnäytetyö rajoittuu tarkoituksenmukaisen laitteen rakennukseen ja käyttöönottoon. Laitteen avulla työstöön käytetty aika lyheni alle puoleen ja tarkkuus parani merkittävästi.

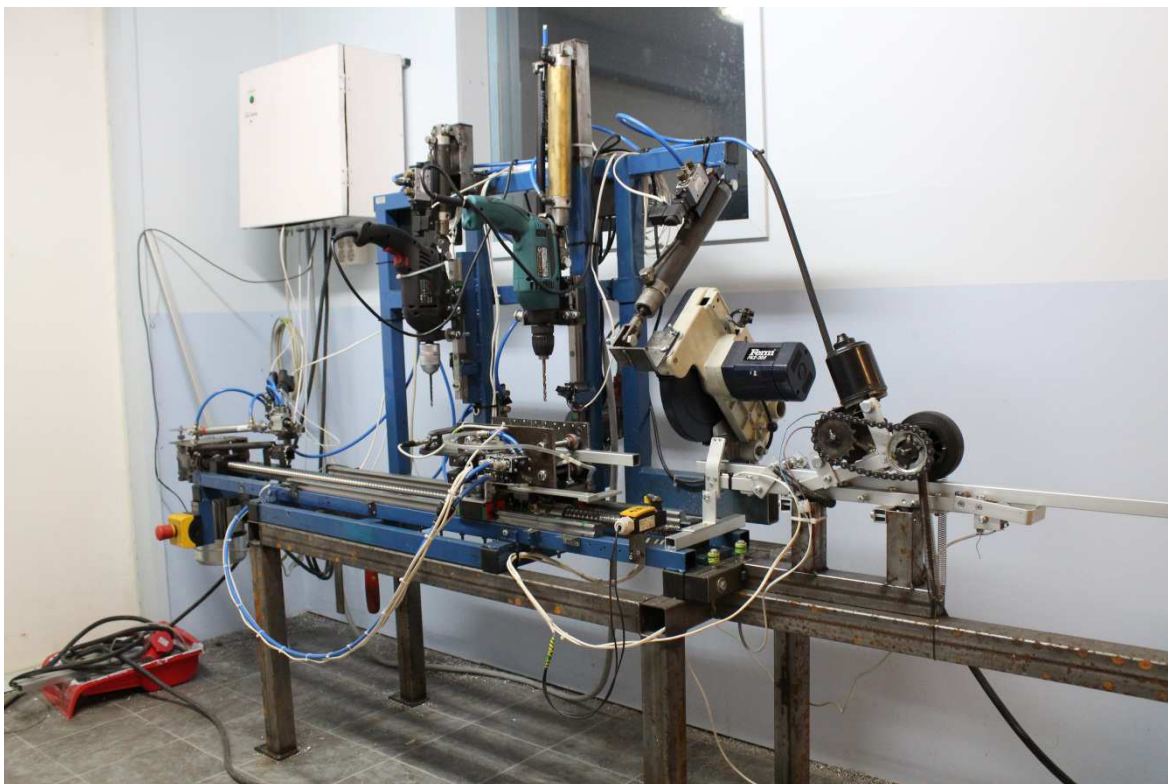
2 LAITTEISTON ESITTELY

Lähtötiedot

Työn tilaaja oli JK Smart Metal Oy jonka omien tuotteiden valmistukseen tämä laite on tehty. JK Smart Metal Oy on pieni metallialan yritys, jonka tuotteet ovat itse suunniteltuja ja valmistettuja. Yritys on perustettu vuonna 1989 ja se toimii Kalajo-
en Rautiossa.

Kokonaisuus

Laite koostuu ohjauskeskuksesta, rungosta ja siihen kiinnitetyistä sovelluksista. Runko on asennettu pukille, joka on tehty 50mm*50mm teräsputkesta. Ohjauskeskus on asennettu kiinteästi seinään. Laitteen toimintaa voi tarkkailla seuraavan linkin kautta: http://www.youtube.com/watch?v=0nISrj_7Dy0

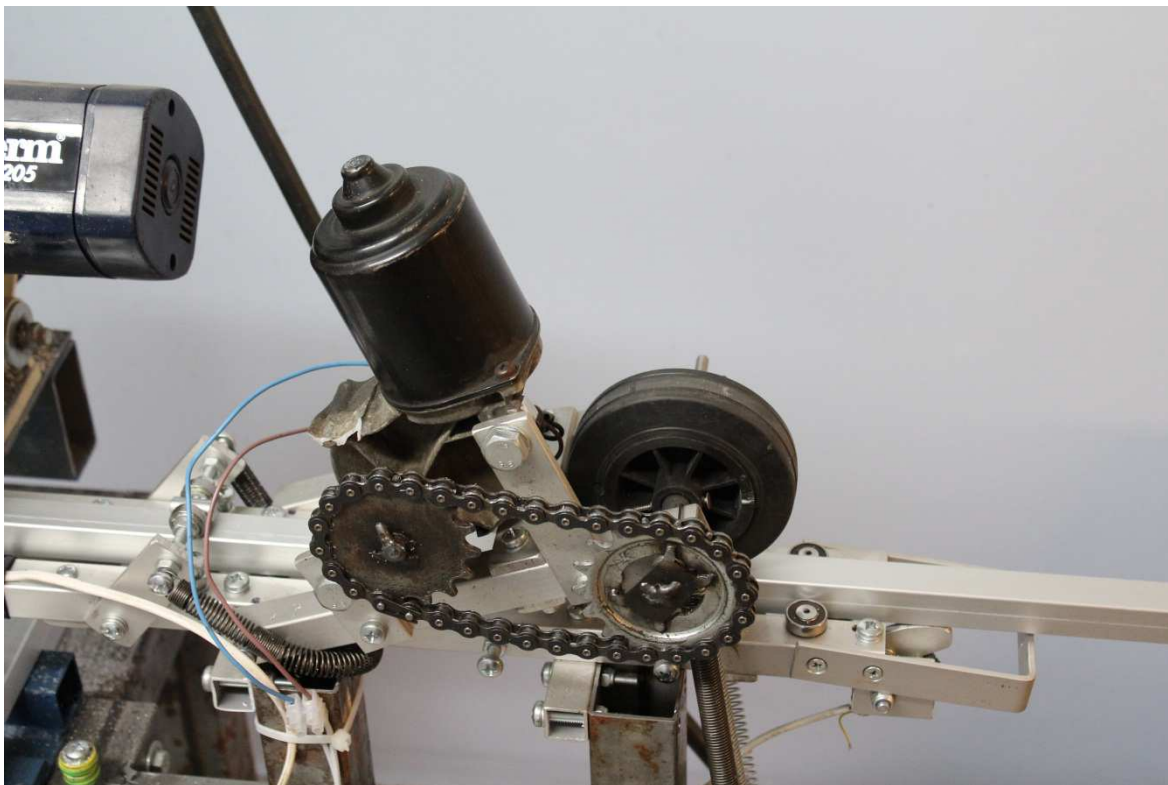


KUVIO 1. Kokonaisuus

Alumiinisalon vetolaite

Ensimmäisenä laitteen instrumenttina on alumiinisalon liikuttamiseen moottoroitu vetolaite. Tämä osa on rakennettu vanhasta auton tuulilasinyyhkijän moottorista, polkupyörän hammasrattaista, ketjusta ja kumirullasta. Runko on samaa alumiini-profiilia kuin työstettävä materiaali, 20mm*20mm. Logiikka ohjaa rullan moottoria sekä tarvittaessa aktivoi napaisuudenkääntörelekytkennän. Rulla toimii siis kaksisuuntaisesti, työntää salkoa eteenpäin ja poistaa viimeisen pätkän, josta ei enää saa tehtyä halutun mittaista kappaletta. Mikrokytkin viestittää tiedon logiikalle, onko salko valmiina paikallaan.

KUVA



KUVIO 2. Vetolaite

Sirkkeli

Seuraavana laitteessa on sirkkeli, jolla katkaistaan alumiinialosta vaadittu mitta. Tätä ohjataan paineilmasylinterillä. Sirkkeli on vanha pöytä-mallin sirkkeli, johon on vaihdettu metallin katkaisuun soveltuva laikka. Sirkkeli on kiinnitetty laitteen runkoon.



