

Sauli Puputti

## **SUOLANPOISTOSARJOJEN AUTOMATISOINNIN SUUNNITTELU**

# SUOLANPOISTOSARJOJEN AUTOMATISOINNIN SUUNNITTELU

Sauli Puputti  
Opinnäytetyö  
Kevät 2021  
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-  
ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto

---

Tekijä: Sauli Puputti

Opinnäytetyön nimi: Suolanpoistosarjojen automatisoinnin suunnittelu

Työn ohjaaja: Timo Heikkinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 45 + 8 liitettä

---

Tämä opinnäytetyö on suunnitelma voimalaitoksen vesilaitoksen suolanpoistosarjojen vaiheittaisesta automatisoinnista Kauttuan voimalaitoksella. Työ tehtiin Adven Oy:n tilauksesta. Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia Adven Oy:lle suunnitelma sekä hinta-arvio suolapuhdistuslaitoksen automatisoinnista.

Projekti koetaan tarpeelliseksi, koska kyseisen suolanpoistoprosessin ohjaus on vanhanaikaista ja manuaalista sekä laitteisto kaipaa päivitystä. Automaatio-ohjaus vähentäisi käyttöhenkilöstön työkuormaa.

Suunnitelma tehtiin vaiheittaiseksi budjetillisista syistä, ensimmäisessä vaiheessa suunniteltiin vain magneettiventtiilin vaihto. Toisessa vaiheessa suunniteltiin venttiilien ja niiden toimilaitteiden päivitys. Viimeisessä vaiheessa suunniteltiin automatisointi eli laitoksen ohjauksen muutos automaatiojärjestelmään. Suunnitelma luotiin yhdessä Valmet Kauttua Oy:n työntekijöiden kanssa.

Lopputuloksena olevan suunnitelman ja hinta-arvion perusteella Adven Oy pystyy tekemään päätöksen mahdollisesta suolanpoistosarjojen automatisoinnin investoinnista, investoinnin aikataulusta ja kustannuksista. Investoinnin myötä Adven Oy saisi modernin ja päivitetyn suolanpoistoprosessin, jota on helppo ja vaivaton operoida ja huoltaa.

---

Asiasanat: teollisuusautomaatio, Valmet DNA, vesilaitos, suunnittelu, automaatiosuunnittelu, suolanpoistosarjat

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering, Option of Automation Engineering

---

Author: Sauli Puputti

Title of thesis: Design of Automation for Demineralization Process

Supervisor: Timo Heikkinen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021

Number of pages: 45 + 8 appendices

---

This thesis was written to produce designs for an automatic demineralization process at power plant in Kauttua. Designs were commissioned by Adven Oy. The plan for automatization is designed to be executed in three steps. First step is to replace old solenoid valves, second is to replace actuators and valves and last, third step is to connect demineralization process to Valmet DNA automation system. Adven Oy was given a price estimate of the whole project. Adven Oy also received ready to test software for Valmet DNA.

Based on this project, Adven Oy can conclude a time scale and the cost of automated demineralization process. By the investment, Adven Oy would get a modern and updated demineralization process that is easy to use and effortless to operate and maintain.

---

Keywords: industrial automation, Valmet DNA, water treatment plant, designing, automation engineering, demineralization process

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	TYÖN KOHDE .....	8
2.1	Adven Oy.....	8
2.1.1	Adven Kauttua .....	8
2.1.2	Kauttuan voimalaitos .....	9
2.2	Valmet Oyj.....	9
2.2.1	Valmet Kauttua Oy.....	10
2.2.2	Kauttuan voimalaitoksen sähkökunnossapito .....	10
3	SUOLANPOISTOLAITOS.....	11
3.1.1	Vahva kationinvaihdin.....	12
3.1.2	Heikko anioninvaihdin.....	13
3.1.3	Vahva anioninvaihdin.....	14
3.1.4	Sekavaihdin .....	15
4	TYÖN ESITTELY .....	16
4.1	Vaihe 1 .....	16
4.1.1	Magneettiventtiilien tarjouspyyntö.....	16
4.1.2	Suuntaventtiili .....	16
4.2	Vaihe 2 .....	19
4.2.1	Sulkuventtiili.....	19
4.2.2	Toimilaite .....	19
4.2.3	Rajakoneisto.....	20
4.3	Vaihe 3 .....	21
4.3.1	Valmet DNA -automaatiojärjestelmä.....	21
4.3.2	Valmet DNA Explorer.....	24
4.3.3	Picture Designer .....	27
4.3.4	Valmet Function Block CAD .....	27
5	TYÖN SUORITUS .....	29
5.1	Ensimmäinen vaihe .....	29
5.1.1	Magneettiventtiilien uusinnan suunnittelu .....	29
5.1.2	Magneettiventtiilien ja välireleiden tarjouspyynnöt.....	31
5.2	Toinen vaihe.....	32
5.2.1	Suunnittelutyö venttiilien uusinnasta.....	32
5.2.2	Venttiileiden ja toimilaitteiden tarjouspyynnöt .....	35

5.3	Kolmas vaihe .....	36
5.3.1	Automatisoinnin suunnittelu .....	36
5.3.2	Tarjouspyyntö automaatiojärjestelmän laajennuksesta .....	37
5.3.3	Valmet DNA ohjauspiirit ja sekvenssit .....	38
6	YHTEENVETO JA POHDINTA .....	43
	LÄHTEET .....	45
	LIITTEET .....	23

# 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö toteutettiin yhdessä Valmet Kauttua Oy:n henkilöstön kanssa ja toteutettiin Adven Oy:n tilauksesta heidän voimalaitokselleen Kauttualle. Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus tehdä vaiheittaiset suunnitelmat voimalaitoksen vesilaitoksen suolanpoistosarjojen päivitykselle. Suolanpoistosarjojen päivityksessä manuaalikäyttöinen osaprosessi päivitetään automaattiseksi automaatiojärjestelmäohjattavaksi prosessiksi.

Opinnäytetyössä fyysistä työtä on hyvin vähän ja suurin osa työstä onkin suunnittelua ja automaatiojärjestelmän toimintakaavioiden ja toimintasekvenssien luomista Valmet DNA automaatiojärjestelmän suunnitteluympäristössä. Projekti suunnitellaan toteutettavaksi kolmessa vaiheessa kustannuksien hajauttamisen vuoksi.

Tässä opinnäytetyössä ajoittaisessa yhteistyössä tekijän kanssa ovat olleet Valmet Kauttua Oy:n henkilöstöstä voimalaitoksen alueesta vastaava kunnossapitoinsinööri Rauli Malmi sekä Valmet DNA automaatiojärjestelmään perehtynyt automaatio suunnittelija Seppo Salonen. Lisäksi käytännön töissä mukana on ollut myös Valmet Kauttua Oy:n voimalaitoksen alueen kunnossapitoasentaja Juha Mäkinen.

## 2 TYÖN KOHDE

Seuraavana esitellään opinnäytetyössä mukana olleet yritykset. Alla mainittujen yritysten lisäksi yhteistyötä tehtiin jonkin verran myös ETH Group Oy:n kanssa.

### 2.1 Adven Oy

Adven Oy on vuonna 2011 perustettu Pohjoismaissa sekä Baltiassa operoiva energia-alan toimija. Sen toiminta alkoi kuitenkin vasta 2012 yrityskaupan myötä, kun Fortum Oyj myi tytäryhtiönsä Fortum Energiaratkaisut Oy:n sekä Fortum Termest AS:n EQT Infrastructure Fund -nimiselle sijoitusyhtiölle ja nimesi sen Adven Oy:ksi (1). Vuonna 2016 EQT Infrastructure Fund myi Adven Oy:n AMP Capital and Infracapitalille.

Yrityksen lyhyehköstä toiminta-ajasta huolimatta kokemusta on kuitenkin kertynyt reilusti, sillä Advenilla ja edeltäjillään on lähes 40 vuoden kokemus ja asiantuntemus energiatekniikasta. Adven Oy:n toimialueita energia- ja vesiratkaisuissa ovat muun muassa Pohjoismaat ja Baltian alueet. Yritys on kehittänyt teollisuustarjoomaansa ja palveluitansa kohti ympäristövastuullista energiantuotantoa: raskasta polttoöljyä vaativista ratkaisuista energian tuotannossa nykyaikaisiin ympäristövastuullisiin energiaratkaisuihin, joissa pyritään minimoimaan fossiiliset polttoaineet sekä ympäristöpäästöt. (2.) Advenilla oli 166 työntekijää vuoden 2019 tilikauden mukaan. Tämän lisäksi yritys käyttää useita aliurakoitsijoita, kuten Kauttuan voimalaitoksen sähkökunnossapidosta vastaavaa Valmet Kauttua Oy:tä.

#### 2.1.1 Adven Kauttua

Euran Kauttualla sijaitsevaa tehdasmiljöötä voidaan pitää suomalaisena teollisuuden kansallismaisemana, niin paljon on erilaista teollisuutta harjoitettu Kauttualla jo 1500-luvulta alkaen. Historia alkoi rautaruukilla, joka ajan kanssa muuntautui paperitehtaaksi. Vuonna 1985 paperitehtaan läheisyyteen nousi Ahlströmin voimalaitos, josta saatiin lämpöä paperitehtaalle. Nykyisin voimalaitos tuottaa höyryä paperitehtaalle sekä kaukolämpöä ja sähköä lähialueille. Voimalaitos on useiden omistajanvaihdosten jälkeen siirtynyt Adven Oy:n omistukseen. (3.) Kauttuan yksikössä työskentelee yhteensä 15 työntekijää.

## 2.1.2 Kauttuan voimalaitos

Kauttuan voimalaitos on perustettu A. Ahlström Osakeyhtiön toimesta Euran Kauttualle. Vuonna 1958 valmistui ensimmäinen voimalaitoskattila Kauttualle, jonka jälkeen kattiloita on tarpeen mukaan uusittu ja päivitetty. Ensimmäinen, vuonna 1958 valmistunut kattila, LaMont oli pääasiallisesti hiilipolttoinen. LaMont-kattila oli teknisesti pakotettu kiertovesikattila. Kun LaMontin polttoainetehto ei enää riittänyt, päätettiin rakentaa toinen, parempi kattila rinnalle. Tämä toinen kattila oli Pyroflow-tyyppinen kiertoleijukattila, joka valmistui vuonna 1981. Sen ensisijaisena polttoaineena käytettiin turvetta. Rinnakkaispolttoaineena käytettiin energijättepaperia. Vuonna 1981 valmistunut Pyroflow-kattila on maailman ensimmäisiä kiertoleijukattiloita. Toiminnan varmistamiseksi käytettiin rinnakkain Pyroflow-kattilaa sekä varakattilana toiminutta LaMontia vuoteen 1992 asti. Vuonna 1992 valmistui Thermoflow-öljykattila. Öljykattilan rakentamisen syynä oli LaMont-kattilan ikä sekä öljykattilalla saatava parannus toimintavarmuuteen sekä käynnistysnopeuteen. Öljykattila siis rakennettiin varakattilaksi toimimaan rinnakkain Pyroflow-kattilan kanssa.

Kauttuan voimalaitoksella tuotetaan höyryä, kaukolämpöä sekä sähköä. Ensisijainen tuotanto keskittyy höyryyn, joka ohjataan lähes kokonaan alueella sijaitsevaan paperitehtaaseen. Höyryä käytetään myös turbiinin pyörittämiseen, josta saadaan sähköä valtakunnan verkkoon. Sähkön tuotanto on varsin pieni osa Kauttuan voimalaitoksen tuotannosta. Kaukolämpöä voimalaitos tuottaa lähialueen kiinteistöjen lämmitykseen. Alla olevassa taulukossa 1 on tietoja Kauttuan voimalaitoksen tuotantotehoista.

TAULUKKO 1. Kauttuan voimalaitoksen tuotantotehot

Nimike	Tyyppi	Teho	Tuotto
Pyroflow	Kiertoleijukattila	65 MW	25 kg/s 84 bar 500 °C
Thermoflow(varakattila)	Korkeapainehöyrykattila	40 MW	17 kg/s 38 bar 315 °C
Turbiini	Vastapaineturbiini		14 MW

## 2.2 Valmet Oyj

Valmet Oyj on vuonna 2013 perustettu suomalainen kansainvälinen teollisuuden yritys. Vaikka yritys on nuori, on takana pitkä historia teollisuudessa, alkaen 1700-luvulta telakkatoiminnasta. Valmet on ollut mukana monessa teollisuuden haarassa, joskin ajoittain eri nimillä. Nykyinen Valmet Oyj syntyi, kun Metso Oyj:n sellu-, paperi- ja energiapalvelut irtautuivat muodostaen Valmet-konsernin.

Valmet on maailmanlaajuinen toimittaja ja kehittäjä sellu-, paperi- ja energiateollisuuden teknologian, automaation ja kunnossapitopalveluiden tarjoajana. Yrityksellä on yli 14 000 työntekijää yli 30 maassa. (4.)

### 2.2.1 Valmet Kauttua Oy

Kauttuan paperitehtaan kunnossapito aloitti toimintansa jo vuonna 1907 samalla, kun paperitehdas aloitti toimintansa. Silloin kunnossapitoa ei ollut vielä ulkoistettu, ulkoistaminen tapahtui vasta 1900-luvun lopulla. Valmet Kauttua Oy on siis kunnossapitoyritys. Se huoltaa ja toimittaa laitteita Kauttuan paperitehtaalla, Jujo Thermalilla sekä Kauttuan voimalaitoksella, Advenilla. Tämän lisäksi Valmet Kauttua Oy tekee tilaustyönä huoltoja muiden tehtaiden paperikoneiden teloille telahionnan parissa. Yritys työllistää yhteensä noin 40 henkilöä.

Yritys on perustettu vuonna 1991 nimellä Paper Mill Service Oy, sen toimialueena oli silloin mekaaninen kunnossapito. Sähkökunnossapitoa varten perustettiin oma yrityksensä, Kauttuan Automaatio- ja Sähköpalvelu Oy vuonna 1991. Vuonna 2004 Scandinavian Mill Service Oy osana Metso-konsernia osti PMS Oy:n sekä sen aikaisen sähkökunnossapidon, Kauttuan automaatio ja sähköpalvelut Oy:n, josta syntyi Metso Mill Service Kauttua Oy. Vuonna 2013 yrityskaupan myötä Kauttuan paperitehtaan kunnossapito- sekä voimalaitoksen sähkökunnossapitotyöntekijät saivat uudet haalarit Valmetin värein. Valmet Kauttua Oy hoitaa kaiken kunnossapidon Kauttuan paperitehtaalle sekä sähkökunnossapidon, laitteiden rasvaukset ja öljyjen vaihdot Kauttuan voimalaitokselle.

### 2.2.2 Kauttuan voimalaitoksen sähkökunnossapito

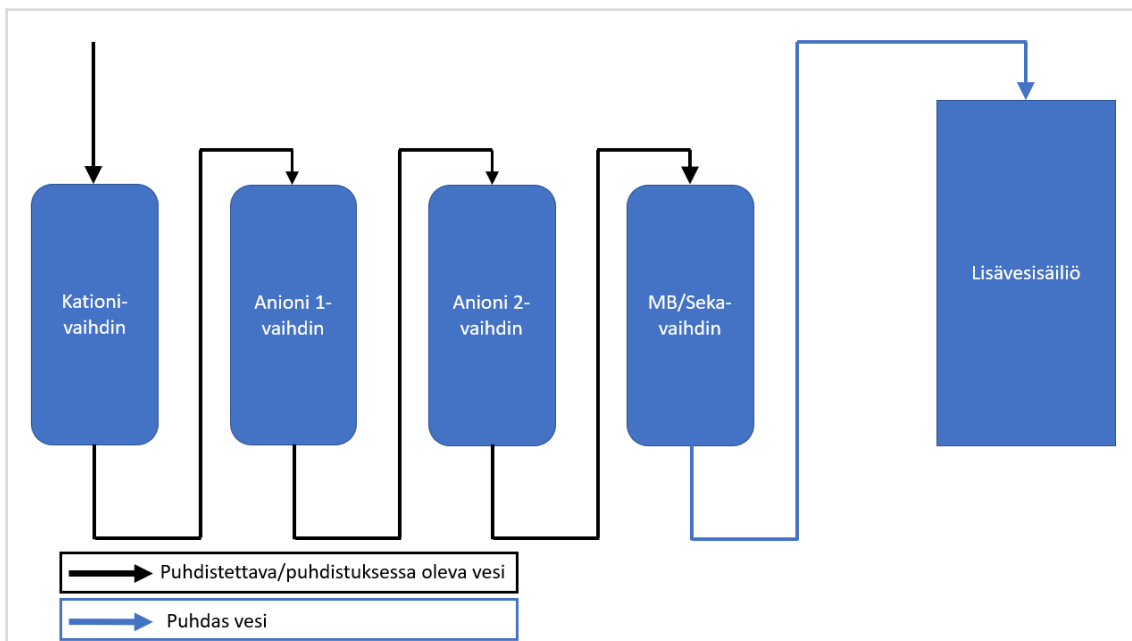
Sähkökunnossapidossa Kauttuan voimalaitoksella työskentelee päivittäin noin kaksi henkilöä. Työn kuvaan kuuluu sähköisen laitteiston huolto ja päivitys, joka tarkemmin sanottuna tarkoittaa tämän opinnäytetyön tapaisia projekteja tai sitten toisessa ääripäässä työn kuvaan kuuluu sulakkeiden ja lamppujen vaihtoa. Kauttuan voimalaitoksen kunnossapito on ulkoistettu jo vuodesta 1991 lähtien, jolloin sähkökunnossapito- palvelut siirtyivät Valmet Kauttua Oy:lle, sen aikaiselta nimeltään Kauttuan Automaatio ja Sähköpalvelu Oy:lle.