KUVIO 3. Sirkkeli

Kelkka

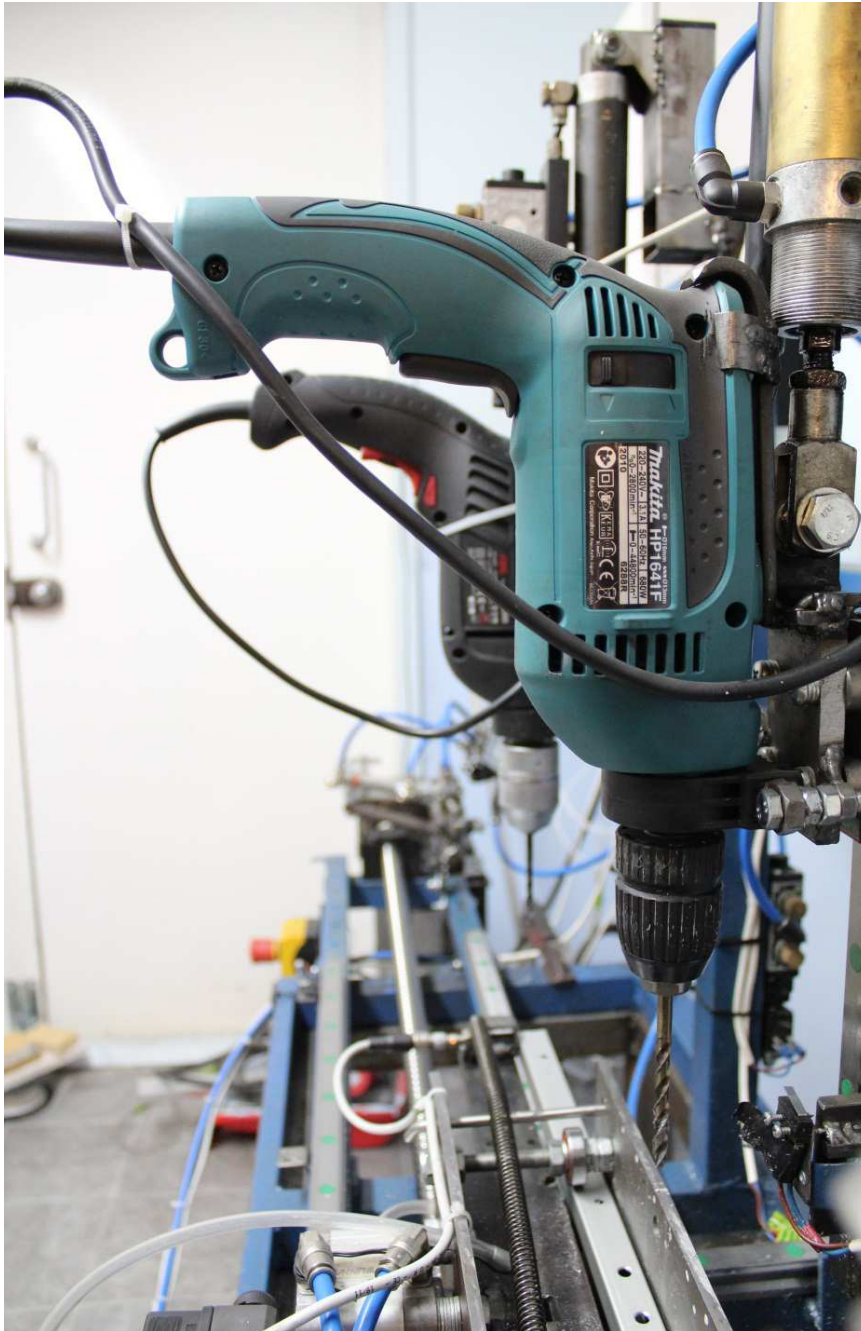
Laitteessa on liikkuva kelkka, joka on kenties laitteen tärkein osa. Tämän päälle on rakennettu paineilmakäyttöinen puristin. Puristimen toimintaa ohjaa sähköventtiili. Kelkan liike tapahtuu kahteen suuntaan, välyksettömästi lineaaristen kiskojen päällä. Liikettä ohjaa kuularuuvi ja – mutteri. Kelkassa on paineilmakäyttöinen puhdistusmekanismi, joka puhaltaa poralastut pois aina sen liikkuessa kiskoista, ruuvista ja muista osista. Tämä vähentää käyttöhäiriöitä merkittävästi.



KUVIO 4. Kelkka

Porausyksiköt

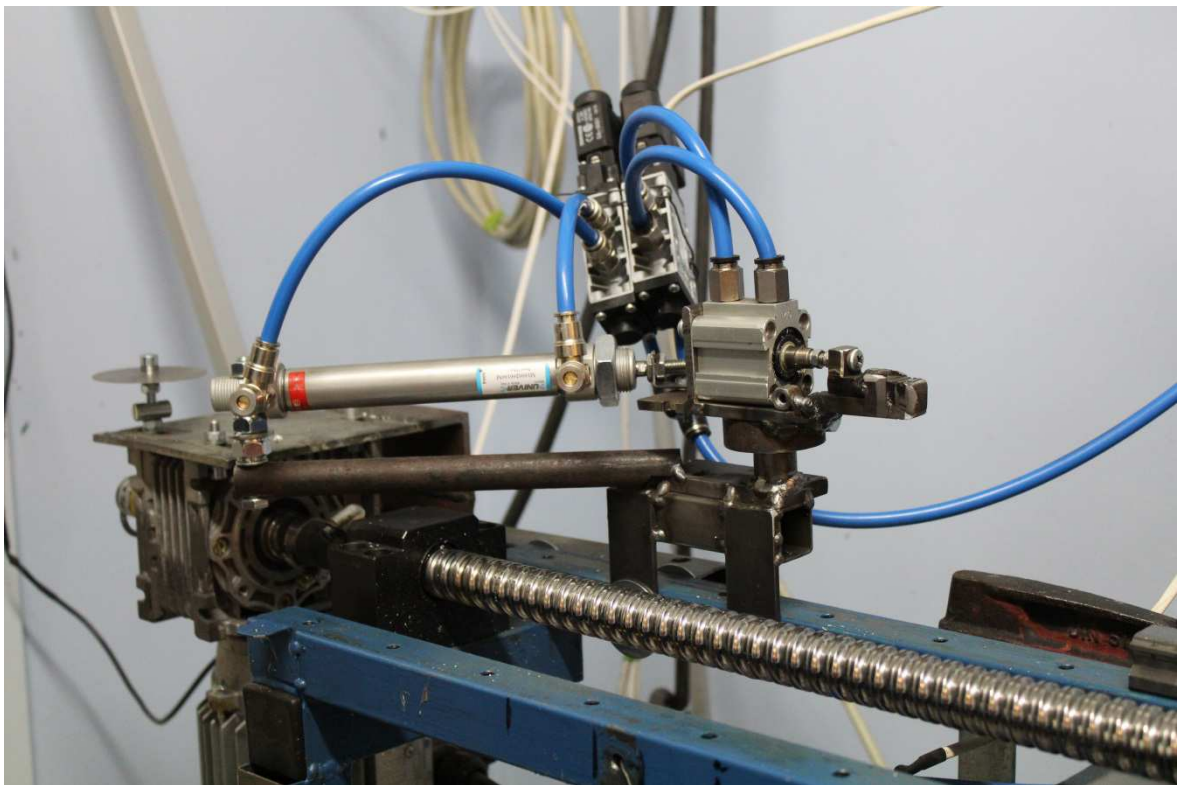
Runkoon on asennettu kolme porausyksikköä, jotka toimivat toisistaan riippumatta. Liike tapahtuu paineilmasylinterillä sähköventtiilin ohjaamana. Yksikkö koostuu liukukiskosta, sen päällä liikkuvasta liukulaakerista sekä siihen kiinnitetystä sähköporakoneesta. Yksikkö liikkuu vain poranterän osoittamiin suuntiin. Reiän oikea kohta saadaan pysäyttämällä kappale oikeaan kohtaan poran alle.



KUVIO 5. Porausyksikkö

Poistoinstrumentti

Viimeisenä osana on valmiin kappaleen poistoinstrumentti. Osa on valmistettu pienestä lyhyen iskun paineilmasylinteristä ja kiilaperiaatteella toimivasta tartuntapäädästä. Paineilmasylinteri liikuttaa vastakkain olevia kiiloja, jolloin tartuntapää levenee ja pään mennessä auki-asennossa kappaleen pästä sisään. Sylinteri vetää ja lukitsee valmiin kappaleen erittäin pitävään otteeseen. Sen jälkeen instrumenttia käännetään 90 astetta toisella sylinterillä ja vapautetaan tartunta. Nopean liikkeen vuoksi valmis kappale singahtaa irti tartuntapäädästä ja tippuu alla odottavaan laatikkoon. Tämä osa oli teknisesti haastavin yksittäinen valmistettava osa johtuen monimutkaisista liikkeistä, joissa oli oltava pieni toleranssi. Käyttöä ohjataan sähköventtiileillä logiikalta.



KUVIO 6. Poistoinstrumentti

Laitteiston toiminta

Prosessin alussa laitteeseen asetetaan neliönmallinen alumiinisalko, jonka mitat ovat 20mm*20mm. Täysi salko on 6000mm pitkä ja se on tuettu laakeripedillä koko pituudeltaan.

Vetolaite siirtää salkoa tarkasti ohjattuna eteenpäin kunnes se osuu kelkassa olevaan vasteeseen. Kelkka on tällöin tarkasti määritetyssä sijainnissa. Induktiivinen anturi reagoi vasteeseen osuneeseen alumiiniin ja viestittää logiikalle tiedon. Tämän kelkan päällä on paineilmakäyttöinen puristin, joka puristaa alumiinisalon kiinni kelkkaan, kun salko on paikoillaan.

Tämän jälkeen laitteessa oleva sirkkeli katkaisee alumiinisalon oikeasta kohdasta. Sirkkelin liike on toteutettu paineilmasylinterillä.

Seuraavaksi kelkka lähtee liikkeelle siirtäen katkaistua alumiinisalkokappaletta haluttuun paikkaan. Kelkan liike on toteutettu kuularuuvilla ja – mutterilla. Kuularuuvia pyörittää 3-vaiheinen moottori, jossa on alennusvaihte. Moottoria ohjaa taajuusmuuttaja, joka saa komentonsa logiikalta. Paikkatiedot välittyvät kuularuuvin päästä pulssianturin avulla logiikalle.

Liikkuva kelkka kulkee lineaarijohteilla rungon leveyssuunnassa. Kun kelkka saavuttaa sille määritetyn sijainnin, se pysähtyy. Tämän jälkeen ohjelmaan määritelty porausyksikkö poraa reiän pysähtyneeseen kappaleeseen. Poran lävistettyä kappaleen, porausyksikkö painaa mikrokytkintä, jolloin logiikka tietää reiän olevan valmis. Tämän jälkeen kappale siirretään seuraavaan paikkaan ja porataan seuraava reikä. Reikiä tehdään yhteensä 10 kpl jokaiseen valmistuvaan kappaleeseen. Reivät jakaantuvat kappaleen kahdelle sivulle. Reikien tullessa valmiiksi, kelkka siirtää kappaleen poistoinstrumentille, joka lukitsee sen otteeseensa. Sen jälkeen kelkka lähtee hakemaan uutta kappaletta samalla, kun poistoinstrumentti heittää valmiin kappaleen laatikkoon.

3 SUUNNITTELU

Kokonaan uuden automaatiolaitteen rakentaminen vaatii tarkkaa suunnittelua. Alkuvaiheessa minulla ei ollut minkäänlaista käsitystä, miltä kone tulisi valmiina näyttämään. Aloitin työn etsimällä kuvattuja videoita vastaavien jo olemassa olevien laitteiden toiminnasta. Youtube osoittautui tärkeäksi lähteeksi näille.

Saatuani muodostettua ensimmäiset visiot päässäni, piirsin ne paperille lyijykynähahmotelmana ja mietin laitteelle vaadittavat mitat. Tämän jälkeen oli määriteltävä tarvittavan logiikan tyyppi, sekä tulojen ja lähtöjen määrä. Analogista informaatiota ei laitteen käyttämiseen tarvittu, joten valittiin digitaalinen malli.

Kelkan ohjaukseen oli tarjolla joko askelmoottorikäyttö, servomoottorikäyttö ja taajuusmuuttajakäyttö. Näistä valitsin taajuusmuuttajakäytön sen yksinkertaisuuden, nopeuden ja edullisten kustannusten myötä. Lisäksi valintaan vaikutti jo olemassa oleva sopiva 3-vaihemoottori. Laitteen valmistumisen aikana esiintyi lukemattomia pieniä ongelmia, jotka oli ratkaistava.

3.1 Toiminnan määrittely

Tavoitteena oli valmistaa täysin automaattinen laite, pois lukien uuden salon asettaminen laitteeseen. Laitteen tulisi kyetä muuten itsenäiseen työskentelyyn. Tämä asetti suuria haasteita niin suunnitteluun kuin rakentamiseenkin. Jos jokin osa pettää, voivat vahingot olla huomattavia.

Tarkastelu aloitettiin tarkkailemalla manuaalista valmistustilannetta ja sen pohjalle mietittiin mahdollisia ratkaisuja. Manuaalinen valmistus koostui sirkkelöinnistä ja poraamisesta.

3.2 Komponenttien suunnittelu

Suunnitteluvaiheessa päätettiin, että laite tehdään mahdollisimman pienellä budjetilla. Kaikki osat on pyritty tekemään itse tai jo olemassa olevista osista niin pitkälle kuin mahdollista. Kuitenkin kaikki ne osat jotka vaikuttavat työn tarkkuuteen, on hankittu täysin tähän tarkoitukseen soveltuviksi. Eli silti on pyritty tekemään laadukas ja kestävä laite. Esimerkkinä laitteeseen soveltuvia osia löytyi mm. katkaisusirkkeli, kuularuuvia pyörittävä 3-vaihemoottori sekä alumiinisalkoa liikuttava moottori. Jälkimmäinen on vanha auton tuulilasinyyhkimen moottori välityksineen.

Logiikka

Kun laitteen toiminnot oli määritetty, oli aika miettiä vaatimukset täyttävä logiikka. Vaihtoehtoina oli Omron ja Siemens. Valitsin Siemensin S7-200 sarjan PLC:n, mallin 222. Tässä mallissa on 5 lähtöä ja 8 tuloa. Olin perehtynyt enimmäkseen tämän logiikan alkeisiin koulussa, joten valinta oli selvä. Lisäksi suunnitteluvaiheessa oli hyvin vaikea tietää kuinka monta tuloa ja lähtöä tarvittaisiin, joten laitteen laajennettavuus oli tärkeä ominaisuus. Myöhemmin, kun laitteen vaatimat tulot ja lähdöt alkoivat selvitä, lisäsin laajennusmoduulin jossa on 16 lähtöä ja 16 tuloa.

Taajuusmuuttaja

Taajuusmuuttaja valittiin jo olemassa olevalle moottorille sopivaksi. Sopiva malli löytyi NORDAC:n valikoimasta malli 500E. Tätä pystyy ohjaamaan sekä käsin näyttöpaneelista että riviliittimeltä logiikalla. Tämä malli ei tue pulssianturia, joten pulssit viedään suoraan logiikalle. Mallissa on kattavat parametrintimahdollisuudet ja sen käyttäminen on helppoa.

Virtalähteitä tarvittiin 2:lla eri jännitteellä: 12v ja 24v. Sopivat virtalähteet saatiin kannettavista tietokoneista.

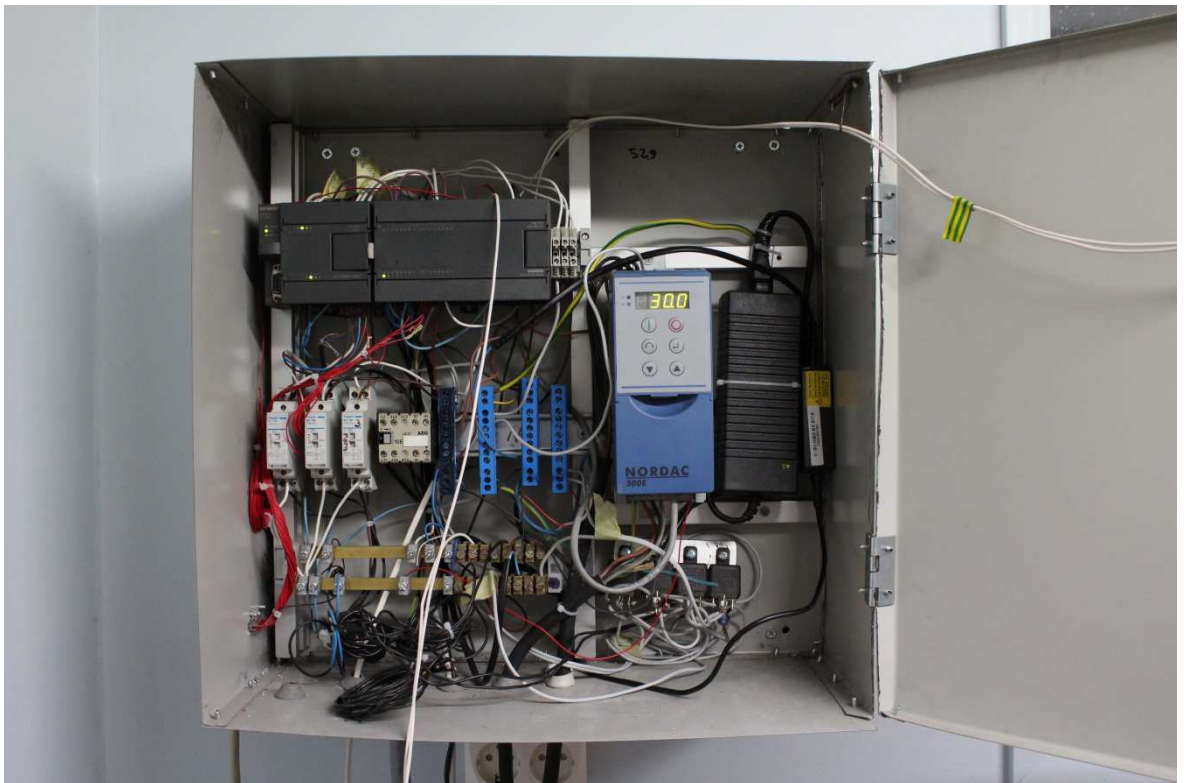
4 TOTEUTUS

Runko

Laitteen runko tehtiin ensimmäiseksi. Materiaalina käytettiin pääosin 40mm*40mm huonekaluputkea, josta hitsattiin kasaan tarvittava kehikko. Tähän kiinnitettiin kaikki instrumentit ja osat, joita koneessa tarvittiin.