### 3 SUOLANPOISTOLAITOS

Voimalaitoksen olennainen osaprosessi on vesilaitos. Sen osia Kauttuan voimalaitoksella ovat välppä, raakaveden rumpusuodatin, raakavesipumppaamo, kemikaalipumppaamo, raakaveden hiekkasuodin, suolanpoistosarjat, neutralointiallas, sekoitussäiliö ja lisävesisäiliö. Näistä tähän projektiin liittyvät suolanpoistosarjat eli suolanpoistolaitos, jota tässä kappaleessa käsitellään.

Suolanpoistolaitoksen täyssuolanpoistossa vedestä poistetaan kaikki epäpuhtaudet mahdollisimman tarkasti. Suolanpoistoprosessin valvonnasta ja huollosta vastaa aina asiantunteva henkilökunta, jotta suolanpoisto onnistuisi eivätkä laitteet kärsisi sitä suorittaessa. Täyssuolanpoistoon tarvittavat laitteet ovat kalliita sekä työläitä vaihtaa. (5.)

Suolanpoistoprosesseja on monia erilaisia riippuen kyseessä olevan voimalaitoksen kattilan lieriöpaineesta. Alle 40 baarin lieriöissä lisävetenä voidaan käyttää pehmennyssuodatettua vettä. 40–67 baarin lieriöissä voidaan käyttää suolanpoistettua vettä, mikä tarkoittaa, että vettä käsitellään sarjaan kytketyillä kationinvaihtimella ja anioninvaihtimella. Yli 67 baarin kattiloissa pitää käyttää täyssuolanpoistettua lisävettä. Tällöin vesi täytyy käsitellä kationin- ja anioninvaihtimen jälkeen esimerkiksi sekavaihtimella. (6.) Suolanpoistolaitoksen rakenne näkyy havainnekuvasta 1 ja siinä näkyvät myös Kauttuan voimalaitoksella käytössä olevat neljä vaihdinta, jotka poistavat vedestä ioneita ennen kuin vesi päätyy lisävesisäiliöön. (Kuva 1.)

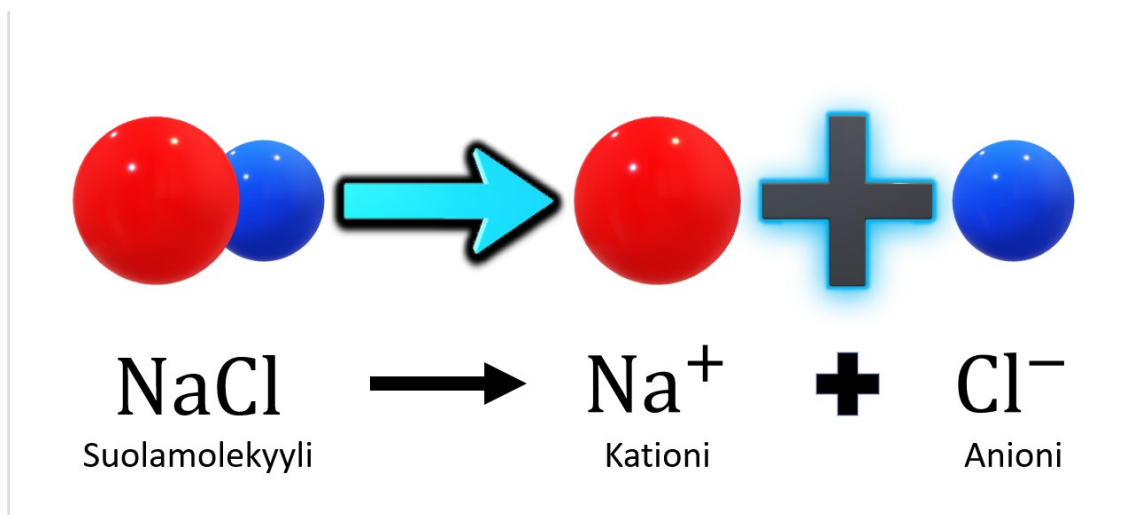


KUVA 1. Suolanpoistolaitos

### 3.1.1 Vahva kationinvaihdin

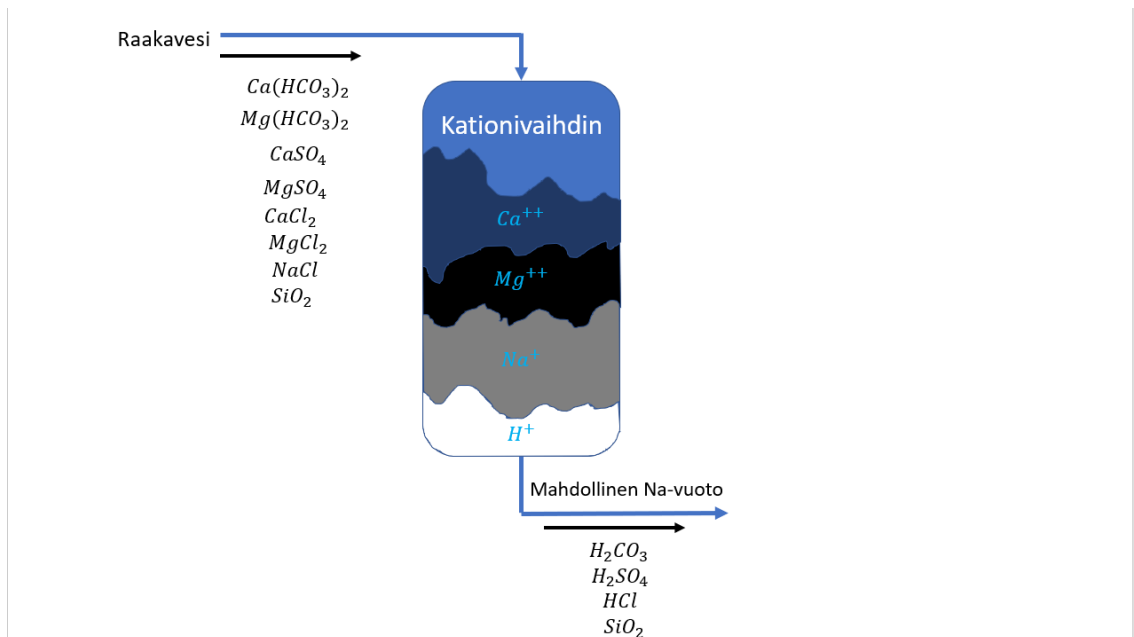
Vahva kationinvaihdin on yleensä ensimmäinen ionivaihdin suolanpoistolaitoksessa. Kauttuan voimalaitoksella sijaitsevassa suolanpoistolaitoksessa kationinvaihdin tulee järjestyksessä ensimmäisenä, kun raakavesi virtaa vaihtimien läpi. Vaihtimia on yhteensä neljä kappaletta, joista kolme on ionivaihtimia ja yksi sekavaihdin.

Kationi on positiivisesti varautunut ioni. Ioni on atomi tai atomiryhmä, jolla on sähköinen varaus. Kun aine, esimerkiksi happo tai emäs, liuotetaan veteen, syntyy dissosioitumalla positiivisesti varautuneita ioneja eli kationeja sekä negatiivisesti varautuneita ioneja eli anioneja (6). Esimerkkinä on kuvassa 2 ruokasuolamolekyylin hajaantuminen kationeiksi ja anioneiksi.



KUVA 2. Ruokasuolan hajaantuminen

Kationinvaihdin on täytetty kationimassalla, joka hoitaa puhdistuksen. Kationimassa muodostuu negatiivisesti varautuneista muoveista. Kationimassa poistaa vedestä kaikki kationit. (Kuva 3.)

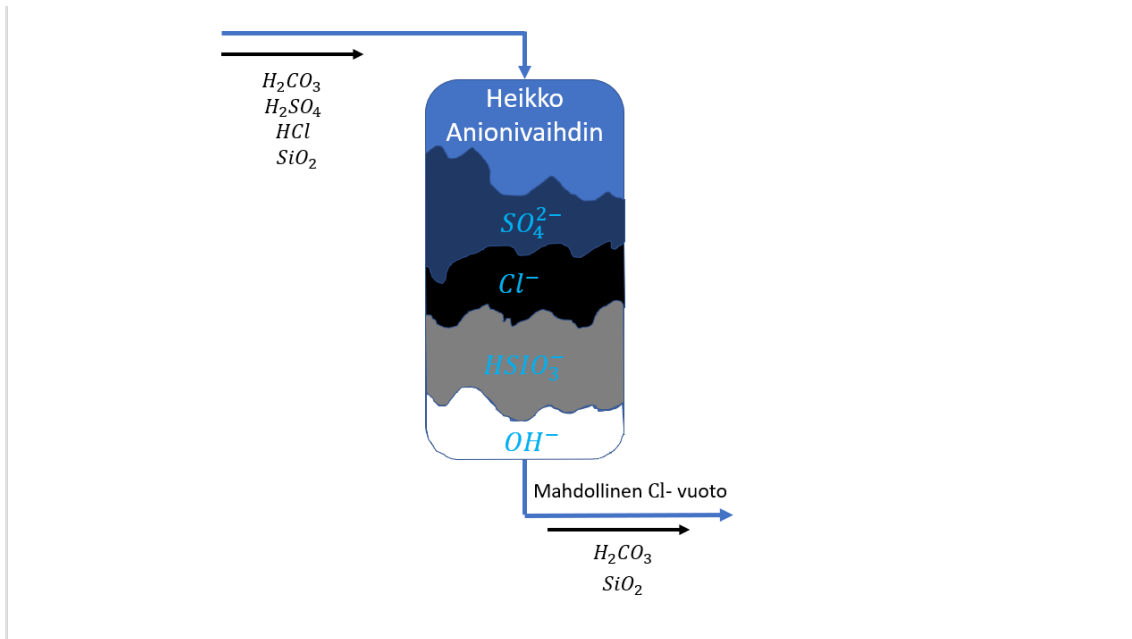


KUVA 3. Kationinvaihdin ja sen toiminta

### 3.1.2 Heikko anioninvaihdin

Heikko anioninvaihdin tulee järjestyksessä toisena Kauttuan voimalaitoksen vesilaitoksessa. Anioninvaihdin on kationinvaihtimen vastakohta, kun kationinvaihdin vetää puoleensa positiivisesti varautuneita atomeja, vetää anioninvaihdin puoleensa negatiivisesti varautuneita atomeja.

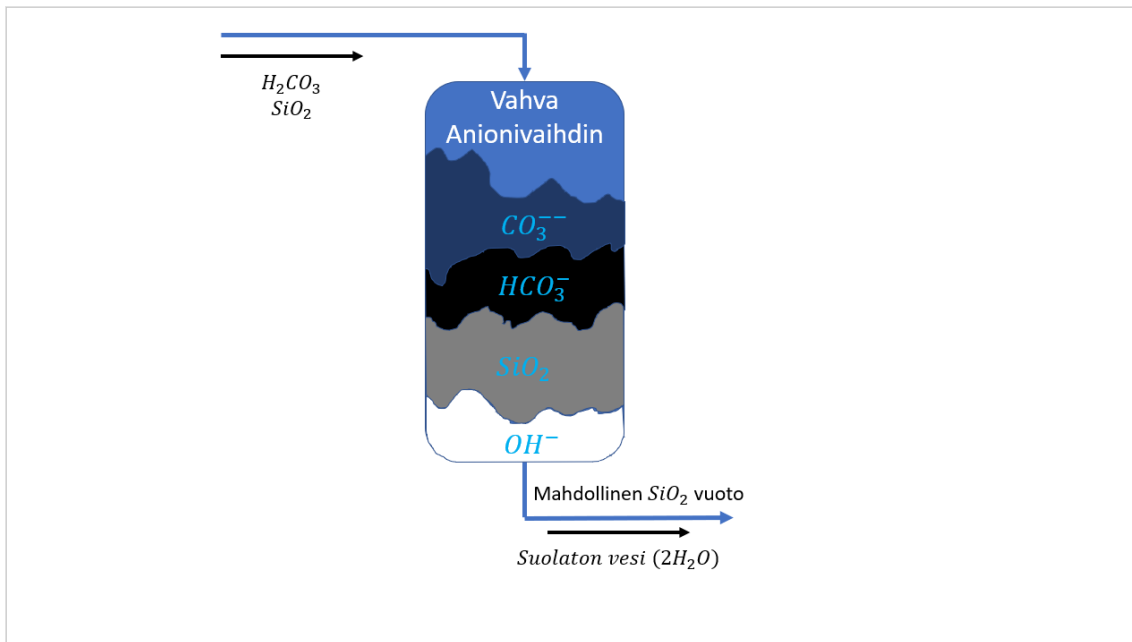
Heikossa anioninvaihtimessa on hartsimassaa, joka erottaa vedestä kuvan 4 mukaiset yhdisteet. Heikko anioninvaihdin kykenee sitomaan vahvoja anioneja.



KUVA 4. Heikko anioninvaihdin ja sen toiminta

### 3.1.3 Vahva anioninvaihdin

Vahva anioninvaihdin on kolmantena vesilaitoksen suolanpoistosarjoissa. Vahva anioninvaihdin on periaatteeltaan sama kuin heikko anioninvaihdin, mutta nimensä mukaan vahvempi. Vahva anioninvaihdin poistaa vedestä muun muassa  $CO_3^{2-}$  sekä  $SiO_4^{4-}$  yhdisteet. Tarkempi reaktioyhtälö näkyy alla olevassa kuvassa (kuva 5).



KUVA 5. Vahva anioninvaihdin ja sen toiminta

### 3.1.4 Sekavaihdin

Sekavaihdin on järjestyksessä viimeinen Kauttuan voimalaitoksen vesilaitoksen suolanpoistolaitoksessa. Useissa voimalaitoksissa ei tarvita sekavaihdinta ollenkaan, mutta Kauttualla sekavaihdinta pitää käyttää, koska kiertovesikattilan lieriöpaine on niin korkea, yli 67 baaria. Yli 67 baarin kiertovesikattiloissa sekä kaikissa läpivirtauskattiloissa lisäveden laatuvaatimukset ovat niin korkealla, ettei kolme ionivaihdinta riitä takaamaan riittävän puhdasta lisävettä vaan lisäksi tarvitaan vahva kationinvaihdin tai, kuten tässä tapauksessa, sekavaihdin. (6.)

Sekavaihdin on nimensä mukaan sekoitus kationimassaa sekä anionimassaa. Sekavaihtimen tarkoituksena on laskea entisestään veden johtokykyä eli pienentää veden suolapitoisuutta (5).

## 4 TYÖN ESITTELY

Opinnäytetyössä suunnitellaan kolmessa vaiheessa toteutettava automaatiuusinta. Vaiheet ovat magneettiventtiilien vaihto, venttiilien ja toimilaitteiden vaihto sekä mainittujen laitteiden automaatiojärjestelmään liittäminen. Opinnäytetyö sisältää vain suunnittelun; toteutusosa ei kuulu opinnäytetyöhön.

### 4.1 Vaihe 1

Ensimmäisessä vaiheessa korvataan vanhat magneettiventtiilit uusilla. Uusinta nähdään tarpeelliseksi, koska magneettiventtiilien käyttöikä on loppumassa. Magneettiventtiilit vaihdetaan 230 V AC:n malleista 24 V DC:n malleihin, jolloin niitä voidaan ohjata suoraan 24 V:n tasajännitteellä toimivasta järjestelmästä. Ensimmäisessä vaiheessa tehdään tarjouspyyntö magneettiventtiileistä.

#### 4.1.1 Magneettiventtiilien tarjouspyyntö

Kullakin vaihtimella on 8–10 magneettiventtiiliä ja niin ollen magneettiventtiilejä on neljällä vaihtimella yhteensä 35 kappaletta. Lisäksi varaosiksi täytyy ostaa muutama magneettiventtiili. Varastoon sijoitettava varaosamäärä on riippuvainen kohteeseen sijoitettavien venttiilien määrästä sekä ennalta arvioidusta käytöstä.