Ohjauskeskus

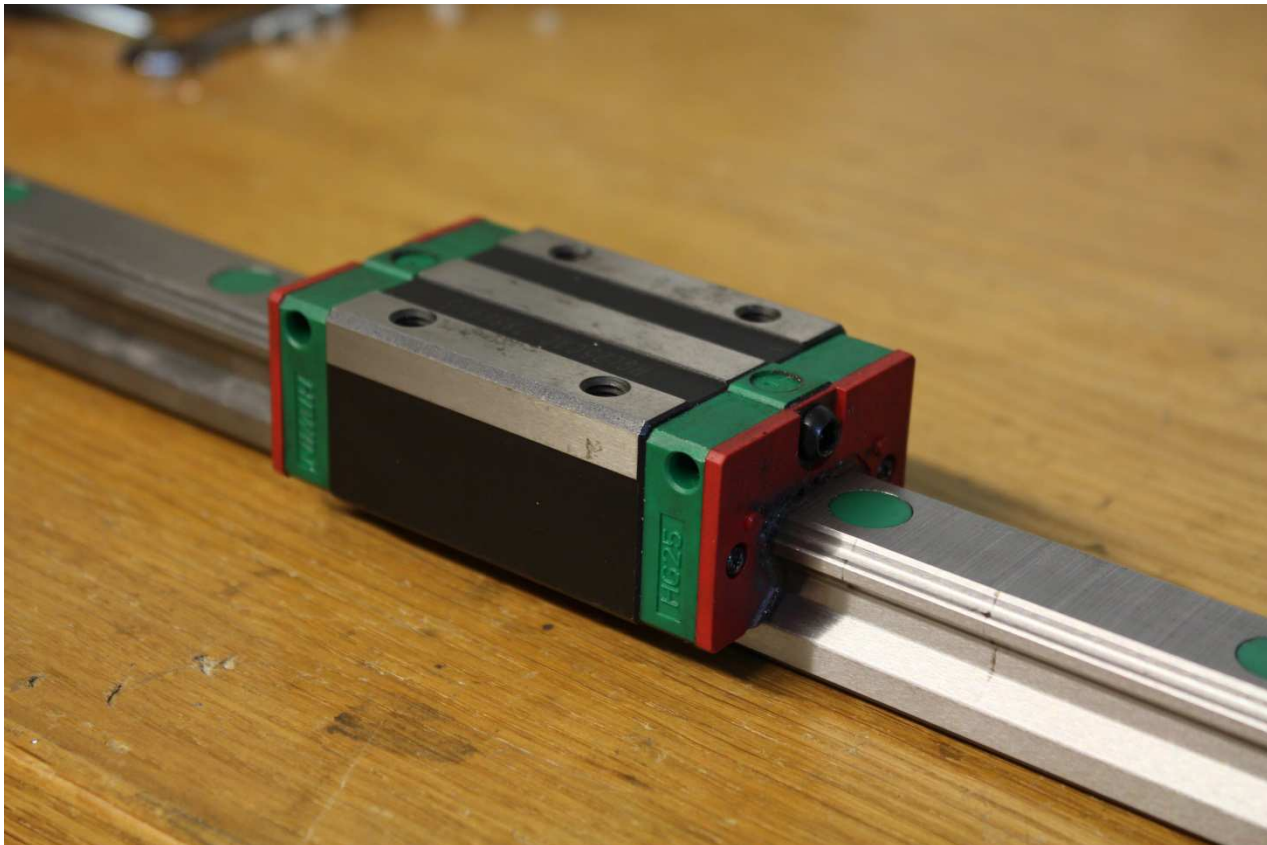
Sopiva ohjauskeskusboxi tehtiin ½ mm:n peltistä pokkaamalla. Aluksi vedin jokaisen yksittäisen johdon laitteelta keskukseen omana 2-napaisena johtona, mutta myöhemmin, kun johtoja alkoi olla todella paljon, päädyin vaihtamaan ohjauskeskuksen ja koneen välisen johtoviidakon kahteen moninapaiseen kaapeliin, joista toinen on ohjauksikaapeli ja toinen voimansiirtokaapeli. Ohjauskeskukseen sijoitettiin kaikki osat niin, että johdotus onnistui mahdollisimman yksinkertaisesti.



KUVIO 7. Ohjauskeskus

Lineaariset johteet

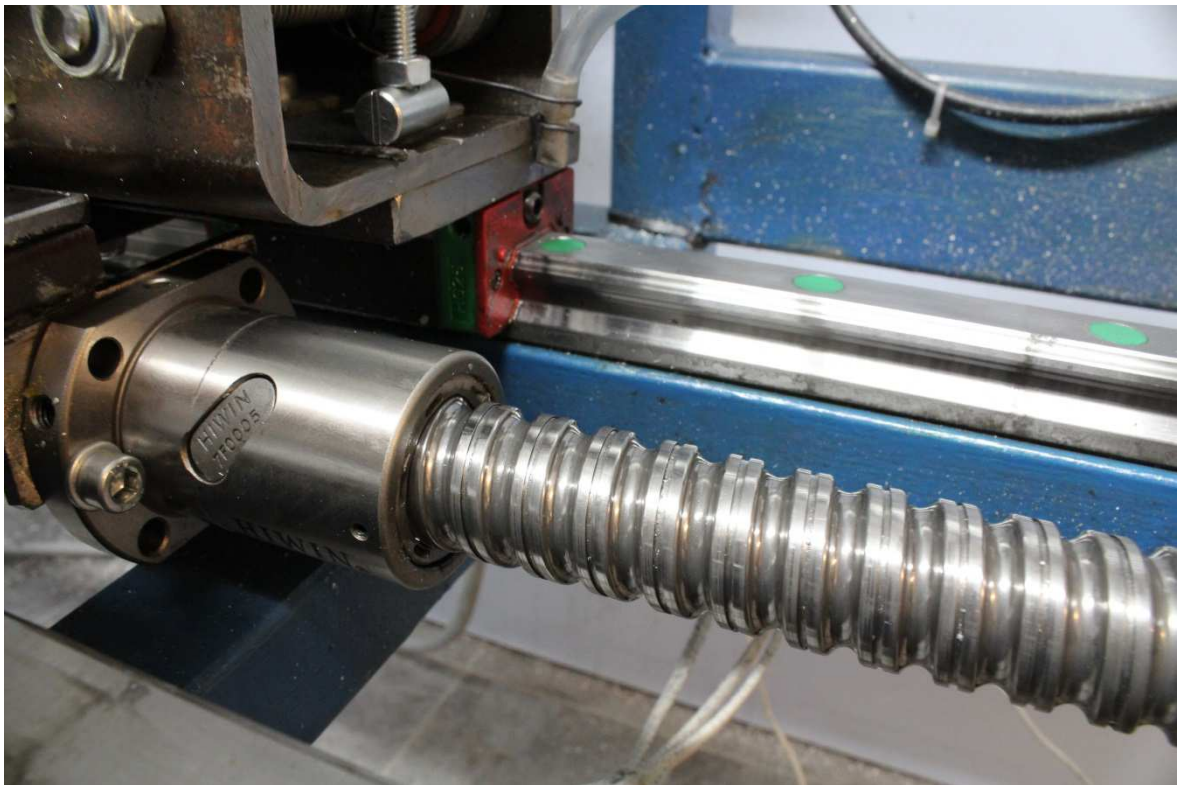
Laitteeseen valitut lineaarijohteet muodostavat tärkeän osan koko laitteen toiminnasta ja niiltä vaaditaan todella paljon. Osien on kestävä suuria voimia moneen eri suuntaan taipumatta. Johteita käytetään kaikkien lineaarisesti liikkuvien osien alla, kuten kelkka ja porausyksiköt. Valitsin osat HIWIN – in valikoimasta. Osat koostuvat tietyn profiilin mallisesta kiskosta ja sen päällä liukuvasta laakerista. Kiskon voi kiinnittää runkoon ja laakeriin voi kiinnittää halutun osan. Liikkuvan kelkan alla kuorman ollessa suurempi oli hyvä tehdä rakenne sellaiseksi, että siinä on useampi laakeri ja kaksi kiskoa tietyllä etäisyydellä toisistaan. Näin lisäämällä tukipisteitä, saatiin yhdelle laakerille ja kiskolle kohdistuvaa vääntöä ja painetta pienemmäksi. Samalla, kun paine pienenee, etuna on pienempi toleranssi osien liikkeessä ja myös kuluvuus vähenee.



KUVIO 8. Johde ja liukulaakeri

Kuularuuvi

Kuularuuvilla ohjataan kelkan liikettä. Ruuvi ja mutteri yhdessä määräävät kelkan pitkittäistoleranssin. Niinpä näiltä osilta vaaditaan paljon. Ruuvi on koko laitteen mittainen, 25mm halkaisijalla oleva uritettu tanko. Ura kiertää ruuvia niin, että kieroksen aikana ura siirtyy 10mm. Tämä on ruuvien nousu. Ruuvien päällä on kuulamutteri. Ruuvia pyöritettäessä kuulamutteri liikkuu ruuvissa olevien urien työntämänä ja mutteri on kiinnitetty kelkkaan. Näin kelkka laakereineen liikkuu kiskojen päällä ruuvia pyöritettäessä.



KUVIO 9. Kuularuuvi- ja mutteri

Moottori

Kelkan liikuttajana on tavallinen 0,37kW:n 3-vaihe moottori, joka on välitetty kuularuuville.

Akselin päässä sijaitsee pulssianturi. Tämä antaa 360 pulssia/kierros, joten tarkkuus saadaan jakamalla ruuvin nousu kierroksen pulssimäärällä. Tässä tapauksessa tarkkuus on 0,0277... mm. Tarkkuus on tärkeä tekijä, sillä laitteella valmistetaan myös sellaisia kappaleita, joiden tulee olla täysin samanlaisia. Kaksi kappaletta asennetaan vierekkäin ja niiden rei'istä laitetaan tappi läpi. Jos reiät eivät ole kohdakkain, ei tappi mene kappaleista läpi.



KUVIO 10. Moottori ja pulssianturi

5 OHJELMOINTI

Siemens S7-200 – sarjan logiikat voidaan ohjelmoida Simatic STEP7 microWIN-ohjelmalla. Ohjelma mahdollistaa ohjelmointirakenteen jossa on pääohjelma ja sillä voi olla useita aliohjelmaa, tässä tapauksessa esimerkiksi yksittäisten koneenosien käyttö. Ohjelmointi tällä tavalla selkeyttäisi ohjelman rakennetta valtavasti. Tätä kirjoittaessa ei kuitenkaan ole saatu kyseistä mahdollisuutta hyödynnettyä, koska koulutusta logiikan ohjelmointiin ei juuri ole saatavilla.

Ensimmäinen ohjelma perustui liikkeen mittaamiseen aikaperustaisesti, eli taajuusmuuttajan annettiin ohjata moottoria tietty aika, ja ajan pituudella säädeltiin oikea kohta. Tämä menetelmä ei ollut kovin tarkka, ja kappaleeseen tulleet reiät siirtyivät pikkuhiljaa laitteen ollessa kauan päällä. Totesin tämän johtuvan laitteen moottorin lämpenemisestä, jonka vuoksi sen käyttöominaisuudet muuttuivat hieman. Tästä taas johtui liikkeen pituuden muutos. Täytyi tehdä ohjelmaan päivitys, jossa kuitenkin meni kaikki uusiksi.

Laitteen ohjelmat tehtiin tikapuuohjelmalla ja pelkästään pääohjelmassa toimivaksi. Tästä seurauksena, ohjelman rakenne on melko sekava ja jonkin ominaisuuden lisääminen tai muuttaminen vaikuttaa yleensä useaan toimintoon. Lisäksi mahdollinen ongelmien etsiminen on vaikeaa.

Ohjelma on tehty niin, että laitteen eri osat on kytketty logiikan lähtöihin Q0.0 – Q2.7. Esimerkiksi logiikan antaessa ensimmäiseen lähtöön tiedon, ohjausjännite kulkeutuu salkomoottorin releelle, joka vetää ja näin pyörittää salkomoottoria. Lähtö on ohjelmoitu toimimaan SR-kiikulla, eli tarvitaan yksi pulssi, joka antaa kiikulle SET-käskyn. Tämän jälkeen kiikku jää odottamaan RESET- käskyä, joka annetaan kun anturi huomaa että salko on liikkunut oikeaan paikkaan. Näin moottori pysähtyy ja voidaan siirtyä seuraavaan vaiheeseen. Mikäli salko loppuu ennen kuin toinen pää saavuttaa anturin, toinen lähtö aktivoituu ja tähän lähtöön on tehty napaisuudenkääntökytkentä, jonka takana salkomoottori siis on.

Porainstrumenttien käyttö hoituu samalla tavalla.

Kelkan liikutus on hieman monimutkaisempaa. Kun salko on katkaistu, menee eräs SR-kiikku SET-tilaan, ja tämä käskyttää taajuusmuuttajan liikkeelle. Välissä

on kuitenkin ajastin, joka jättää pienen viiveen liikkeellelähtöön –sekä katkaisussa, että porauksessa. Tämä siksi, että esimerkiksi poran porattua reiän, se ehtii nousta ylös, ennen kuin kelkka lähtee liikkeelle.

Moottorin lähtiessä pyörimään, antaa akselin päässä oleva pulssianturi logiikalle välittömästi pulsseja. Jokaista kierrosta kohden, logiikalle tulee 360 pulssia. Tämä pulssimäärä ohjataan laskurille, jolle on annettu oikean paikan osoite pulsseina. Pulssimäärän tullessa täyteen, laskuri aktivoituu ja katkaisee taajuusmuuttajan ohjaustiedon. Näin kelkka pysähtyy ja se on täsmälleen oikeassa paikassa. Tästä annetaan taas käsky halutulle poralle, joka poraa oikeaan paikkaan oikean reiän.

Nykyisessä ohjelmassa käytetään ainoastaan ajastimia, laskureita sekä SR – kiikkuja. Jo näitä yhdistelemällä saadaan toteutettua hyvin monipuolisia toimintoja. Seuraavan ohjelman olisi tarkoitus käyttää muistipaikkoja, sekä vertailu-toimintoa.

6 TESTAUS

Laite rakennettiin ikään kuin pala kerrallaan ja testattiin sitä mukaa, kun jokin osa valmistui. Näin laitteen valmistuttua, ei varsinaista testijaksoa ollut lainkaan. Testauksen myötä nähtiin miten kyseinen osa toimii, jos toimii ollenkaan. Tästä oli sitten hyvä kehittää osaa yhä paremmaksi. Laitteen valmistumisella ei ollut mitään aikataulua, koska osia oli jo pitkään valmistettu manuaalisesti ja voitiin valmistaa yhä, joten laitetta voitiin testata ja hioa kaikessa rauhassa.

ONGELMAT

Alkuvaiheessa, kun laite oli saatu kasaan ja ensimmäinen ohjelma saatiin valmiiksi, ilmeni paljon monenlaisia ongelmia. Yksi kerrallaan nämä korjattiin ja muokattiin osia tai ohjelmaa tarvittaessa erilaiseksi, kunnes se saatiin toimimaan halutulla tavalla.

Eniten ongelmia aiheutui puristimessa olevasta mikrokytkimestä, johon liikkuva alumiinisalko aina ennen katkaisua tökkäsi. Kytkin ei kestänyt pitkään ja se oli vaihdettava tietyin väliajoin uuteen. Korjasin ongelman vaihtamalla mikrokytkimen tilalle induktiivisen anturiin, johon ei tarvita ollenkaan kontaktia, jolloin se ei myöskään kulu. Näitäkin rikkoutui aluksi muutama, koska en rakentanut minkäänlaista suojaa sille. Alumiinisalko osui satunnaisissa virhetilanteissa anturiin ja rikkoi sen. Ratkaisuna tein anturille suojan, jonka sisään ei alumiinisalko pääse missään tilanteessa. Tämäkään ei sujunut ongelmitta, sillä tein suojan raudasta, jonka induktiivinen anturi tunnistaa paremmin ja kauempaa. Seurauksena anturi reagoi ympäröivään suojarautaan ja laite ei enää toiminut. Suojan rautamateriaali piti saada ikään kuin kauemmas anturista, jolloin sen suojauskyky taas heikkeni. Porasin hiukan isomman reiän, josta anturin pää tuli ulos ja viimeistelin reiän senkkiterällä jolloin ylimääräinen materiaali saatiin pois anturin tunnistuspään läheisyydestä. Tämä ratkaisi ongelman.

Seuraava suurempi ongelmakohta oli valmiin kappaleen poisto kelkasta. Kelkassa on kiinteä vaste, johon salko tökkää kun se saavuttaa paikkansa. Poistettaessa salkoa, tämä vaste on sitten tietysti edessä. Vaste oli näin ollen saatava liikku-

maan pois tieltä, jotta salko voitiin vetää ulos kelkasta. Ratkaisin asian tekemällä vasteen sellaiseksi, että se kääntyy tarvittaessa alaspäin ja pysyy normaalitilanteessa jousen avulla paikoillaan. Sitten oli tehtävä kappaleen poistoinstrumenttiin mekanismi, joka painaa vasteen alas kelkan tuodessa valmiin kappaleen oikealle etäisyydelle. Näin saatiin tämä ongelma poistettua.

Aluksi porayksiköissä ei ollut mitään säätömahdollisuutta, vaan olin rakennusvaiheessa vain pyrkinyt saamaan ne oikeaan kohtaan. Kun huoltotoimenpiteissä sitten joutui osia irrottamaan, eivät ne enää asettuneet oikeaan kohtaan. Tämä korjattiin rakentamalla porayksiköihin pultilla ja mutterilla toimivan hienosäätö. Pulttia pyörittämällä poran kara liikkuu haluttuun suuntaan, johon se voidaan lukita.

Käytettyjen paineilmasylinterien käyttö aiheutti myös ongelmia, sillä osa niistä oli tukossa pölystä ja muusta liasta. Myös venttiilit olivat aluksi käytettyjä ja osittain tukossa. Ne vaihdettiin myöhemmin uusiin. Lisäksi sylintereitä ei ollut mitoitettu tarpeen vaatimalla tavalla, vaan niissä oli tähän käyttöön hieman liian suuri männän pinta-ala. Tästä seurauksena, sylinterin painaessa poraa kappaleeseen, siihen kohdistunut voima oli liian suuri. Poranterät tylsyivät nopeasti ja rei'istä tuli epäsiistejä.

Vaihtoehtoina oli joko valita pienempi sylinteri, tai keksiä jokin muu keino vähentää alaspäin painavaa voimaa. Sylinterin pienennys johtaisi ylöspäin vetävän voiman vähenemiseen, jolloin pora jäisi useammin ala-asentoon. Poran jäädessä ala-asentoon ja kelkan lähtiessä liikkeelle samanaikaisesti, aiheuttaa yleensä poranterän katkeamisen, tai sitten kelkka vetää koko porayksikön vinoon ja jälki on rumaa.

Ongelmaan saatiin ratkaisu siten, että vaihdettiin sylinterin venttiili yksisuuntaiseksi ja asennettiin porayksikkö liikkumaan alaspäin kaasujousen avulla. Näin saadaan tasainen voima poratessa mutta poraa nostettaessa valmiista reiästä paineilmasylinteri vetää poran ylös ja näin on täysi poran ylösnostokapasiteetti käytettävissä. Johdotusta piti myös muuttaa siten, että poran moottori on oman lähtönsä takana ja paineilmasylinterin venttiilin lähtö omansa takana, koska nämä toiminnot eivät enää muutosten jälkeen saaneet toimia samanaikaisesti.

Ongelmia tuli suurimman reiän osalta myös ohjelmoinnin ja poraamisen kanssa. Porat toimivat niin, että kun pora painaa mikrokytkintä, on reikä valmis. Samalla

porakone lopettaa pyörimisen. Kun poranterään toisinaan jää alumiinisia lastuja, se saattaa pysähtyä nopeasti ja jäädä jumiin. Lastut ovat sitä vahvempia mitä kovemmalla voimalla porataan. Aiempaan ongelmaan viitaten, tässä on kyse samasta porayksiköstä. Lisäsin ohjelmaan toiminnon, joka pitää tämän poran moottorin pyörimässä vaikka reikä on valmis, ja pysäyttää moottorin vasta kun kelkka lähtee taas liikkeelle. Näin poranterään jäävät lastut eivät jumita poranterää porattuun reikään niin helposti.