Tarjouspyyntöä tehdessä tulee antaa hyvät lähtötiedot toimittajalle. Mieluummin annetaan redundanttista tietoa kuin liian niukasti tietoa. Mikäli antaa niukasti tietoa, voi esimerkiksi magneettiventtiin kelajännite olla väärä tai jokin muu toimintaa estävä väärä tieto johtaa uuteen tilaukseen.

Aikataulu ja kiire on myös tarjoukseen vaikuttava asia. Näissä vaikuttaa juuri toimittajan valmius toimittaa tilaus eli siis toimitusaika. Mikäli ei ole varmuutta toimittajan valmiudesta tai tiedetään ennestään, ettei toimittaja pysty pitämään kiinni toimitusaajoista, on vaarana koko projektin lykkääntyminen, joten silloin kannattaa miettiä toista toimittajaa.

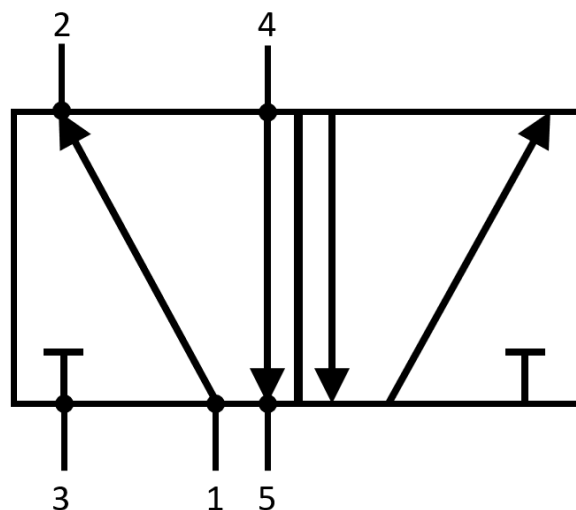
#### 4.1.2 Suuntaventtiili

Nimensä mukaisesti suuntaventtiilit ohjaavat käytetyn väliaineen, kuten esimerkiksi ilmavirran, suuntaa. Niiden tehtävänä on yhden tai useamman virtaustien avaaminen ja sulkeminen. (7.) Suuntaventtiilejä on useita erilaisia monilla eri toiminnoilla (kuva 6).

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yksi toimintasuunta</li> <li>• Kaksi toimintasuuntaa</li> <li>• Kolme toimintasuuntaa</li> <li>• Neljä toimintasuuntaa</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2/2-suuntaventtiili, normaalisti suljettu</li> <li>• 2/2-suuntaventtiili, normaalisti avoin</li> <li>• 3/2-suuntaventtiili, normaalisti suljettu</li> <li>• 3/2-suuntaventtiili, normaalisti avoin</li> <li>• 3/3-suuntaventtiili, keskiasento suljettu</li> <li>• 4/2-suuntaventtiili</li> <li>• 4/3-suuntaventtiili, suljettu keskiasento</li> <li>• 4/3-suuntaventtiili, osittain suljettu keskiasento</li> <li>• 5/2-suuntaventtiili</li> <li>• 5/3-suuntaventtiili, suljettu keskiasento</li> <li>• 5/3-suuntaventtiili, osittain suljettu keskiasento</li> <li>• 5/4-suuntaventtiili</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaksi liitintää, yksi virtaussuunta</li> <li>• Kaksi liitintää, suljettu</li> <li>• Neljä liitintää, kaksi virtaussuuntaa</li> <li>• Neljä liitintää, suljettu</li> <li>• Viisi liitintää, yksi suljettu, kaksi virtaussuuntaa</li> <li>• Viisi liitintää, suljettu</li> </ul>			

KUVA 6. Suuntaventtiilityyppejä ja toimintoja

Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan käsitellä kuin 5/2-suuntaventtiiliä, joten sen toimintaa selitetään tässä opinnäytetyössä tarkemmin kuin muiden. 5/2-suuntaventtiilissä on yhteensä 5 tuloa/lähtöä: yksi ilman sisäänpuhallus, kaksi lähtöliitintä ja kaksi ilmanpoistolle. (Kuva 7).



KUVA 7. 5/2-suuntaventtiilin tulo- ja lähtöliitännät

Suuntaventtiilien toiminta on erilainen jokaisessa toimintamallissa, mutta numerointi pysyy vakiona, vaikka toimintamalli vaihtuisi. Joidenkin valmistajien numeroinnit saattavat vaihdella, mikäli valmistaja ei ole käyttänyt ISO-standardin mukaista numerointijärjestelmää. 5/2-suuntaventtiin asentaja voidaan kuvata kirjaimilla A ja B. A tarkoittaa lepoasentoa ja B työasentoa. Kuvaa 7 hyväksikäyttäen voidaan kuvata 5/2-suuntaventtiin toimintaa. Asennossa A ilma virtaa tuloliittimestä 1 lähtöliittimeen 2, jolloin työpaine on liittimessä 2. Samaan aikaan toisesta lähtöliittimestä 4 on yhteys poistoliittimeen 5, jota kautta esimerkiksi sylinterin liikkeen puoleinen ilma pääsee virtaamaan pois. Asennossa B toiminta on käytännössä päin vastainen, ilma virtaa tuloliittimestä 1 lähtöliittimeen 4, johon syntyy työpaine. Samanaikaisesti toisesta lähtöliittimestä 2 on yhteys toiseen poistoliittimeen 3. (7.)

Ilma-aukkojen liitäntä on yleisesti toteutettu kierteillä. Liitäntäkierteenä Euroopassa käytetään yleensä englantilaislähtöistä Whitworth BSP -putkikierrettä. Yleisimmät liitäntäkierteiden koot ovat R 1/8", R 1/4", R 3/8", R 1/2", R 3/4", R 1", R 1 1/4" ja R 1 1/2". Koot on lueteltu pienimmästä suurimpaan. (7.)

Pneumatiikkaventtiileistä yleisimpiä ovat 5/2-tyyppiset suuntaventtiilit. Niitä voidaan käyttää muun muassa On/Off-venttiin ohjaamisessa, kaksitoimisen sylinterin ohjaamisessa, vääntömoottorin ohjaamisessa, kahteen suuntaan pyörivän moottorin ohjaamisessa sekä automaattisen järjestelmän apuventtiilinä eli muistina. 5/2-suuntaventtiilejä voidaan käyttää myös yksitoimisen sylinterin ohjaamiseen, mikäli toinen lähtöliitäntä tulpataan. (7.) Suuntaventtiilejä voidaan ohjata viidellä eri tavalla: sähköinen ohjaus, mekaaninen ohjaus, paineohjaus, lihasohjaus sekä yhdistetty ohjaus. Yleisin niistä on nykypäivänä sähköinen ohjaus.

Koska sähköinen ohjaus on nykypäivänä yleisin sekä tässä opinnäytetyössä suuntaventtiilejä ohjataan vain sähköisellä ohjauksella, keskitytään tässä kertomaan vain niistä. Sähköisesti ohjattuja venttiilejä kontrolloidaan aina jollain muulla taholla, esimerkiksi painonapeilla, rajakatkaisimilla tai kuten tässä projektissa automaatiojärjestelmällä. Sähköisesti ohjattuihin suuntaventtiileihin käytetään useimmiten sähkömagneetteja. (7.) Tästä tulee nimitys magneettiventtiili, joka on tavanomaisempi nimitys sähköisesti ohjatulle suuntaventtiilille. Magneettiventtiin kela, eli sähkömagneetin aktivoiva, useimmiten kuparinen käämi, voi toimia useilla eri jännitteillä, niin vaihto- kuin tasavirrallakin. Yleisimmin käytettyjä kelajännitteitä ovat kuitenkin joko vaihtovirralla toimiva 230 V tai tasavirralla 24 V.

Sähköisen ohjauksen hyviä puolia ovat nopeat toiminta-ajat sekä mahdollisuus automatisointiin. Välttämättä ei tarvita henkilöstöä kiertämään venttiiliä erikseen, joissain tapauksissa on jopa niin, ettei henkilöstöä tarvita edes antamaan erillistä ohjauksikäskyä venttiilille. Sähköisen ohjauksen haittapuolia ovat taas käyttökohteen olosuhteet: mikäli käyttökohde on kovin kostea, märkä, kuuma tai muuten poikkeuksellinen, sähköistä ohjausta ei välttämättä voida käyttää. Haittapuolena on myös se, että sähkökatkon sattuessa on sähköisesti ohjattu venttiili ohjaukselvoton välittömästi.

## 4.2 Vaihe 2

Projektin toisessa vaiheessa on tarkoitus vaihtaa vanhat toimilaitteet ja palloventtiilit uusiin. Vaihdon tarkoituksena on varaosien saatavuuden parantuminen. Nykyisiä toimilaitteita on hankala saada, joten toimilaitteet päivitetään sellaisiin, joita saa Valmet Kauttua Oy:n varaosavaraostosta. Samalla kun toimilaitteet päivitetään, on hyvä katsoa jo tulevaan, kun linjasto siirretään järjestelmäohjattavaksi. Tilataan siis sellaiset toimilaitteet, joihin on mahdollisuus kiinnittää rajakoneisto tai tilataan toimilaitte valmiiksi rajakoneiston kanssa. Toisen vaiheen työ koostuu pääosin linjaston määrittelyjen tutkimisesta ja sen perusteella tehdyistä tarjouspyynnöistä.

### 4.2.1 Sulkuventtiili

Sulkuventtiili tunnetaan myös nimellä On/Off-venttiili. Nimi tulee venttiilin rajoitetuista asennoista, sulkuventtiili siis ei voi olla kuin auki- tai kiinni -asennoissa. Sulkuventtiiliä käytetään teollisuudessa prosessin virtaus-ten sulkemiseen. (8.) Sulkuventtiilejä on monen tyyppisiä, parhaiten sulkuventtiiliksi sopivat kuitenkin läppäventtiili sekä tässäkin projektissa käytetty palloventtiili. Muitakin venttiilityyppejä käytetään, mutta harvemmin kuin näitä kahta. Venttiilityypin valinta riippuu aina käyttötarkoituksesta, -tilanteesta ja -kohteesta.

### 4.2.2 Toimilaite

Toimilaitteella tarkoitetaan automaattisessa tai osittain automaattisessa prosessissa koneen toimielintä, kuten venttiiliä, ohjaavaa laitetta. Toimilaitteen tarkoitus on tehdä toimielimen mekaaninen liike, jottei mekaanisen liikkeen aikaan saamiseksi tarvita lihasvoimaa. Toimilaitteita ja toimielimiä voivat olla muun muassa alla olevassa kuvassa luetellut komponentit (kuva 8).

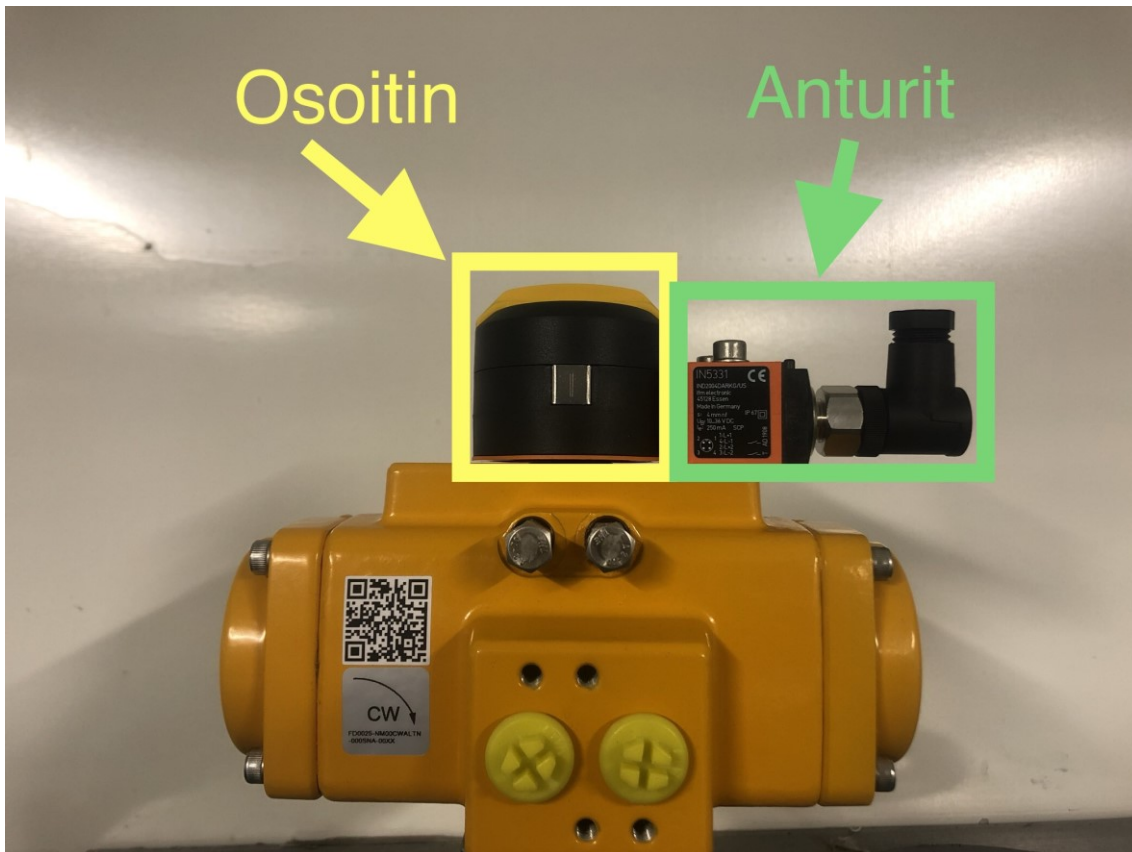
Toimilaite	Toimielin
Sähkömoottori	Venttiili
Servomoottori	Säätöpelti
Solenoidi	Kuljettimet
Hydrauliikkamoottori	Sähkömoottori
Paineilmamoottori	
Hydrauliikkasyylinteri	
Paineilmasyylinteri	
Taajuusmuuttaja	

KUVA 8. Yleisimmät toimilaitte- ja toimielintyytit

Toimilaitetta voidaan ohjata muun muassa sähköllä, hydrauliikkaöljyllä, pneumatiikkailmalla ja höyryllä. Eri toimilaitetyyppejä voidaan ohjata useilla eri ohjauselementeillä. Esimerkiksi venttiilissä käytettävää toimilaitemoottoria voidaan ohjata sähköllä, öljyllä, paineilmalla ja jopa tietyissä tilanteissa höyryllä. Toimilaitteen ohjaustapa määräytyy aina käyttötarkoituksen ja -tavan mukaan.

#### 4.2.3 Rajakoneisto

Venttiilin rajakoneisto on teollisuuden venttiileissä käytettävä raja-asentojen ilmaisin. Rajakoneistoa käytetään venttiileissä ilmaisemaan venttiilin auki- ja kiinni -asentoa. Rajakoneisto koostuu usein venttiilin päällä olevasta osoittimesta sekä asennon osoittavista antureista. Anturit ovat usein induktiivisia rajakytkimiä. Kuvassa 9 näkyy esimerkki tyypillisestä venttiilin rajakoneistosta eli osoittimesta sekä antureista.



KUVA 9. Toimilaitteventtiilin rajakoneisto

### 4.3 Vaihe 3

Projektin kolmannessa ja samalla viimeisessä vaiheessa tarkoituksena on suunnitella sekä budjetoida suolanpoistosarjojen automatisointi. Automatisoinnin myötä käyttökäytöksen työ helpottuu huomattavasti ja suolanpoistoprosessista tulee tarkempi. Suolanpoistosarjojen automatisoinnin myötä prosessista tulee nykyaikainen. Projektin kolmanteen vaiheeseen kuuluu myös automaatiojärjestelmän sekvenssien ja softien luomista. Automaatiojärjestelmänä tässä projektissa toimii Valmet DNA, josta lisää seuraavissa kappaleissa, kuten myös siihen sisältyvistä ohjelmista.

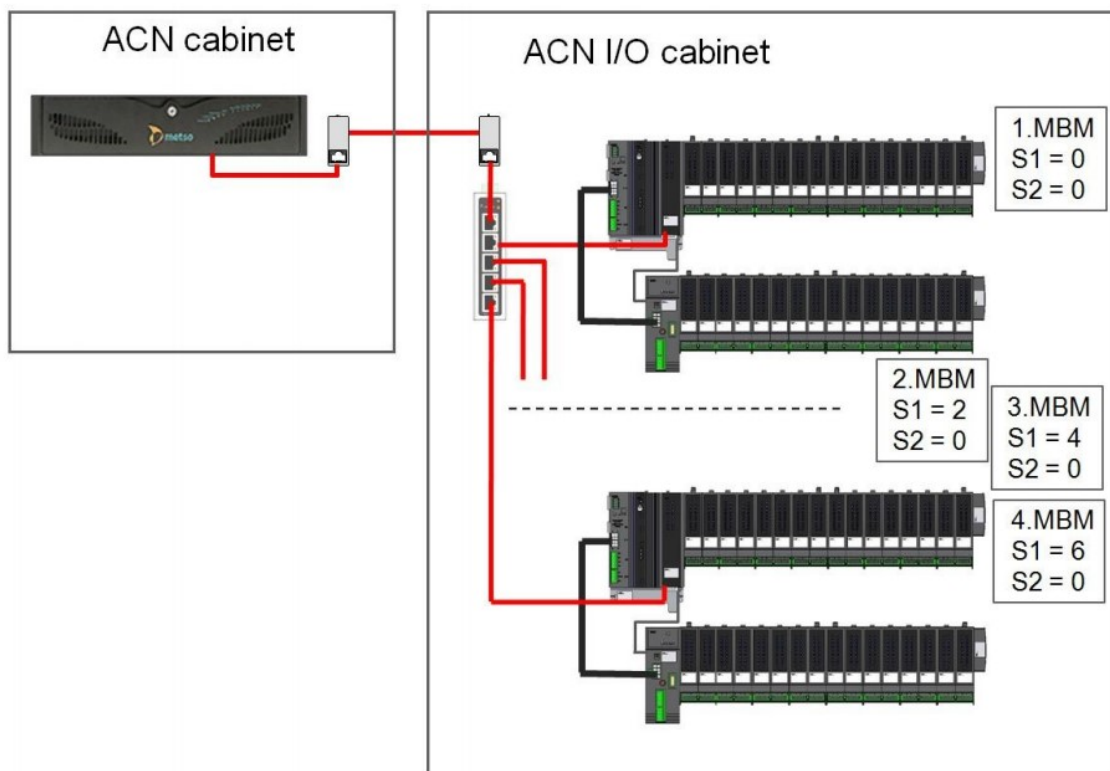
#### 4.3.1 Valmet DNA -automaatiojärjestelmä

Valmet DNA on automaatiojärjestelmä, jolla voidaan ohjata muun muassa voimalaitoksia, paperi- ja sellutehtaita tai vaikka valtamerilaitosten prosesseja. Monikäyttöisten I/O-korttien vuoksi järjestelmällä voi ohjata niin yksinkertaista magneettiventtiiliä kuin monimutkaisempaa käyttömootoria. DNA järjestelmällä voidaan ohjata niin pieniä kuin suurempia teollisuuslaitoksia. DNA automaatiojärjestelmiä on monia erilaisia riippuen käyttökohteesta, kuten muun muassa hajautettuja, keskitettyjä ja sulautettuja järjestelmiä.

Hajautetussa järjestelmässä käytetään Valmet DNA:n ACN I/O-perhettä. Hajautettu järjestelmä on nykyisin eniten asennettu ja sitä suositaan helpon laajentamisensa sekä huoltamisensa vuoksi. Hajautettu järjestelmä koostuu ACN I/O-ryhmästä, kenttäväylästä ja valvomöylystä. (9.)

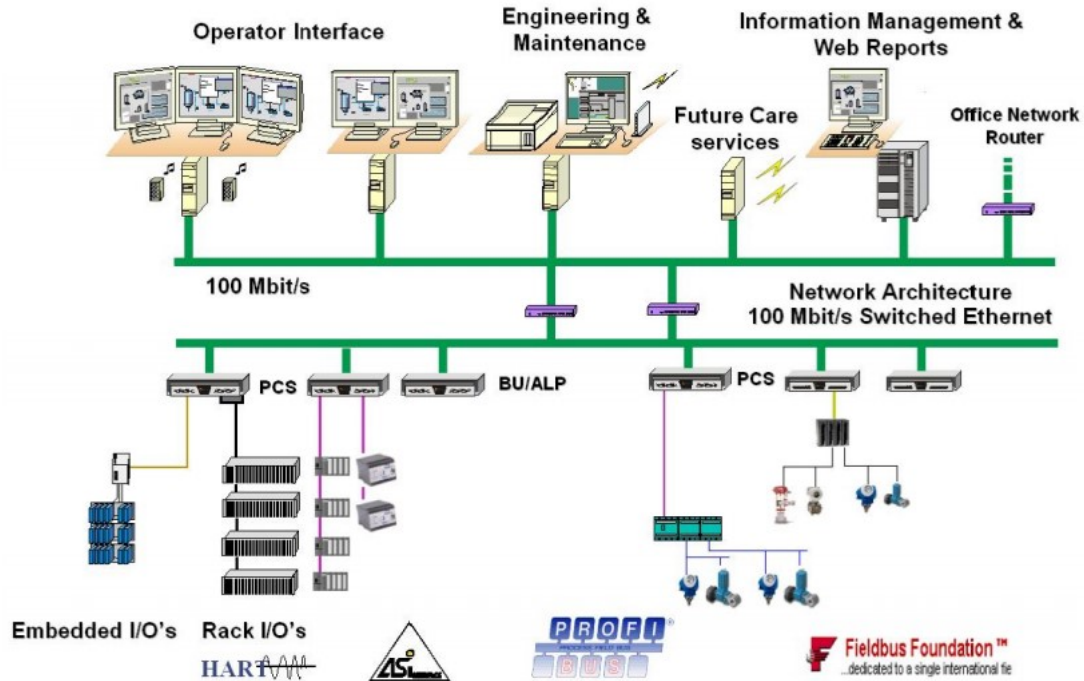
Hajautetun järjestelmän ACN I/O-ryhmään kuuluvat I/O-yksiköt, kenttäväylä ja prosessiasema. I/O-yksiköitä on olemassa kahta eri tyyppiä, M80-sarja ja M120-sarja, joista M80-sarja on yleisemmin käytetty. I/O-yksiköihin kytketään analogia- ja binääritiedot kenttälaitteilta, joista kenttäväylää pitkin reitittimien ja kytkimien kautta tiedot kulkevat prosessiasemalle. (10.)

Hajautetun järjestelmän kenttäväylä on yhdyskäytävä I/O-yksiköiden ja prosessiaseman välillä. Koska hajautetussa järjestelmässä I/O-yksiköt ovat usein eri tilassa kuin prosessiasema, kenttäväylä usein toteutetaan Ethernet-kaapelilla. Prosessiasema on ACN I/O-ryhmän keskus. Prosessiasema sijaitsee usein erillisessä palvelintilassa. Prosessiasemalle ladataan sovellus, jota se suorittaa prosessiasemalle tuotujen I/O-tietojen pohjalta. (9.) Alla olevassa kuvassa on tyypillinen hajautetun järjestelmän ACN I/O-ryhmä (kuva 10).



KUVA 10. Valmet DNA I/O-kenttäväylä (10)

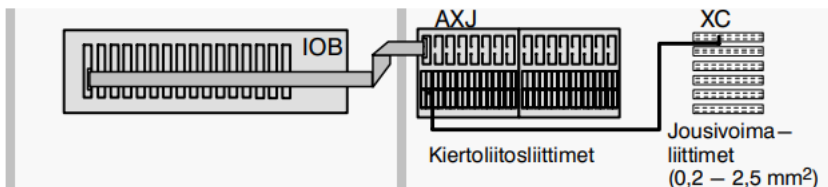
Hajautetussa järjestelmässä tiedonsiirto prosessiasemalta valvomoon, suunnittelupäätteelle, diagnostiikkaan, kunnossapitojärjestelmään ja toimistoverkkoon tapahtuu valvomoväylää pitkin. Valvomoväylä rakennetaan IEEE 802.3-standardin mukaisen Ethernet-verkon pohjalta. Verkko on rakennettu 100 Mbit/s tai 1 Gbit/s kytkentäiseksi. Verkkoon sisältyy kytkimiä, reitittimiä ja päätelaitteita. (9.) (Kuva 11.)



KUVA 11. Valmet DNA-verkko (10)

Keskittetty järjestelmä koostuu I/O-kaapista, ACN-suoritinympäristöstä sekä kenttä- ja valvomoväyliin liitetyistä laitteista.

Keskittettyyn I/O-kaappiin johdotetaan kenttälaitteiden analogia- ja binääritiedot instrumentointikaapelilla, jossa kaapelit kytketään AXJ-levyyn. AXJ-levystä kaapin sisäinen kytkentä tehdään I/O-korttiin yhteydessä oleviin XC-liittimiin kiertoliitoslangoilla. (9.) Kuvassa 12 on kuvitettu esimerkki AXJ-levystä ja XC-liittimistä.

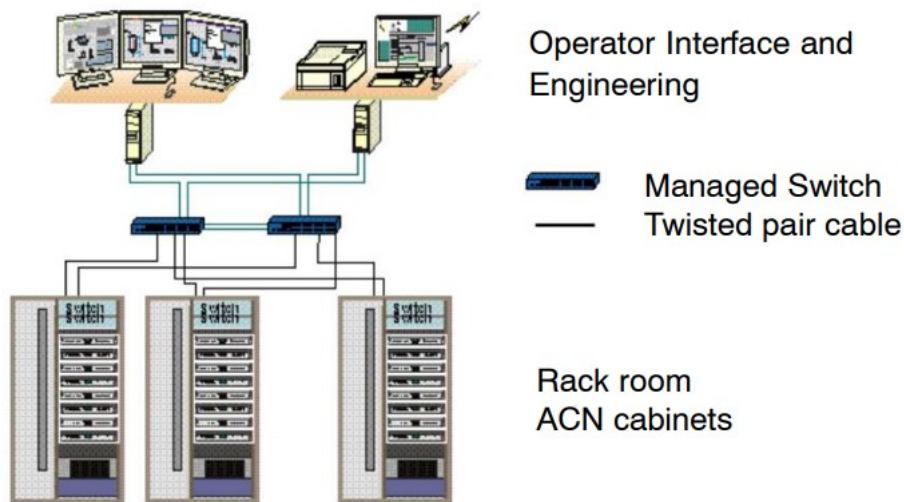


KUVA 12. Valmet DNA I/O-liitäntä AXJ-levy ja XC-liitin (10)

Keskittetyssä ympäristössä tieto I/O-kortilta prosessiohjaimelle siirretään kenttäväylää pitkin, jossa tiedolle suoritetaan haluttu toimenpide. Kyseisessä järjestelmässä käytetään usein ACN RT -prosessinohjainta,

koska tässä on suuri prosessointiteho ja mahdollisuus useisiin kenttäväyläliityntöihin. Suuren prosessointitehonsa ansiosta ohjain kykenee nopeisiin ohjauksiin ja tarkkoihin säätöihin. (9.)

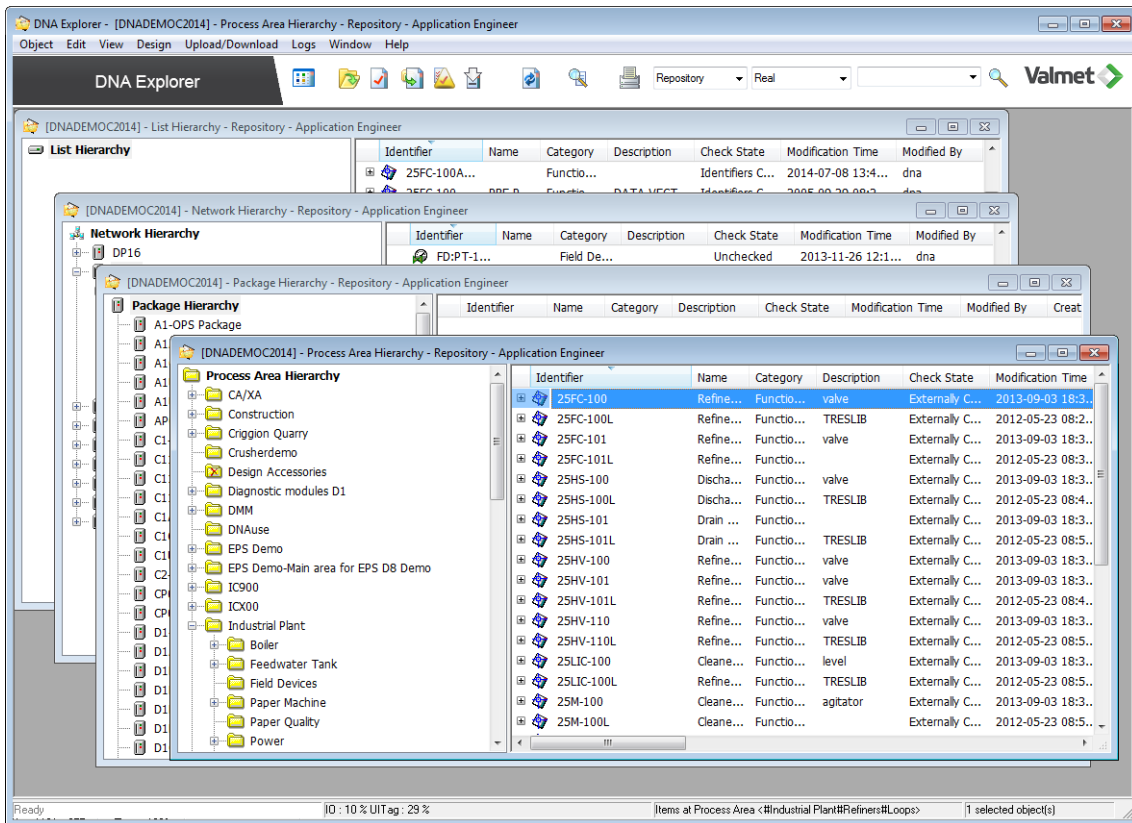
Keskitettyssä järjestelmässä ACN-suoritusympäristöön liitetään kenttäväylä sekä valvomoväylä. Kenttäväylästä saadaan tiedot I/O-toiminnasta ja valvomoväylästä operointikäskyt sekä valvomiin saatavat operointinäkymät. Lisäksi ACN -ympäristöön liitetään suunnittelupäätte. Kuvassa 13 on ACN-verkkoympäristö keskitettyssä järjestelmässä.



KUVA 13. Valmet DNA ACN-verkkoympäristö (10)

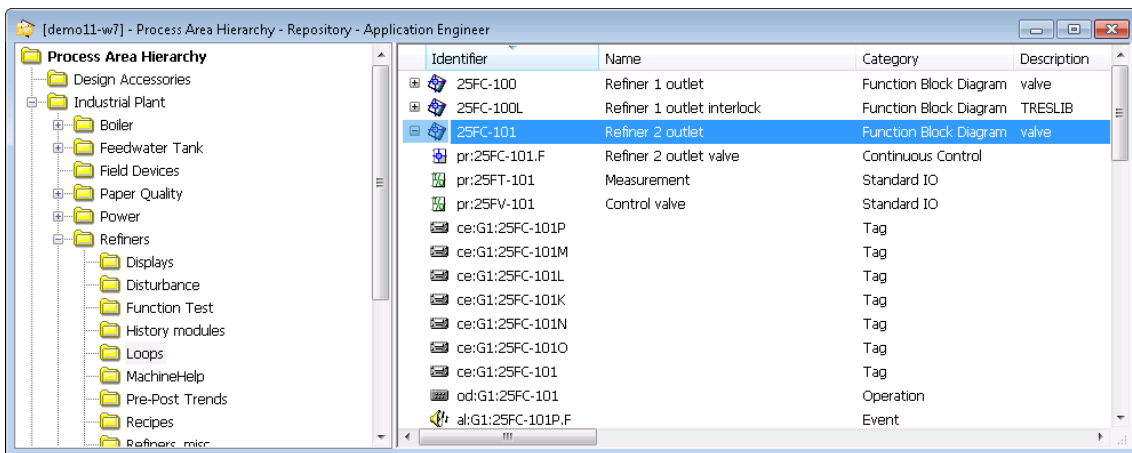
#### 4.3.2 Valmet DNA Explorer

Valmet DNA Explorer on suunnittelutyökalu, jolla voidaan suunnitella ja luoda Valmet DNA:n automaatiojärjestelmän moduuleita ja prosessikirjastoja ja -alueita. DNA Explorerin käyttöliittymä on jaettu neljään eri osaluokeseen, jäsentelijään, joissa suunnittelua, järjestelyä, muokkausta ja luontia voidaan toteuttaa. Näitä osaluokia kutsutaan prosessialuejäsentelijäksi, pakettijäsentelijäksi, verkkojäsentelijäksi ja listajäsentelijäksi. (10.) Alla olevassa kuvassa on näkymä Valmet DNA käyttöliittymästä, jossa on avoinna kaikki neljä jäsentelijää (kuva 14).