7 KÄYTTÖÖNOTTO

Laitte otettiin käyttöön heti kun se tuli valmiiksi. Ensimmäinen ohjelma valmistui laitteen valmistumista seuraavan illan ja yön aikana.

Alussa tuli paljon käyttökatoja jonkin osan pettäessä, tai ohjelman mentyä jostain syystä solmuun. Usein myös jokin osa rikkoutui, kun esimerkiksi taajuusmuuttaja pyöritti moottoria, vaikka sen olisi pitänyt pysähtyä, tai esimerkiksi pora oli liikkunut alas ja moottori liikutti kelkkaa. Tämä aiheutti ns. kolarin, jossa liikkuva kelkka törmäsi poraan ja väänsi sen pois paikoiltaan.

Vahingoista viisastuneena ohjelmoin laitteeseen hätäseis – napin, joka pysäyttää kaikki toiminnot ja lisäsin fyysisen napin laitteen kylkeen. Tämän jälkeen suuremmilta vahingoilta testauksessa vältyttiin.

Pikkuhiljaa tein uudistuksia ohjelmaan, sekä kokonaan uusia ohjelmia. Muuntelin fyysisiä osia, jonka myötä laitteen toimintavarmuus parani ja nykyisin sattuu enää hyvin harvoin minkäänlaista käyttökatoa.

8 YHTEENVETO

Mielestäni laite onnistui loppujen lopuksi juuri, kuten sen oli tarkoituskin. Vihreästä napista painamalla alkaa valmista osaa tulla, joten pidän lopputulosta hyvinkin onnistuneena.

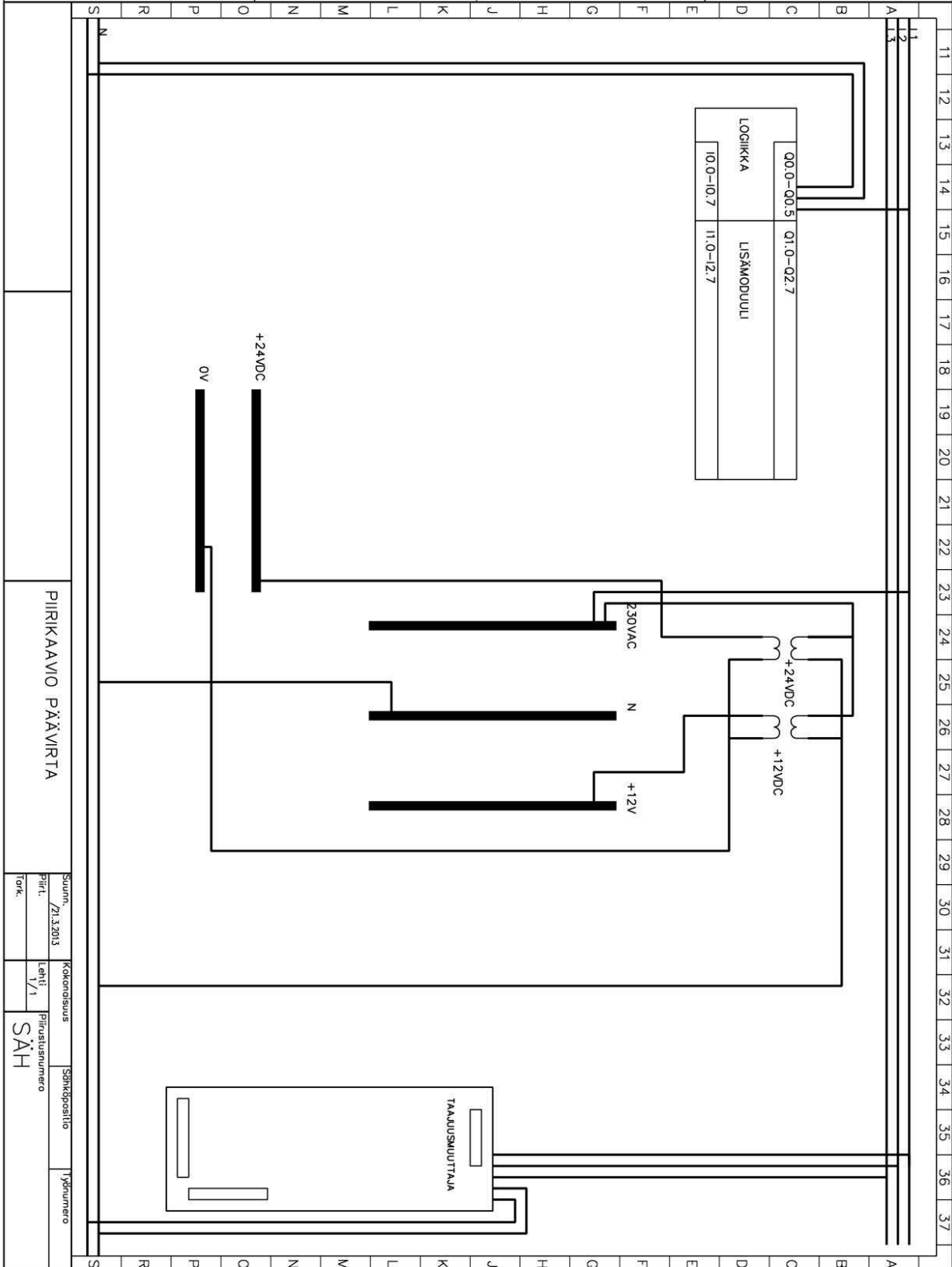
Parannettavaa toki vielä on, esimerkiksi laitetta saisi nopeammaksi ohjelmoinnin muuntamisella niin, että siirtäisi jokaisen osasen toiminnan omaan aliohjelmaan, ja vaihtaisi pulssianturin hieman pienemmällä resoluutiolla olevaan. Jälkimmäisellä logiikan vastaanottama, kelkan liikkeestä kerättävän datan määrä pienenesi ja liikettä voitaisiin vastaavasti nopeuttaa taajuusmuuttajalta. Liikkeen ohjausta voisi parantaa myös ohjelman muuttamisella siten, että kelkkaa hidastettaisiin radikaalisti esim. 2cm ennen lopullista pysäyttämistä. Näin liikkeestä johtuva pulssien tulo hidastuisi ja logiikalle jäisi enemmän aikaa reagoida pysäytykseen.

Ohjauskeskukseen olisi voinut tehdä kunnolliset johtotiet, jotta se olisi selkeämmän näköinen. Lisäksi kaikki johtimet olisi voitu vetää ohjauskeskukseen yhteen paikkaan ja laittaa yhteiseen riviliittimeen, josta johtimet jatkaisivat laitteelle. Näin kytkentöjä olisi parempi muuttaa, sekoittamatta koko johdotusjärjestelmää. Piirikaavioihin piirsin siitä huolimatta riviliittimet, koska muuten sekin olisi ollut liian sekava.

Ongelmissa mainittua porayksikköä voitaisiin parantaa: Vaihdettaisiin poran sylinterin ohjaus jälleen kaksisuuntaiseksi ja otettaisiin kaasujousi pois. Sylinterin määntää alaspäin painavaan kammioon menevään letkuun asennettaisiin paineensäädin, jolla säädettäisiin sopiva paine poraamiseen, aiheuttamatta muutoksia paineeseen ja voimaan, millä pora nostetaan reiästä.

Testausvaiheessa olisi voitu käyttää samoja palasia useamman kerran, kun säädettiin reikiä kohdalleen. Käytin jokaisella ajokerralla uutta salkoa, joten hävikkiä tuli paljon.