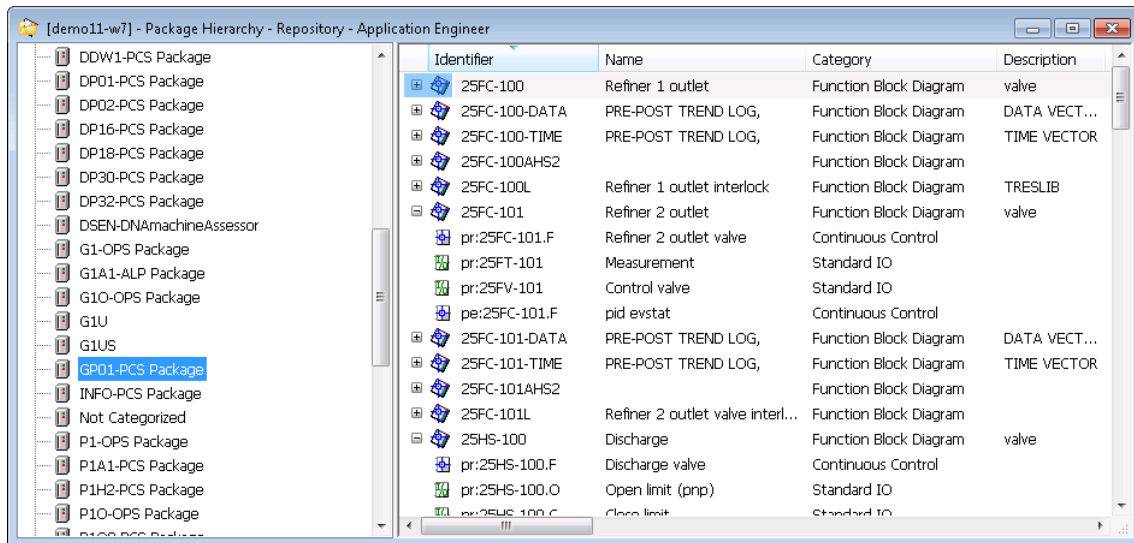
KUVA 14. Valmet DNA Explorer yleisnäkymä (9)

Prosessialuejäsentelijässä voidaan selata järjestelmän moduuleita prosessialueittain ja datastorageittain. Prosessialuejäsentelijän avulla voidaan muun muassa muokata prosessialuehierarkia lisäämällä tai poistamalla prosessialueita ja niiden alaprosessialueita. Lisäksi prosessialuejäsentelijässä voidaan muokata, katsella ja poistaa moduuleita datastoragessa sekä siirtää moduuleita prosessialueesta toiseen. (9.) Prosessialuejäsentelijä aukeaa ikkunaan, joka jakaantuu kahteen puoleen. Vasemmalla puolella valitaan haluttu prosessialue prosessialuehierarkiasta ja oikealla näkyy luettelo kyseisen prosessialueen ja datastorageen moduuleista. (Kuva 15.)



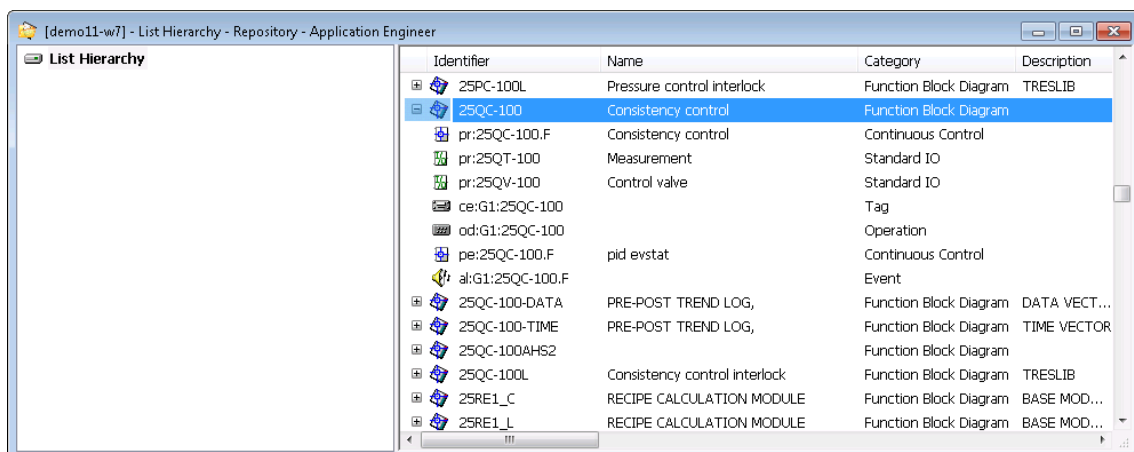
KUVA 15. Valmet DNA Explorer prosessialuejäsentelijänäkymä (9)

Pakettijäsentelijä näyttää halutun suunnittelutietokannan ja datastoragen moduulit. Jäsentelijässä voidaan lisätä, poistaa, muuttaa ja katsella pakettihierarkiaa ja paketteja. Lisäksi voidaan muun muassa katsella, muokata ja poistaa valitun paketin sisäisten datastorageiden moduuleita. (9.) Pakettijäsentelijä aukeaa ikkunaan, jossa on kaksi puolta, oikea ja vasen. Vasemmalle aukeaa jäsentelyalue, jossa on pakettien jäsentelypuu ja kaikissa neljässä jäsentelijässä näkyvä jäsentelijän valintaruutu. Oikealle aukeaa listana valitun paketin moduulit. (Kuva 16.)



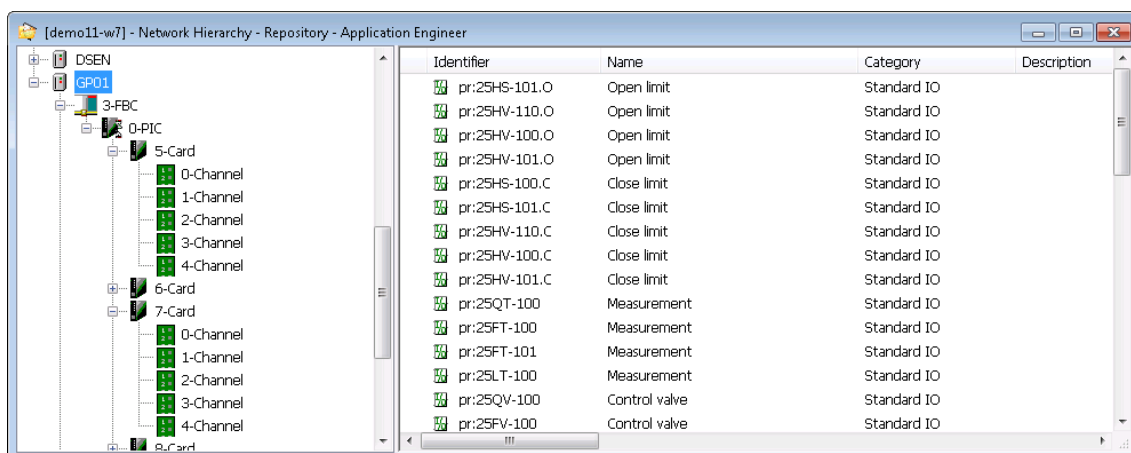
KUVA 16. Valmet DNA Explorer pakettijäsentelijänäkymä (9)

Listajäsentelijä näyttää järjestelmän kaikki moduulit ja operointinäytöt välittämättä paketista tai prosessialueesta. Listajäsentelijän avulla voidaan hakea moduuleita ja operointinäyttöjä sivun yläpalkissa olevan haku-kentän avulla. Jäsentelijässä voidaan myös katsella, muokata ja poistaa moduuleita. (9.) Listajäsentelijän ikkuna aukeaa kahteen osaan, vasemmalla näkyy jäsentelijän valintaruutu ja oikealle avautuu järjestelmän kaikki moduulit (kuva 17).



KUVA 17. Valmet DNA Explorer listajäsentelijänäkymä (9)

Verkkojäsentelijässä voidaan tarkastella I/O-toimintojen hierarkiaa paketeittain ja I/O-kanavoittain. Jäsentelijässä voidaan myös muun muassa katsella ja muokata I/O-toimintojen sekä kenttälaitteiden parametreja. (9.) Verkkojäsentelijän ikkuna koostuu oikeasta ja vasemmasta puolesta. Vasemmalla puolella on jäsentelypuu eli verkossa olevat paketit ja niiden alla olevat kenttälaitteet sekä niiden alle jäävät I/O-kortit sekä kanavat. Oikealla puolella on valitussa paketissa tai kenttälaitteessa olevat moduulit. (Kuva 18.)



KUVA 18. Valmet DNA Explorer verkkojäsentelijänäkymä (9)

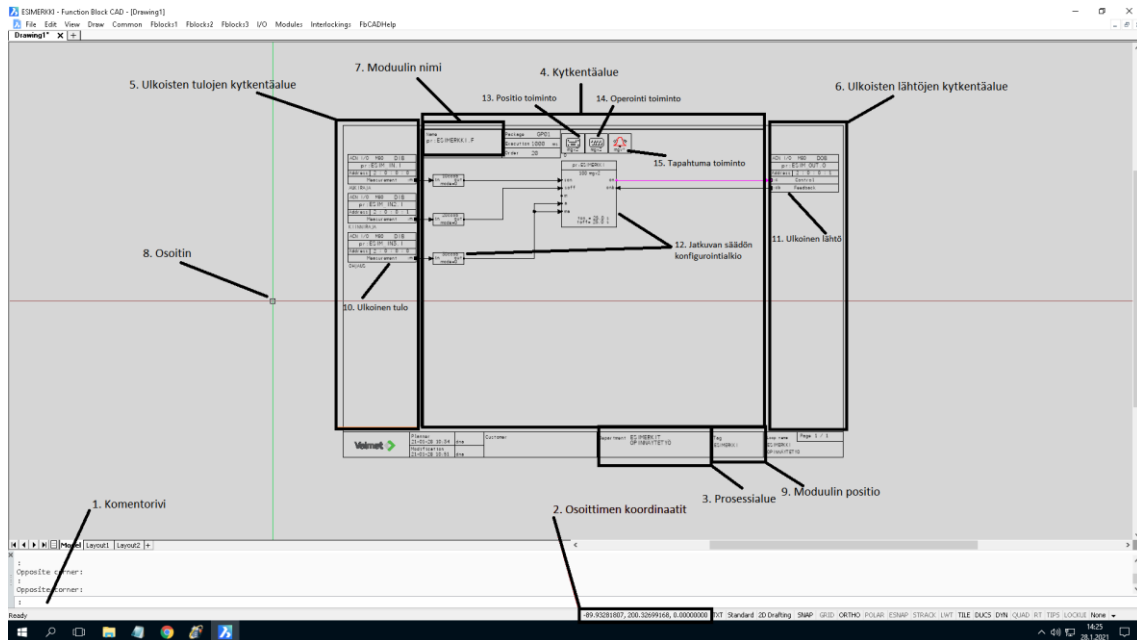
#### 4.3.3 Picture Designer

Valmet DNA Picture Designer on suunnittelutyökalu, jolla voidaan luoda, poistaa ja muokata Valmet DNA Operate kuvia. Valmet DNA Picture Designer toimii saumattomasti Metso DNA Picture Designerin kanssa. Metso DNA:n operointimoduulit voidaan ladata Valmet DNA Picture Designeriin, jossa niitä voidaan muokata ja tallentaa DNA Operate ympäristöön. (9.)

#### 4.3.4 Valmet Function Block CAD

Function Block CAD (FbCAD) on Valmet DNA ympäristön suunnittelutyökalu. Valmet DNA Function Block CAD on CAD-pohjainen ohjelmisto. FbCAD työkalua voidaan käyttää esimerkiksi Valmet DNA:n suunnittelupalvelimella toimilohkokaavioiden eli moduuleiden suunnitteluun. Ohjelmalla tehdyt moduulit tallennetaan suunnittelupalvelimelle, josta ne voidaan DNA Explorerin avulla ladata ajoympäristöön käytettäväksi. (9.)

Function Block CAD toimilohkokaavion suunnittelu perustuu graafiseen käyttäjäliityntään, jossa suunnittelija näkee graafisina komponentteina luomansa moduulin (9). Seuraavassa kuvassa on selitettyä suunnittelunäkymän alueet ja toiminnot pääpiirteittäin (kuva 19).



KUVA 19. Valmet DNA Function Block CAD suunnittelunäkymä

## 5 TYÖN SUORITUS

Tässä opinnäytetyössä fyysisen työn osuus jäi hyvin pieneksi, mutta insinööriyttä oli erittäin paljon. Projektin kaikkiin kolmeen vaiheeseen sisältyi suunnittelua sekä tarjouspyyntöjen laatimista. Opinnäytetyössä pyydettyjen tarjouksien tarkemmat tiedot ovat salaisia Adven Oy:n pyynnöstä. Työssä ei juurikaan päässyt harjoittamaan työjohtoa, koska fyysisen työn osuus jäi pieneksi.

### 5.1 Ensimmäinen vaihe

Ensimmäisessä vaiheessa suunniteltiin magneettiventtiilien vaihto. Tarkoituksena oli myös toteuttaa magneettiventtiilien vaihto, mutta projektin aloituspalaverissa selvisi, ettei Adven Oy:n budjetissa olisi tilaa tämän toteutukseen opinnäytetyön suorituksen aikana. Projektin ensimmäisen vaiheen työn suoritus alkoi keskustelulla Advenin Kauttuan voimalaitoksen kunnossapitopäällikön sekä käyttöpäällikön kanssa. Keskusteluissa oli myös mukana Valmet Kauttua Oy:n voimalaitoksen alueen työjohtaja ja tämän opinnäytetyön ohjaaja Rauli Malmi. Keskusteluiden jälkeen projekti jatkui magneettiventtiilien uusinnan suunnittelulla.

#### 5.1.1 Magneettiventtiilien uusinnan suunnittelu

Suunnittelutyö alkoi hakemalla kaikki mahdollinen dokumentointi olemassa olevasta vesilaitoksesta. Dokumentteja löytyi varsin hyvin: lay-out kuvia, osaluetteloja, PI-kaavioita, piirikaavioita, kytkentäkuvia, mutta tärkeimpiä eli käyttökytkimen kytkentäkuvia ei löytynyt mistään, joten suunnittelutyö jäi taka-alalle, kun piti ohmissesti tarkistaa käyttökytkimen liitännät. Tässä haasteita toi se, ettei kyseisestä kytkimestä ole varaosaa, joten mittaukset piti suorittaa paikallaan olevaan kytkimeen, mikä tarkoittaa, että kohde piti saada jännitteetömäksi. Tämä taas on hankalaa, sillä suolanpoistolaitosta ei voi ottaa sähköttömäksi missä tahansa ajotilanteessa, koska koko laitoksen vedet virtaavat suolanpoistolaitoksen kautta. Kuitenkin sopiva ajotilanne löytyi ja kytkimet saatiin mitattua.

Suunnittelun alkuvaiheessa huomattiin, että tulee ongelmia vaihtaa magneettiventtiilien jännite 230 V AC:sta 24 V DC:ksi, koska käytössä olevia käyttökytkimiä ei enää valmisteta 24 V DC:n versiona. Vaihtoehtoisiksi jäivät alla olevassa kuvassa tarkennetut vaihtoehdot. Kuvassa on myös eroteltu kunkin vaihtoehdon hyödyt ja haitat (kuva 20).

**Variaatio 1**

- Valintakytkin pysyy paikallaan.
- Valintakytkimen jännite pysyy 230 voltin vaihtovirtaisena.
- Lisätään jokaiseen kenttäkoteloon 230 VAC kelalla olevat välireleet, joiden koskettimille tuodaan 24 VDC.
- Lisätään jokaiseen kenttäkoteloon 230 VAC/24 VDC virtalähde, joista 24 voltia välireleiden koskettimille.

Hvödyt	Haitat
Valintakytkin pysyy ennallaan, ei 24 V:n kuormitusta	Välireleet välttämätön vikapaikka
Edullinen, välireleet halpoja, pienet virtalähteet edullisia	Valintakytkimelle ei varaosia
Joka kaapissa oma virtalähde, mikäli vikaantuu niin helppo paikantaa vika eikä koko järjestelmä lakkaa toimimasta	

**Variaatio 2**

- Valintakytkin pysyy paikallaan.
- Koko ohjauksen käyttöjännite muunnetaan virtalähteellä heti syötön jälkeen 230 VAC -> 24 VDC
- Valintakytkimen jännite muuttuu 24 voltin tasajännitteeksi
- Johdotukset pysyy ennallaan

Hvödyt	Haitat
Hankintahinta edullinen, koska ei tarvita välireleitä	Valintakytkimelle 24 V jännite, tämä kuormittaa liikaa kytkintä
Ei tarvitse johdottaa uudelleen kenttäkoteloa	Kunnossapitokustannukset korkeat, koska vain yksi iso virtalähde
	Valintakytkimen vikaantuessa suuri kustannus ja käyttökatko

**Variaatio 3**

- Suunnitellaan valintakytkin uusiksi 24 voltin tasajännitteellä toimivaksi
- Kenttäkotelon johdotus kaapeloidaan uusiksi
- Koko ohjauksen käyttöjännite muunnetaan virtalähteellä heti syötön jälkeen 230 VAC -> 24 VDC

Hvödyt	Haitat
Valintakytkin vaihtuu sellaiseksi, johon löytyy varaosia	Uusi valintakytkin ei olisi yksittäinen kytkin vaan kytkimiä olisi useampia, suunnittelu- ja hankintakustannukset
Ei ennalta tiedostettavia vikapaikkoja	Uusista valintakytkimistä johtuvat käyttökoulutukset, jotka olisivat turhia tällaiselle väliaikaisratkaisulle
	Kunnossapitokustannukset korkeat, koska vain yksi iso virtalähde

KUVA 20. Suunnittelumuistio kenttäkotelon variaatioista

Päädettiin vaihtoehtoon 1, koska uusia käyttökytkimiä ei tehdä enää ja jännitteen vaihtaminen käyttökytkimelle 24 V:n tasajännitteeksi kuormittaisi turhaan kytkintä, sekä käytön myötä hitsaisi koskettimet yhteen. Käyttökytkimien vaihto kokonaan uuden tyyppiseen olisi turhaa työtä, koska tämä on vain väliaikainen vaihe ennen suolanpoistosarjojen automatisointia. Vaihtoehdon 1 myötä projektiin tulivat ensimmäiset alun perin suunnittelemattomat komponentit, sillä käyttökytkimeltä tuleva 230 V AC piti saada vaihdettua 24 V DC:ksi ennen magneettiventtiilejä. Tämä oli helpoin, halvin ja kestävin suunnitella välireleiden avulla. Välireleiden kelajännite on siis 230 V AC, joka tulee suoraan käyttökytkimeltä, kun taas koskettimien läpi kulkee 24 V DC virtalähteeltä magneettiventtiilin kelalle. Liitteestä 1 on tarkemmin havaittavissa vaiheen 1 sähköiset kytkennät.

Ainoaksi vaihtoehdoksi 24 V DC:n käyttöjännitteen saamiseksi kenttäkoteloon jäi sinne asennettava virtalähde. Päädyttiin suunnittelemaan projekti niin, että jokaiseen kaappiin tulee oma virtalähde, jolloin ei tarvita kaapelia kaappien välille ja näin virtalähde jää hillitymmän kokoiseksi sekä suhteessa halvemmaksi verrattuna siihen, että yhdestä virtalähteestä saatettaisiin sähkö jokaisen kaapin välireleille.

### 5.1.2 Magneettiventtiilien ja välireleiden tarjouspyynnöt

Kun ensimmäinen vaihe oli saatu suunniteltua, oli vuorossa tarvikkeiden, komponenttien ja pertinenssien tarjouspyyntöjen kysymisen vuoro. Tarjouksia kysyttiin usealta yritykseltä. Tarjouksia kysyttiin sekä kaikista komponenteista yhdessä että yksittäisistä tarvikkeistakin. Näin saatiin tietoon, mistä komponentit olisi halvin ja tilanteeseen sopivin tilata. Muistiot ensimmäisen vaiheen tarjousten lähtötiedoista löytyvät liitteestä 2.

Päädyttiin ratkaisuun, jossa magneettiventtiileiden, paineilmatukkien sekä niiden tarvikkeiden tarjoukset hyväksytään OEM Finland Oy -nimisestä yrityksestä. Se on entinen Sitek-Palvelu Oy. Sitek-Palvelu Oy on vuonna 1988 perustettu jyvaskyläläinen osakeyhtiö. Sen pääasiallinen toimiala on automaatio. Sitek-Palvelu Oy, yrityskaupan myötä OEM Sitek, toimii automaatioalan tuotteiden jälleenmyyjänä. (11.) Automaatiotarkaisujen lisäksi OEM Sitek tarjoaa sähkötekniikan ratkaisuja sekä pneumatiikan osaamista. Yhtiön tavoitteena on parantaa asiakkaan prosessin suorituskykyä, vakautta sekä tuottavuutta. Automaatioalan tuotteiden lisäksi OEM Sitek toimittaa tuotteita niin sähköalan kuin pneumatiikankin tarpeisiin. Lisäksi yrityksellä on palveluita suunnitteluun, toteutukseen, käyttöönottoon, käyttökoulutukseen ja huoltoon. (12.) Tarjous välireleistä ja virtalähteistä taas saatiin Farnellilta. Loput tarvikkeet saadaan Valmet Kauttua Oy:n varaosavaraostosta tarvittaessa. Asennustyö budjetoitiin Valmet Kauttua Oy:n henkilöstölle.

Magneettiventtiilejä oli yhteensä 35 kpl. Varaosia ei ollut tarpeen tilata, koska tarjouspyynnön mukaisia magneettiventtiilejä on Valmet Kauttua Oy:n varaosavaraostossa. Magneettiventtiilien tarjouspyynnössä päädyttiin juuri Sitek Palvelu Oy:n tarjoukseen, koska sieltä pystyttiin tarjoamaan Asco Numaticsin magneettiventtiilejä. Asco Numatics on laadukas magneettiventtiilien valmistaja, jolla on pitkä historia magneettiventtiilien valmistuksessa. Toinen osasy Sitek Palvelu Oy:n tarjouksen hyväksymiselle oli se, että juuri Numatics L2 magneettiventtiilejä löytyy Valmet Kauttua Oy:n varastosta varaosana ja niiden saatavuus varastosta on taattu. Tämä parantaa käyttövarmuutta ja lyhentää vikatilanteista palautumisen aikaa huomattavasti, kun ei tarvitse komponentin rikki mennessä alkaa tilaamaan uutta. Toimituksessa kestää pidempään kuin varastosta uuden hakemisessa. Tarjoukseen sisältyy myös Sitekin paineilmatukki joka kaappiin sekä valotiivisteet magneettiventtiileille. Valotiivisteet olivat tarpeellisia kohteeseen, koska välireleet ovat kulutusosia, joita joutuu aika ajoin vaihtamaan. Valotiivistein saadaan tietoon, kulkeeko sähkö oikeasti välireleen läpi vai ei sekä tieto, vaihtaako magneettiventtiili oikeasti asentoaan. Näiden lisäksi tarjouksessa oli myös liittimiä magneettiventtiilin lähtöaukoille ja ilmanpainemittarit jokaiselle tukille.

Välireleiden ja virtalähteiden tarjoukset päätettiin hyväksyä Premier Farnell Ltd:ltä. Farnellin tarjous hyväksyttiin edullisten hintojen ja tilanteeseen sopivan tuotetarjonnan vuoksi sekä ennen kaikkea ripeän toiminnan ansiosta. Välireleiksi valikoituivat Omron-merkkiset, mallia G2R-1-SNI 230AC olevat pienikokoiset releet. Nämä valittiin juuri pienen kokonsa sekä Valmet Kauttua Oy:n varaosavarastosaatavuuden vuoksi. Kuten tähän mennessä kaikkia muitakin tarjouksissa olevia komponentteja, niin myös näitä on varmuudella aina varastossa. Myös tarjouspyynnön välireleiden kantoja sekä virtalähteitä löytyy varaosana Valmet Kauttua Oy:n varastosta. Välireleiden kannat otettiin mukaan tarjouspyyntöön, koska välirele oli malliltaan pistokantainen. Kannat olivat merkiltään myös Omron ja mallia P2RF-05-E.

Virtalähteiden suunnittelu aloitettiin tarkistamalla odotettu tehotarve jokaiselle kenttäkotelolle. Tehotarve saatiin tarkistettua, kun katsottiin kaikkien piirissä olevien komponenttien tehohäviö. Kun tehotarve oli tarkastettu, otettiin vielä yhtä kokoa isompi virtalähde kuin olisi tarpeen, koska laitteeseen saattaa tulla lisää komponentteja, jotka lisäävät tehotarvetta. Syynä oli myös se, että laskennallinen tehotarve saattaa erota todellisesta tehotarpeesta, jota tässä tilanteessa ei päästä todentamaan, kun projektia ei toteutettu. Lisäksi suuremman teholähteen valitsemiseen vaikutti myös se, että näiden mallien hintaerot olivat mitättömät.

## **5.2 Toinen vaihe**

Projektin toisessa vaiheessa suunniteltiin suolanpoistolaitoksen prosessin venttiilien vaihto. Vaihdon suunnittelu koski vain sellaisia venttiilejä, joita ohjaa pneumaattinen toimilaitte. Toimilaitteiden ja venttiilien vaihto ei tulisi tapahtumaan tämän opinnäytetyön aikana. Projektin toinen vaihe alkoi palaverilla Valmet Kauttua Oy:n automaatiosuunnittelijan sekä voimalaitoksen alueen työnjohtajan kanssa. Palaverissa käytiin läpi, mitä toisen vaiheen läpiviemisessä olisi hyvä ottaa huomioon ja mitä komponentteja mahdollisesti tarjouspyyntöihin pitäisi sisällyttää.

### **5.2.1 Suunnittelutyö venttiilien uusinnasta**

Venttiilien uusinnan suunnittelu alkoi tutkimalla PI-kaaviota suolanpoistolaitoksesta. Tästä kuvasta saatiin tietoa kunkin putken koosta. Putkikoko oli merkitty kuviin vanhanaikaisella tavalla eikä käyttämällä nykyistä DN-putkikokojärjestelmää. Koska vanhoissa kuvissa oli käytetty vanhaa merkintätapaa, koettiin tarpeelliseksi selvittää, mitä kyseinen merkintätapa tarkoitti. Ensin mitattiin kuvien mukaan merkinnällä 65S oleva putki, jonka ulkohalkaisija oli 76,1 mm ja seinämän paksuus 1,5 mm. Voidaan siis todeta, että merkintä 65S tarkoittaa ulkomitoiltaan samankokoista putkea kuin DN65. Virheiden minimoimiseksi samanlainen mittaus suoritettiin vielä pienemmälle putkelle 25S ja mittaustulosten jälkeen päädyttiin tulokseen, että 25S vastaa ulkomitoiltaan DN25 putkea.

DN-putkikoko on luotu amerikkalaisen tuumajärjestelmän rinnalle selventämään SI-järjestelmää käyttäville eurooppalaisille putkien kokoa suurpiirteisillä millimetrimittoin. DN-putkikokojärjestelmä on nimellismittajärjestelmä, joten se ei ole suoraan yhteydessä putken ulkokoisiin mittoihin. (13.) Alla olevassa kuvassa on muunnostaulukko erilaisille putkille tuumakoosta DN-kokoon. Vaikka kuvassa on lämpöjohtoputkia kierteitettävillä sekä puristettavilla päätteillä, ovat putkikoot samat kuin tämän projektin putkien koot. (Kuva 21.)

<b>Lämpöjohtoputket</b>			
	Keskiraskas kierteitettävä teräsputki		Sähkösinkitty teräsputki (Mapress)
<b>DN-koko</b>	Ulkohalkaisija (mm)	Ulkohalkaisija (")	Ulkohalkaisija (mm)
<b>10</b>	17,2	3/8	12
<b>12</b>			15
<b>15</b>	21,3	1/2	18
<b>20</b>	26,9	3/4	22
<b>25</b>	33,7	1	28
<b>32</b>	42,4	1 1/4	35
<b>40</b>	48,3	1 1/2	42
<b>50</b>	60,3	2	54
<b>65</b>	76,1	2 1/2	
<b>80</b>	88,9	3	
<b>100</b>	114,3	4	
<b>125</b>	139,7	5	
<b>150</b>	165,1	6	

KUVA 21. Muunnostaulukko DN-kokoon

Putkia voidaan tilata tarpeen mukaan eri paksuisilla seinämillä riippuen prosessin vaatimuksista. Yleisimmät putken seinämäpaksuudet ovat 2–4 mm.

Kun putkikoko oli selvillä, piti selvittää putkien materiaali ja seinämän paksuus. Lisäksi piti selvittää putkiston paine. Seinämän paksuus olikin jo selvitetty, ja se oli kaikissa putkissa 1,5 mm. Putken materiaali selvitettiin katsomalla PI-kaaviosta yhden putken tyyppi, joka oli SIS 2333. Asia varmistettiin vielä fyysisesti putkista, kun putkissa oli sama merkintä. Putken tyyppi SIS 2333 tarkoittaa samaa kuin AISI 304, joka tarkoittaa ruostumatonta haponkestävää terästä. Putkiston paine selvitettiin myös PI-kaaviosta, jossa oli merkintä 65/10, joka tarkoittaa DN65/PN10. Tässä merkinnässä PN10 tarkoittaa putkiston painearvoa, joka on 10 baaria. Paine-arvo on putkiston enimmäispaine, jonka putket kestävät. Paine-arvo käytiin myös tarkistamassa fyysisesti paikalla olevasta venttiilistä, jonka PN-luokka oli sama kuin kuviin merkitty PN10. Euroopassa käytetyssä standardissa määritetyt yleisimmät käytetyt painealueet ovat PN2.5, PN6, PN10, PN16, PN25, PN40, PN63, PN100, PN160, PN250, PN320 ja PN400 ja niin edelleen. Putkiston tiedot tarvitaan, kun pyydetään tarjouksia venttiileistä.

Kun putkiston tiedot olivat selvillä, alettiin suunnittelemaan venttiilityyppejä ja venttiilien ominaisuuksia. Tässä kohtaa isona apuna olivat Kauttuan voimalaitoksen mekaanisen kunnossapidon työntekijät, ETH Group Oy:n osaava henkilöstö. Liitteessä 3 on määritelty venttiileiltä vaadittavat ominaisuudet, joiden perusteella tarjouspyyntöjä kysyttiin.

Seuraavaksi piti selvittää, mitä ominaisuuksia venttiilien toimilaitteilta vaadittaisiin. Olemassa olevista dokumenteista ei ollut tässä mitään hyötyä, koska toimilaitteiden tyyppiä ei ollut mainittu missään. Koska olemassa olevia toimilaitteita ohjataan magneettiventtiilien avulla ja kenttäkotelossa on paineilmatukki, voidaan päätellä, että toimilaitteet toimivat paineilmalla. Vielä piti kuitenkin selvittää, toimivatko toimilaitteet molempiin suuntiin paineilmalla. Yhdestä toimilaitteesta käytiin ottamassa tyyppikilvestä tiedot ylös ja sen perusteella pystyttiin hakemaan lisätietoa toimilaitteesta. Paikallaan olevat toimilaitteet ovat kahteen suuntaan pneumaattisesti toimivia Norbro 4000-sarjan toimilaitteita. (Kuva 22.)



KUVA 22. Norbro 4000 -sarjan paineilmatoiminen toimilaite

## 5.2.2 Venttiilien ja toimilaitteiden tarjouspyynnöt

Tarjouspyyntöjä alettiin laatimaan, kun venttiilien ja toimilaitteiden vaatimukset olivat tiedossa. Tarjouksia kysyttiin useilta eri toimittajilta, ehtoina oli, että Valmet Kauttua Oy:n varaosavarastosta pitää löytyä samantyyppinen varaosa hyllystä. Tämä hieman kavensi varsinkin toimilaitteiden ja rajakoneistojen tarjontaa, mutta valinnanvaraa jäi edelleen. Tilauspyyntöjen prosessia helpottamaan laadittiin tilausmuistio, johon kirjattiin venttiilien, toimilaitteiden ja rajakoneistojen vaatimukset sekä kappalemäärät. Tilausmuistio löytyy liitteestä 4. Näiden lisäksi piti vielä tilata pneumatiikkaletkua, joka päätettiin tilata erikseen Farnelliilta.

Päädettiin ratkaisuun, jossa venttiilit, toimilaitteet ja rajakoneistot toimitetaan samasta paikasta. Näin varmistutaan, että komponentit ovat keskenään yhteensopivia. Tilaamalla kaikki komponentit yhdeltä toimittajalta säästetään myös muun muassa toimituskuluissa. Lisäksi yhdeltä toimittajalta tilatessa saa tuotteet suurella todennäköisyydellä halvemmalla.