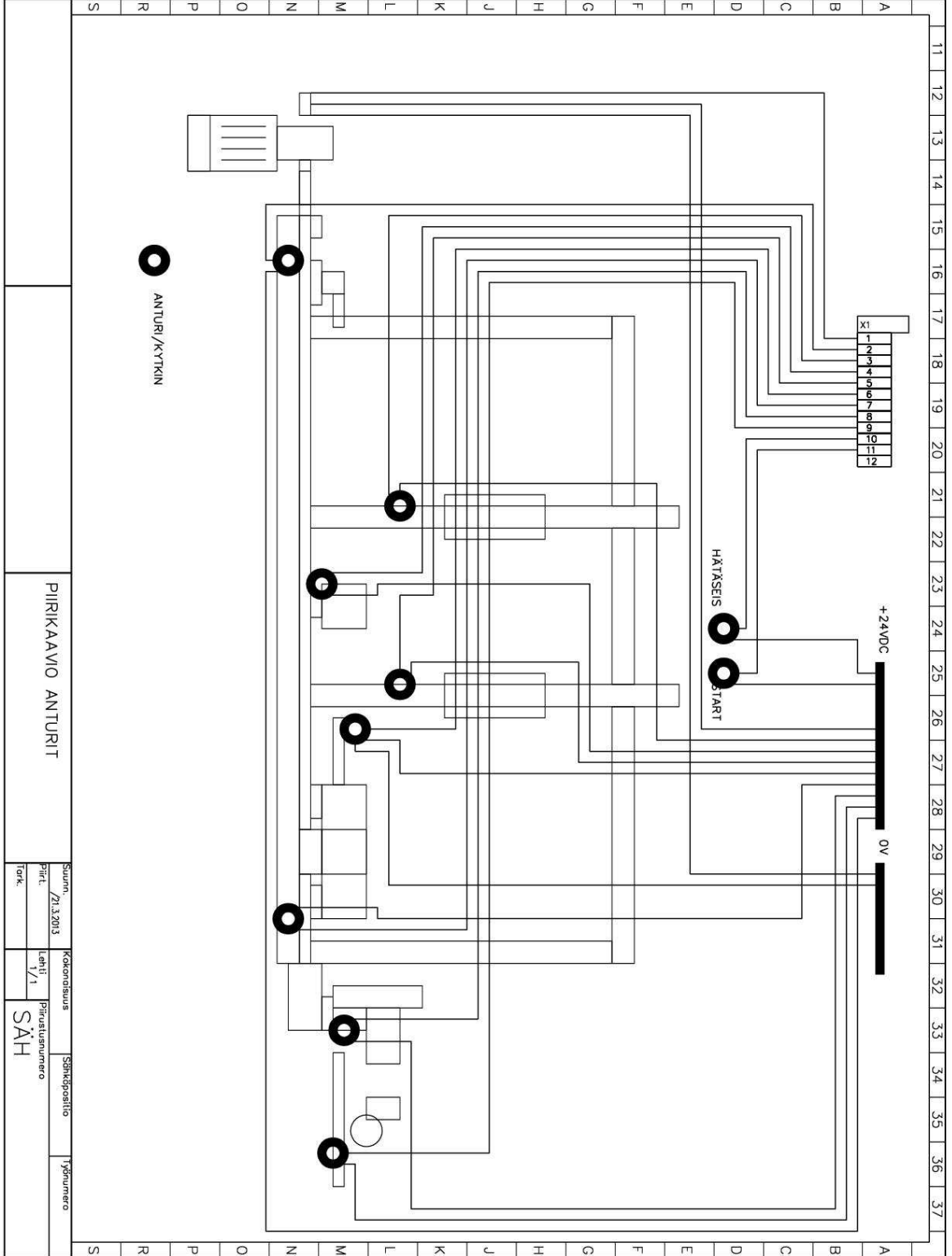
A muutos	LIITE 6/1	D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos



PIIRIKAAVIO PÄÄVIRTÄ

Suunn.	Z1.3.2013	Kokonaisuus	Sähköpostio	Työnumero
Piirt.		Lehti	Piirustusnumero	
Tark.		1/1	SÄH	

A muutos	LIITE 6/2	D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos

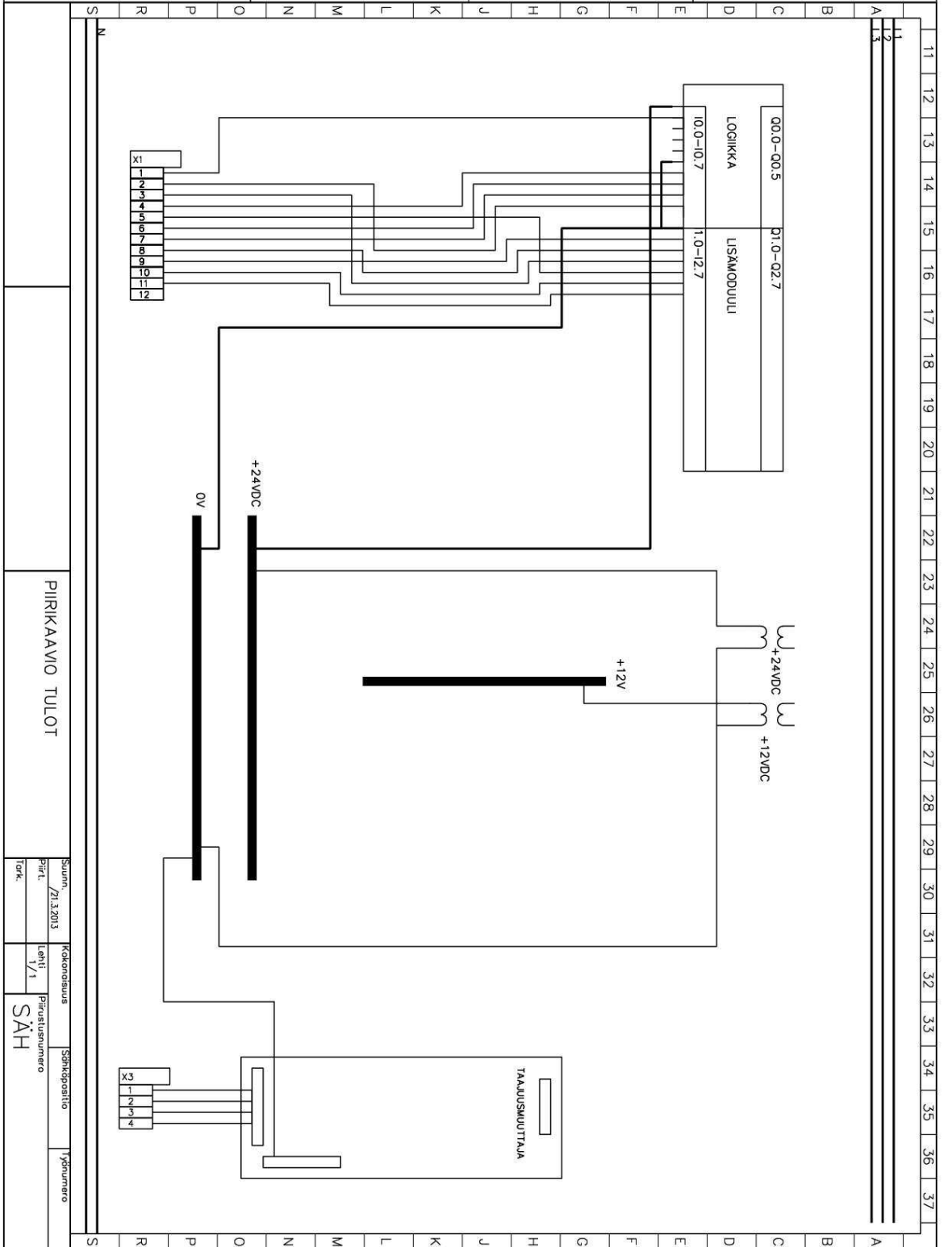


PIIRIKAAVIO ANTURIT

Suunn.	Kokonaissuus	Sisältöpaikko	Työnumero
Zi.32013	1/1		
Piirt.	Lehti	Prinatusnumero	
Tark.	1/1		

SÄH

A muutos	LIITE 6/3	D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos



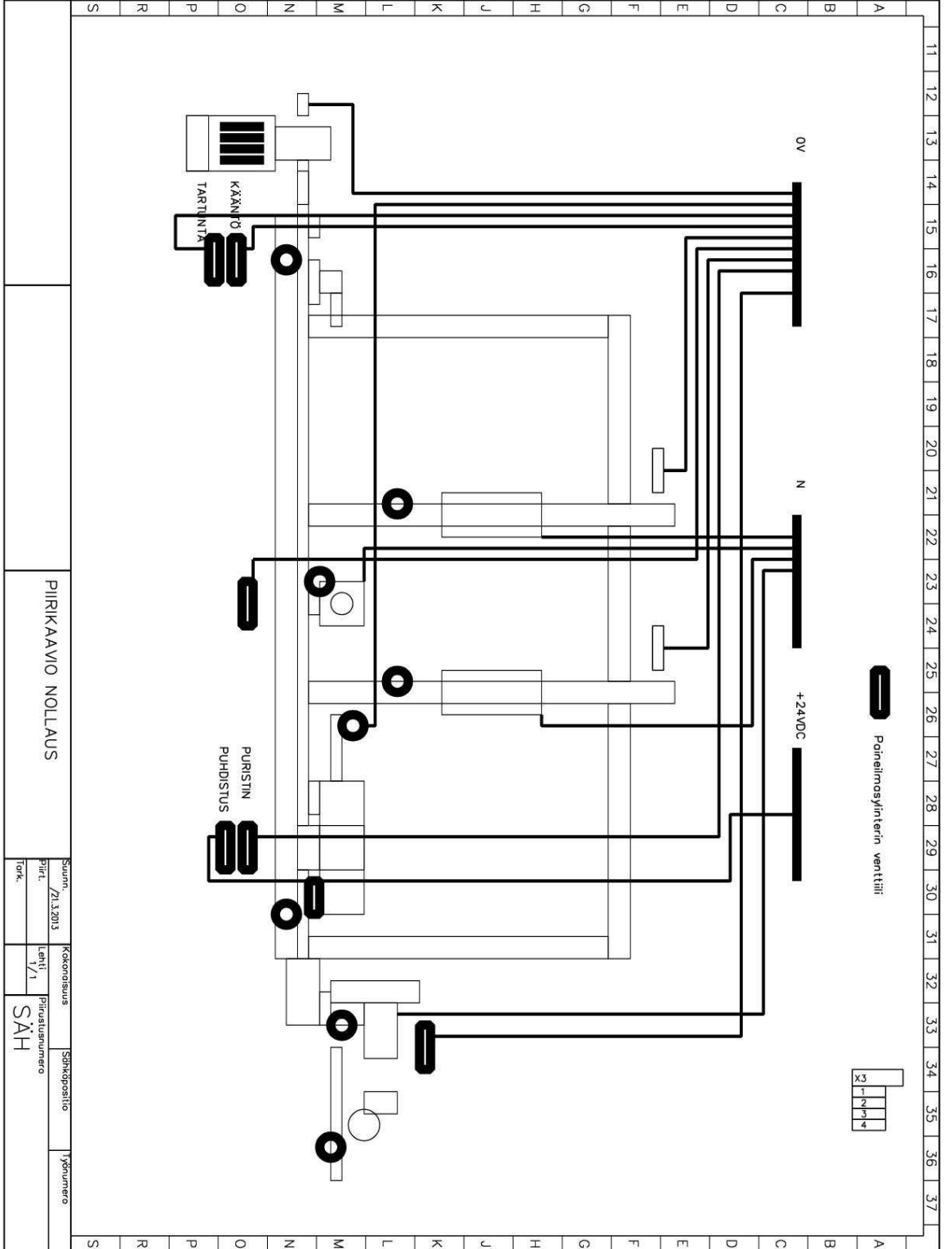
PIIRIKAAVO TULOT

Suunn. / ZI.3.2013	Kokonaissuus	Sisäkoipisto	Yksinumero
Tark.	Lehti 1/1	Piirustussnumero	