Toimilaitteiden, venttiilien ja rajakoneistojen tilaus hyväksyttiin Klinger Finland Oy:ltä. Klinger Finland Oy on vuonna 1940 perustettu osakeyhtiö. Sen päätoimiala on tukkukauppa. Klinger Finland Oy kuuluu kansainväliseen Klinger-perhekonserniin, joka toimittaa teollisuuden tuotteita yli 80 maahan. Yritys on myös erilaisen teollisuuden laitteiden ja komponenttien maahantuojana. Konsernilla on lisäksi 19 tehdasta ympäri maailmaa. Klinger Finland Oy:n tavoitteina on tarjota asiakkailleen laadukkaita tuotteita, johtavaa asiantuntemusta ja räätälöityä asiakaspalvelua. (14.) Projektin toisen vaiheen asennustyö jakaantui kahteen osaan, mekaaniseen työhön, joka suunniteltiin ETH Group Oy:lle sekä sähköiseen työhön, joka budjetoitiin Valmet Kauttua Oy:lle.

Toimilaitteiden tilauksessa pääpaino oli laitteiden laadussa, koska prosessin toimilaitteiden ja venttiilien vaihto on äärimmäisen työlästä. Laadukkaiden laitteiden myötä käyttövarmuus paranee, eikä käyttökatkoja tule niin usein. Toimilaitteiksi valikoitui EI-O-Matic F-sarjan paineilmattoimiset toimilaitteet. EI-O-Maticin hammastankomekanismisia toimilaitteita valmistetaan yli 40 vuoden kokemuksella (15). Liitteessä 5 on EI-O-Matic F-sarjan toimilaitteen teknisiä tietoja tarkemmin.

Venttiilien tilauksessa otettiin huomioon yhteensopivuus toimilaitteiden kanssa. Tilauspyyntöjen mukana lähetetyn tilausmuistion venttiilien vaatimusten mukaan Klinger Finland Oy:llä oli tarjota useampikin venttiili. Niistä valikoitui parhaaksi tähän projektiin Klinger Ballostar KHA-SL-palloventtiili. Tähän päätökseen päästiin, kun punnittiin vaihtoehtojen vaihtotaajuutta, prosessissa virtaavan aineen vaatimuksia ja kustannusarvioita. Huoltokustannusarvioita miettiessä päätettiin, että Klinger Ballostar KHA-SL-palloventtiili on toimiva ratkaisu, koska silloin venttiilin ja toimilaitteen vaihtotaajuus on samaa luokkaa. Toimilaitteiden vaihdon yhteydessä kuitenkin vaihdettaisiin myös venttiili, koska se on kustannustehokkainta ja varaosapaketit ovat jo valmiiksi koottuja toimilaitteventtiilipaketteja. Liitteessä 6 on esite Klinger Ballostar KHA-SL-palloventtiilistä.

Toimilaitteen rajakoneistoksi valittiin ifm IS5026 induktiivinen rajakytkin. Koska venttiileistä oli tarpeen saada sekä auki- että kiinni- tilatiedot, piti jokaiseen venttiiliin tilata kaksi rajakytkintä. Ifm IS5026 tuli valituksi kilpailijoiden joukosta, koska anturi on kooltaan huomattavasti pienempi. Ahtaiden asennusolosuhteiden vuoksi koko venttiilipaketin pitää olla mahdollisimman pieni. Ifm -anturit ovat luotettavia ja laadukkaita, joten tilauksessa pystyttiin luottamaan siihen, että anturit kestävät pitkään.

### 5.3 Kolmas vaihe

Projektin kolmannessa ja viimeisessä vaiheessa tarkoituksena oli suunnitella suolanpoistolaitoksen prosessin automatisointi. Automatisoinnissa ohjaustaho oli tarkoitus muuttaa paikallisesta käsiohjauksesta automaattiseksi järjestelmäohjaukseksi. Automaatiojärjestelmänä Kauttuan voimalaitoksella toimii keskitetty Valmet DNA. Automaatiojärjestelmäohjattavaksi suolanpoistosarjoja ei tämän opinnäytetyön aikana tulla muuttamaan. Projektin kolmas vaihe alkoi palaverilla Adven Kauttuan laboratoriohenkilökunnan kanssa. Palaverissa keskusteltiin miten suolanpoistosarjojen eri käyttövaiheet toimivat ja miten ne saataisiin siirrettyä automaatiojärjestelmään. Palaverin perusteella alettiin suunnittelemaan automaatiojärjestelmän laajentamista.

#### 5.3.1 Automatisoinnin suunnittelu

Automatisoinnin suunnittelu alkoi tutkimalla kolmannen vaiheen aloituspalaverimuistiota, jonka liitteenä oli suolanpoistosarjojen käyttövaiheet, jotka ovat käyttö, elvytys, ilmahuuhtelu, suolapesu ja suolahappoelvytys. Palaverimuistion liitteessä oli myös kirjattu käyttövaiheiden toiminta, jonka pohjalta alettiin luomaan toimintakaavioita käyttövaiheista. Käytetään esimerkkinä elvytyssekvenssiä. Liitteessä 7 on toimintakuvaus elvytyssekvenssistä.

Automatisoinnin myötä tarvittiin lisää I/O-kapasiteettia, joten suunnittelun seuraavana vaiheena oli konfiguroida automatisointiin vaadittavat I/O-tiedot ja haluttu järjestelmätyyppi. Automaatiojärjestelmän laitoksella toimii keskitetty Valmet DNA, joten alusta asti oli selvää, että järjestelmä tulee olemaan Valmet DNA.

Ennen kuin tarjouspyyntöjä järjestelmälaajenuksesta alettiin kysymään, selvitettiin I/O-korttien määrä. Korttien määrä selvitettiin laskemalla yhteen prosessin automatisoinnin eri käyttövaiheissa tarvittavat I/O-tiedot. Osa käyttövaiheiden I/O-tiedoista oli jo olemassa, joten niille ei tarvinnut varata järjestelmälaajenuksesta tilaa. Laskennan jälkeen lopputulokseen lisättiin vielä muutama I/O-kortti, koska tulevaisuudessa muutkin järjestelmäohjaukset voitaisiin toteuttaa tämän järjestelmälaajenuksen kautta. (Kuva 23.)

<b>I/O yhteensä</b>				
	<u>BIU</u>	<u>BOU</u>	<u>AIU</u>	<u>AOU</u>
<u>Korttipaikkoja</u>	70	27	12	3
<u>Kortteja tarvitaan</u>	9	3	2	1
Ylivara	16	12	10	2
<b><u>Tilaus</u></b>	<b><u>12</u></b>	<b><u>10</u></b>	<b><u>5</u></b>	<b><u>2</u></b>

KUVA 23. Järjestelmälaajennuksen I/O-korttien tarve

### 5.3.2 Tarjouspyyntö automaatiojärjestelmän laajenuksesta

Kun oli saatu määriteltyä I/O-tiedot ja I/O-korttien määrä oli selvillä, alettiin selvittämään mahdollisia järjestelmäkaappi- ja kalusteratkaisuja. Tietoa erilaisista järjestelmäratkaisuksista saatiin tutkimalla Kauttuan voimalaitoksen olemassa olevaa automaatiojärjestelmää sekä alueella sijaitsevan paperitehtaan automaatiojärjestelmäratkaisuja. Seuraavaksi järjestettiin suunnittelupalaveri Valmet Kauttua Oy:n automaatioasunnittelijan kanssa, jossa mietittiin mahdollisia ratkaisuja järjestelmätyypille. Palaverin tuloksena päädyttiin hajautettuun Valmet DNA järjestelmään.

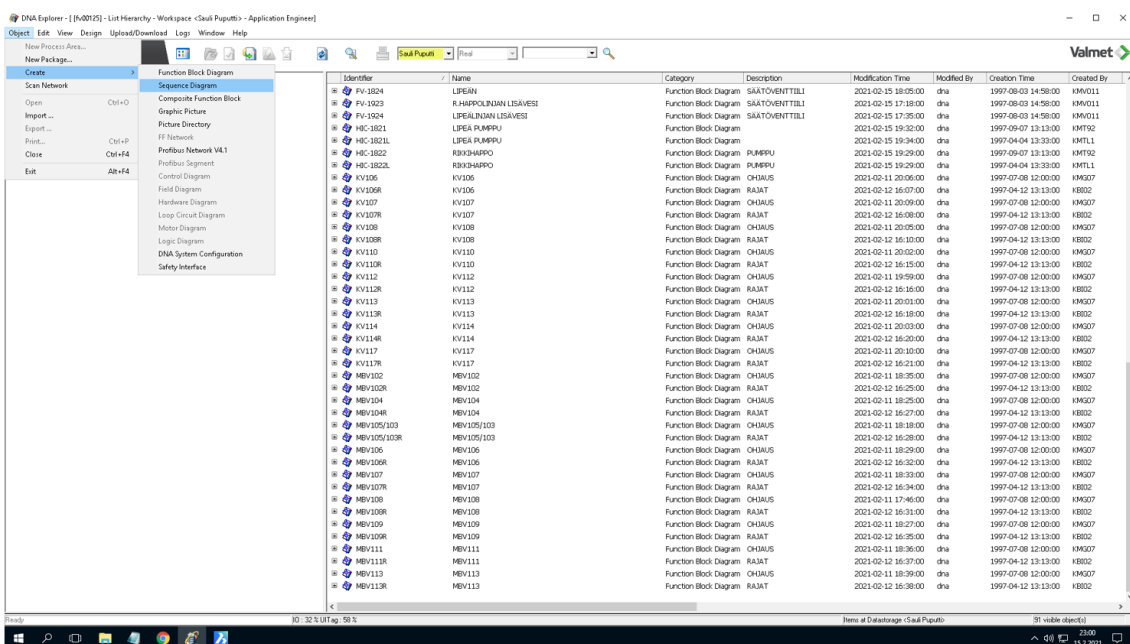
Hajautettuun järjestelmään päädyttiin, koska käytössä olevia VME-laitteiston I/O-kortteja ei enää valmisteta, joten uudentyyppisiin MIO-kortteihin vaihto on joka tapauksessa tulossa. Osasyynä oli myös nykyisen ristikytkentätilan ahtaus: ristikytkennässä ei ole enää tilaa uusille järjestelmäkaapeille. Tässä hajautetun järjestelmän ominaisuudet tulevat esiin. Järjestelmäkaappi voidaan sijoittaa kentälle aivan kentälaitteiden viereen. Tällöin voidaan sopeuttaa osajärjestelmän koko paremmin juuri kyseiselle osaprosessille sopivaksi ja samalla kentälaitteiden ohjaukskaapeleiden mitta lyhenee, josta seuraa säästöjä investointivaiheessa.

Kun otettiin huomioon vesilaitoksen prosessin koko ja siihen sisältyvät mahdolliset I/O-tiedot, päädyttiin projektissa vaihtoehtoon, jossa prosessiasemaksi valittiin ACN RT G4.5 DC. ACN RT on prosessiohjain, joka on tarkoitettu suuriin ja keskikokoisiin prosesseihin. Projektin kolmannen vaiheen tarjoukseen sisältyivät

lisäksi muun muassa I/O-kortit, I/O-kaappi ja järjestelmän asennus ja testaus. Tarkemmat tiedot tarjouksessa olevista komponenteista ja tehtävistä töistä löytyvät liitteestä 8.

### 5.3.3 Valmet DNA ohjauspiirit ja sekvenssit

Samalla kun tarjouspyyntöä I/O-korteista ja -kaapista odoteltiin, aloitettiin sekvenssien luonti. Sekvenssit luotiin käyttämällä Valmet DNA ympäristön FbCAD sovellusta. Sekvenssin luonti on helppo aloittaa avaamalla DNA Explorer -ohjelma ja tekemällä siellä uusi Sequence CAD -moduuli. (Kuva 24.)



KUVA 24. Sekvenssimoduulin aloituksen oikotie

Sekvenssien luonti aloitettiin tarkastamalla toimintakuvauksien paikkaansa pitävyyttä, jonka jälkeen toimintakuvauksien mukaisia askelkuvauksia alettiin luomaan. Askelkuvaukset helpottavat sekvenssien luomista, kun on kirjattuna valmiiksi askelten toiminta. Alla olevassa kuvassa on esimerkkinä elvytyssekvenssin askelkuvaus. (Kuva 25.)

Askelnimi	Toiminta	Etenemisschto
1 Aloitus	Kaikki V*** automaattille	Kaikki V*** automaattilla
2 Pysäytys MB	Kaikki MBV*** kiinniohjaus paitsi MBV117 aukiohjaus	Kaikki MBV***R kiinniraja paitsi MBV117R aukiraja
3 Vastavirtahuuttelu A2	Kiinniohjaus kaikki A2V*** paitsi A2V103, A2V107 ja A2V112 aukiohjaus	Aika 15min
4 Pysäytys A2	Kiinniohjaus A2V103 ja A2V107	Kaikki A2V***R kiinniraja paitsi A2V112R aukiraja
5 Vastavirtahuuttelu A1	Kiinniohjaus kaikki A1V*** paitsi A1V105, A1V106 ja A1V112 aukiohjaus	Aika 15min
6 Pysäytys A1	Kiinniohjaus A1V105 ja A1V106	Kaikki A1V***R kiinniraja paitsi A1V112R aukiraja
7 Vastavirtahuuttelu KAT	Kiinniohjaus kaikki KV*** paitsi KV112, KV108 ja KV117 aukiohjaus	Aika 20min
8 Pysäytys KAT	Kiinniohjaus KV112 ja KV108	Kaikki KV***R kiinniraja paitsi KV117R aukiraja
9 Pinnan alennus A1	Aukiohjaus A1V107 ja A1V106	Aika 7min
10 Pysäytys A1	Kiinniohjaus A1V107 ja A1V106	Kaikki A1V***R kiinniraja paitsi A1V112R aukiraja
11 Pinnan alennus A2	Aukiohjaus A2V107 ja A2V108	Aika 5min
12 Pysäytys A2	Kiinniohjaus A2V107 ja A2V108	Kaikki A2V***R kiinniraja paitsi A2V112R aukiraja
13 Elvytyksen aloitus	FV-1103 automaattille, FV-1103 aukiohjaus, FIC-1923 automaattille, FIC-1924 automaattille	FV-1103 aukiraja
14 Elvytys	KV117, A1112, A2V112 kiinniohjaus ja KV110, KV106, KV113, A1V103, A1V107, A2V104, A2V102 aukiohjaus	KV117R, A1112R, A2V112R kiinniraja ja KV110R, KV106R, KV113R, A1V103R, A1V107R, A2V104R, A2V102R aukiraja
15 Lisävesien virtaus	FIC-1923 sp=1,20, FIC-1924 sp=1,00, FIC-1823 automaattille, FIC-1824 automaattille	FIC-1923 mittaus= 1,20 ja FI-1924 mittaus= 1,00
16 Lisäaineiden virtaus	HIC-1822 automaattille, HIC-1821 automaattille, HIC-1822 käyntiin, FIC-1823 sp= 1,00, HIC-1821 käyntiin, FIC-1824 sp=6,00	FIC-1823 mittaus= 1,00 ja FI-1824 mittaus= 6,00 ja HIC-1822 käy ja HIC-1821 käy
17 Rikkihapon virtaus 1	FIC-1823 sp= 1,01	Aika 15min
18 Rikkihapon virtaus 2	FIC-1823 sp= 3,20	Aika 7min
19 Rikkihapon virtaus 3	FIC-1823 sp= 5,00	Aika 10min
20 Lipeän virtaus	FIC-1824 sp= 6,00	Aika 40min
21 Lisäaineiden virtauksen lopetus	HIC-1822 seisäsky, HIC-1821 seisäsky, FIC-1823 sp=0,00, FIC-1824 sp=0,00	FV-1823 kiinniraja ja FV-1824 kiinniraja
22 Sijrävyys	.....	Aika 90min
23 Pysäytys	KV117, A1112, A2V112 aukiohjaus ja KV110, KV106, KV113, A1V103, A1V107, A2V104, A2V102 kiinniohjaus	KV117R, A1112R, A2V112R aukiraja ja KV110R, KV106R, KV113R, A1V103R, A1V107R, A2V104R, A2V102R kiinniraja
24 Lisävesien virtauksen lopetus	FV-1103 kiinniohjaus, FIC-1923 sp=0,00, FIC-1924 sp=0,00	FV-1103 kiinniraja ja FV-1923 kiinniraja ja FV-1924 kiinniraja
25 Huuttelu KAT	KV117 kiinniohjaus, KV107 ja KV114 aukiohjaus	CIA-1004 < 300
26 Käyttö KAT	KV114 kiinniohjaus	KV114R kiinniraja
27 Täyttö A1	A1V112 kiinniohjaus, A1V104 aukiohjaus	Aika 1min
28 Huuttelu A1	A1V107 aukiohjaus	CIA-1005 < 25
29 Kiertosajo A1	A1V107 kiinniohjaus, A1V109 aukiohjaus	Aika 1min
30 Käyttö A1	A1V109 kiinniohjaus	A1V109R kiinniraja
31 Täyttö A2	A2V112 kiinniohjaus, A2V101 aukiohjaus	Aika 1min
32 Huuttelu A2	A2V108 aukiohjaus	CIA-1006 < 10
33 Kiertosajo A2	A2V108 kiinniohjaus, A2V105 aukiohjaus	Aika 1min
34 Käyttö A2	A1V105 kiinniohjaus	A1V105R kiinniraja
35 Huuttelu MB	MBV113 kiinniohjaus, MBV102 ja MBV109 aukiohjaus	Aika 3min
36 Käyttö MB	MBV109 kiinniohjaus, MBV104 aukiohjaus	MBV104R aukiraja
37 Lopetus	.....	.....