SÄH

TAALUSMUUTTALIA

A muutos	LIITE 6/4	D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos



PIIRIKAAVIO NOLLAUS

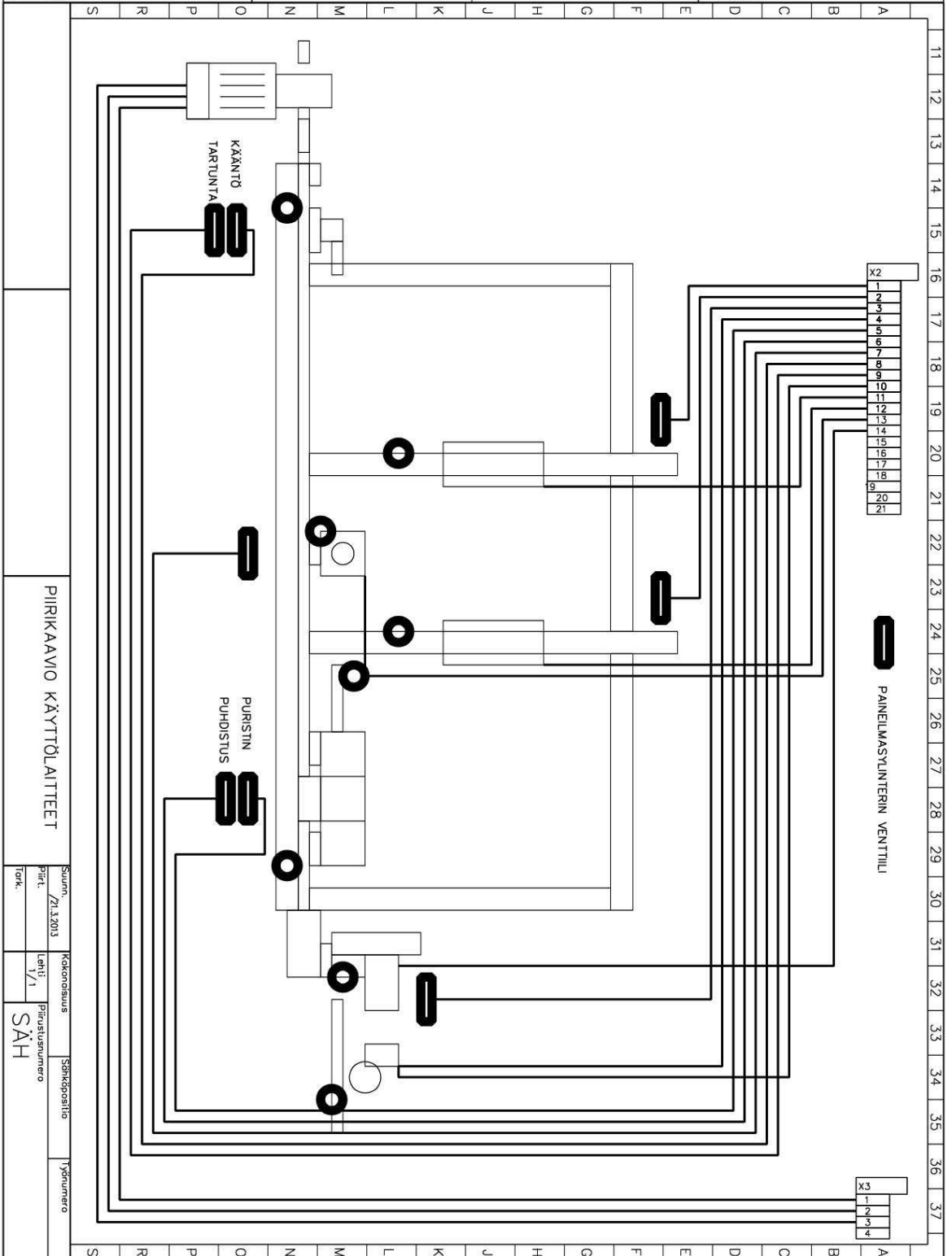
Suunn. /21.3.2013
Pj.r. /
Tark.

Kokonaisuus
Lehti 1/1

Piirustusnumero
SÄH

Sähköpiirite
Tyyppinumero

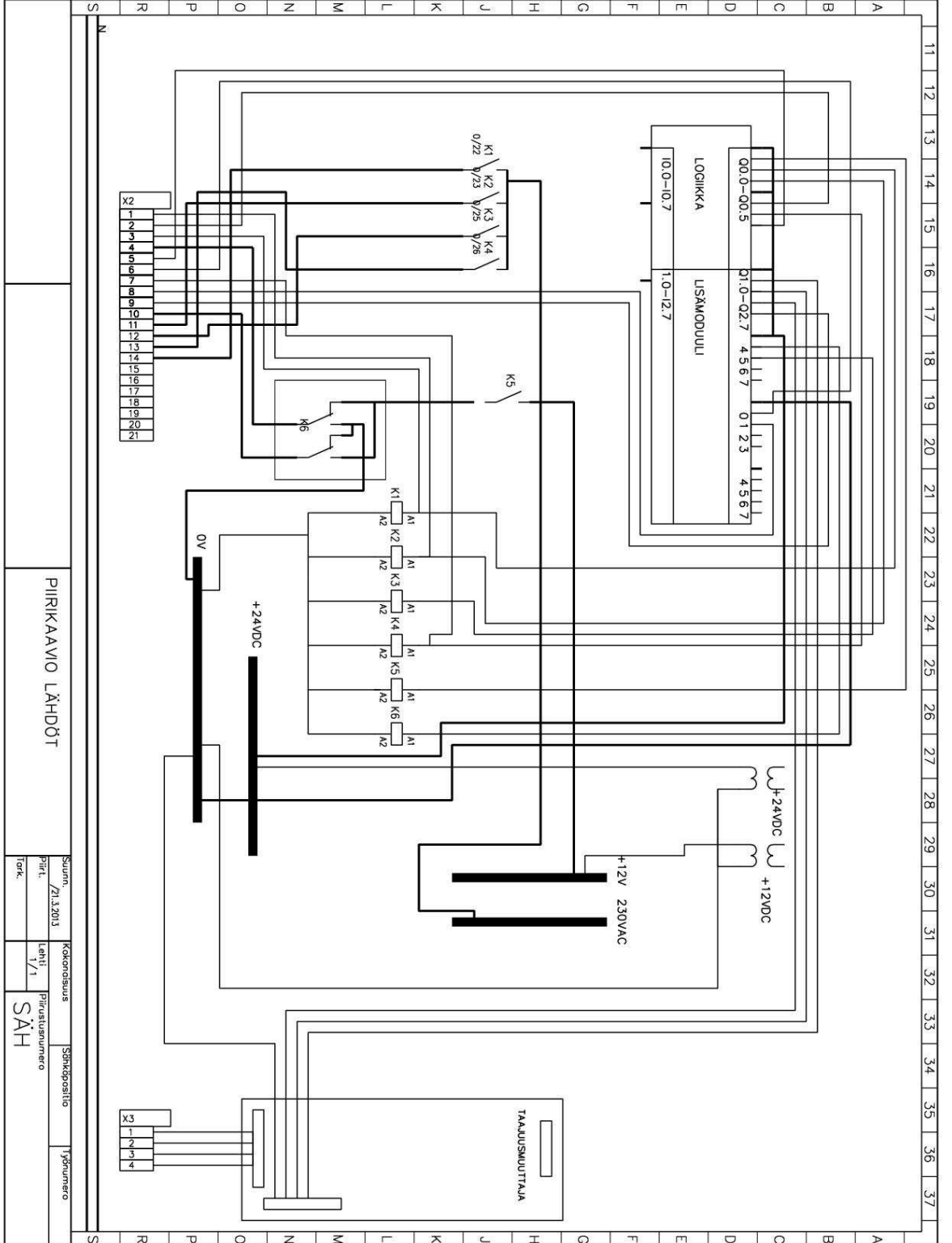
A muutos	LIITE 6/8	D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos



PIIRIKAAVIO KÄYTTÖLAITTEET

Suunn. /Z1.3.2013	Kokoonasutus	Sähköosaio	Työnumero
piirt.	Lähti /1/1	Piirustusnumero	
Tarkk.		SÄH	

A muutos	LIITE 6/6	D muutos
B muutos		E muutos
C muutos		F muutos



PIIRIKAAVIO LÄHDÖT

Suunn.	Zilj.2013	Kokonaissuus	Sähköpiirros	Työnumero
Piir.		Lehti		
Tark.		Piirustussuunnitelma		
SÄH				