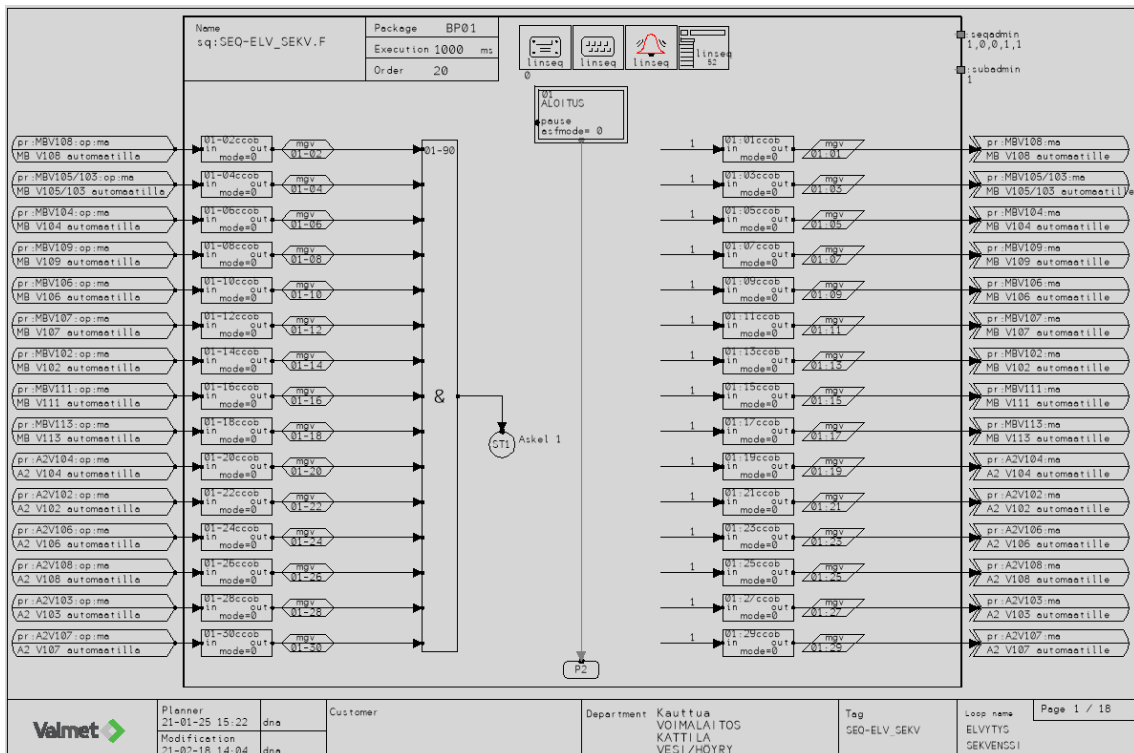
KUVA 25. Elvytyssekvenssin askelkuvaus

Sekvenssejä luodessa pitää tietää kunkin toimilohkon toiminta ja toimilohkon liitännät. Esimerkiksi alla olevassa kuvassa näkyy mgv2-toimilohko ja esimerkki sitä auki ohjattaessa toteutettavista käskyistä (kuva 26).



KUVA 26. Sekvenssi ohjaus mgv2-toimilohkoon

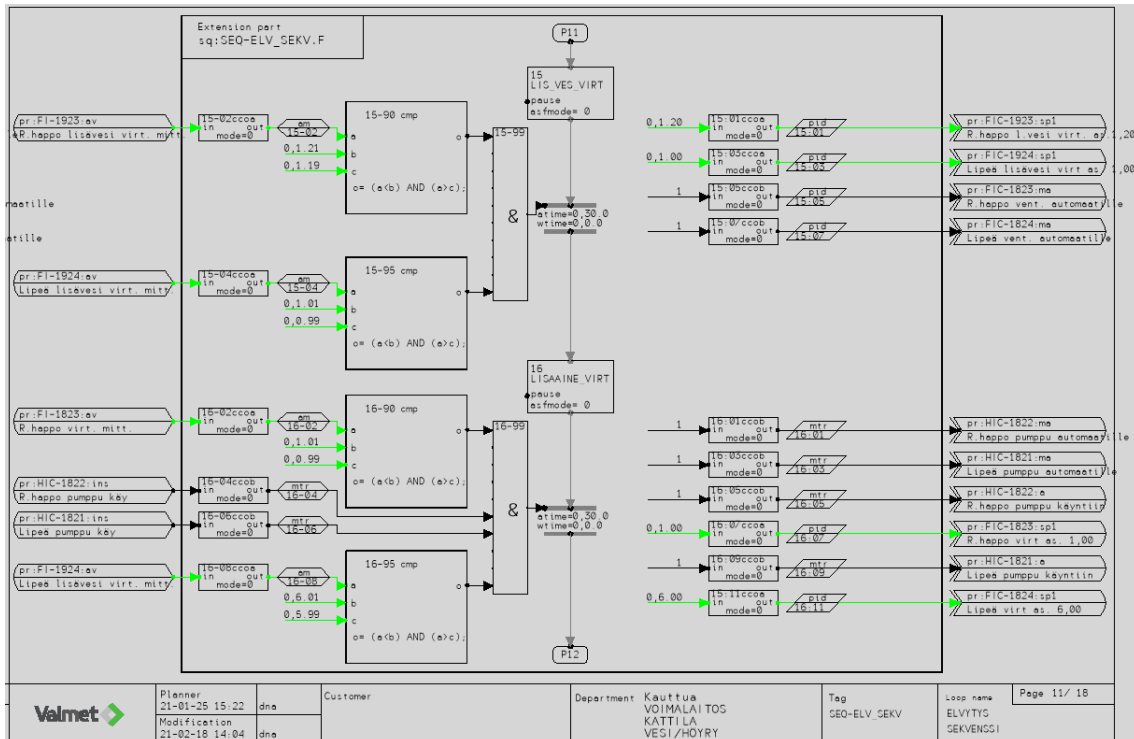
Sekvenssejä luotiin yhteensä kolme kappaletta, jotka olivat elvytys, ilmahuuhdeltu ja sekavaihtimen elvytys. Sekvenssit ovat kuitenkin toiminnaltaan hyvin samankaltaisia keskenään ja sekvensseissä on paljon saman toistamista. Elvytyssekvenssistä voidaan ottaa muutama esimerkki projektin sekvensseistä. Kuvassa 27 on elvytyssekvenssin aloitusaskel. Aloitusaskelissa ovat myös sekvenssin hälytys-, operointi-, positio- ja askeltoiminnot. Askeleessa ohjataan sekvenssissä käytettävät ohjauspiirit automaattille ja tarkistetaan, että kyseiset toimilaitteet jäävät automaattille. (Kuva 27.)



KUVA 27. Elvytyssekvenssin aloitusaskel

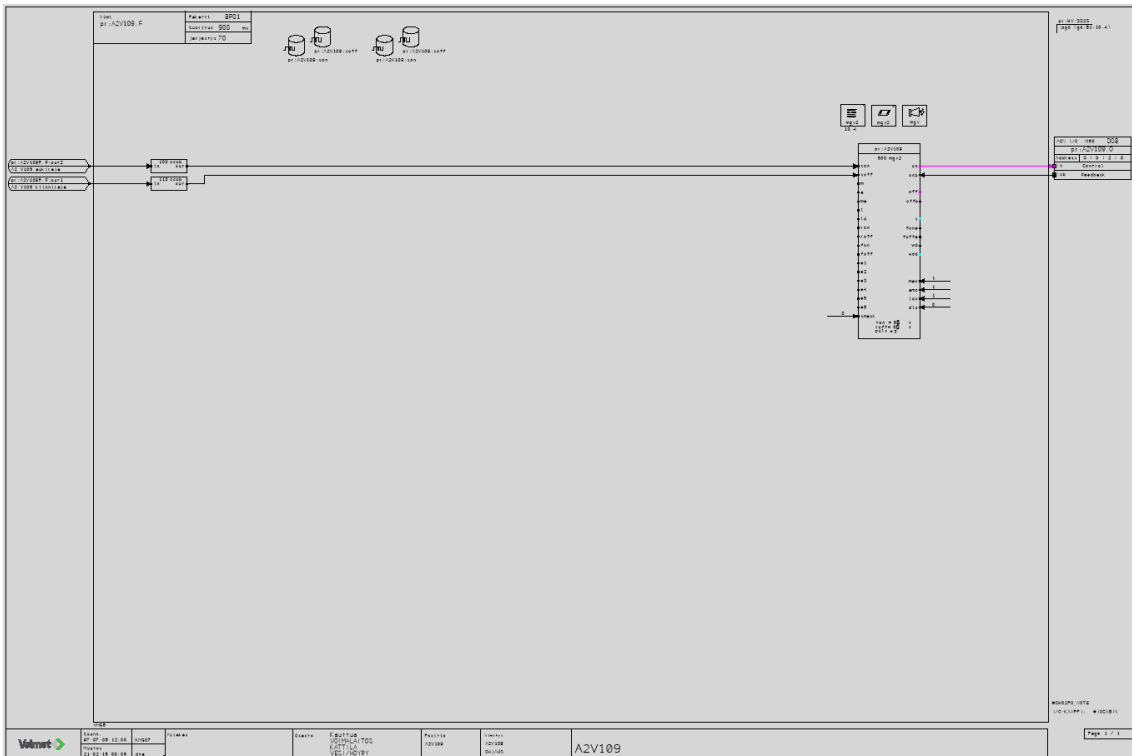
Ensimmäinen haasteellinen askel tekijän kannalta oli elvytyssekvenssin askel 15, jossa säädetään lisävesien virtausta lisäaineiden virtausta varten. Haasteita askeleessa tuotti cmp-toimilohkon käyttö. Virtaus piti

saada tietylle arvoalueelle eikä tekijä ollut aikaisemmin cmp-toimilohkoa käyttänyt siihen tarkoitukseen. (Kuva 28.)



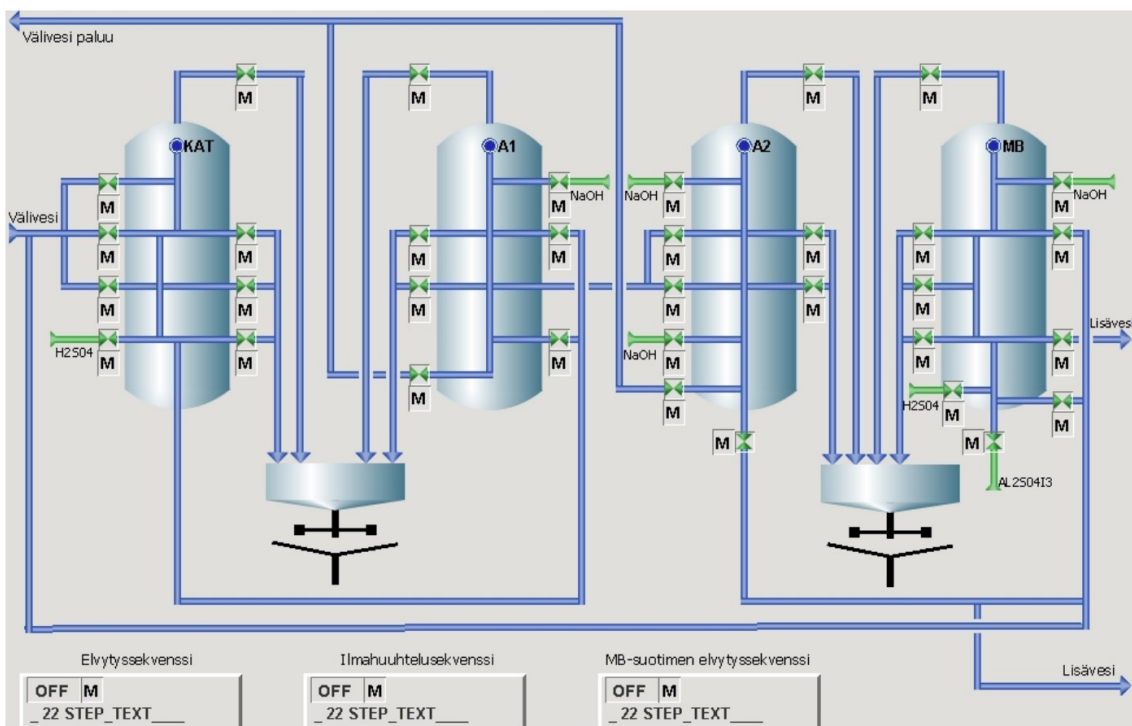
KUVA 28. Elvytyssekvenssi askeleet 15 ja 16

Ohjauspiirejä tehtiin jokaiselle magneettiventtiilille sekä useita olemassa olevia ohjauspiirejä muokattiin uusille ohjauksille sopiviksi. Moduulin liitännät riippuvat paljon siitä, millainen toimilaite on kyseessä. Esimerkiksi mgv2-toimilohko on hyvin erilainen kuin mtr2. Mgv2 on tarkoitettu enimmäkseen venttiiliohjaukseen ja mtr2 taas moottoriohjauksiin. Valmet DNA tuloja luettaessa usein käytetään am2-toimilohkoa, jota voidaan käyttää monenlaisten mittatietojen lukemiseen. Projektissa käytettiin paljon mgv2-toimilohkollisia ohjauspiirejä, jotka ovat kaikki rakenteeltaan samanlaisia (kuva 29).



KUVA 29. Ohjauspiiri mgv2 -toimilohkolla

Ohjauksen luonnin jälkeen tehtiin vielä operointinäkömä suolanpoistosarjoille. Kyseisestä operointinäkömästä voidaan seurata sarjojen tilaa sekä tarvittaessa ohjata venttiilejä. Lisäksi sekvenssien käynnistys tapahtuu tältä operointinäytöltä. (Kuva 30.)



KUVA 30. Valmet DNA suolanpoistosarjojen operointinäkömä

## 6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena oli suunnitella Kauttuan voimalaitoksen vesilaitoksen suolanpoistosarjojen automatisointi. Projekti suunniteltiin toteutettavaksi kolmessa osassa. Suunnitelman lisäksi päätavoitteena voidaan pitää projektin hinta-arvion laatimista. Hinta-arvion luomiseksi jokaisen vaiheen komponenteista ja osista lähetettiin tarjouspyyntöjä. Tarjouspyyntöjen lähettämistä ei ollut aiempaa kokemusta, mutta tarjoukset osista ja komponenteista saatiin kuitenkin ilman ongelmia. Projektin tilaajan pyynnöstä mitään hintatietoja komponenteista tai projektin eri vaiheista ei mainita opinnäytetyössä. Hinta-arviot eivät ole aivan tarkkoja, sillä opinnäytetyössä tehtiin vain suunnitelmat ja arviot saattavat muuttua, kun asennustyötä päästään tekemään.

Ensimmäisen vaiheen tavoitteena oli suunnitella magneettiventtiilien uusinta. Tavoitteeseen päästiin, mutta ensimmäisen vaiheen suunnittelussa ongelmia tuottivat kääntökytkimet. Ongelma ratkaistiin käyttämällä paikallaan olevia kytkimiä, mutta kytkimiin ei tehdä mitään muutoksia. Tämän koettiin olevan kustannustehokkain ja käytön kannalta kätevin ratkaisu, sillä ratkaisu on vain väliaikainen ja käyttökytkimet poistuvat kolmannen vaiheen automatisoinnin yhteydessä.

Toisen vaiheen tavoitteena oli suunnitella prosessissa olevien venttiilien ja toimilaitteiden vaihto. Tavoite saavutettiin ja samalla opittiin paljon uutta venttiilien ominaisuuksista. Samalla, kun suunniteltiin toimilaitteiden vaihto ja kyseltiin tarjouspyynnöt, päätettiin tarjouspyyntöön sisällyttää rajakoneistot. Rajakoneistoja ei vielä toisessa vaiheessa tarvita, mutta kun venttiilitoimilaitepaketti tulee valmiiksi koottuna, on pakettiin hyvä sisällyttää myös rajakoneisto.

Kolmannen vaiheen tavoitteena oli suolanpoistosarjojen ohjauksen liittämisen suunnittelu automaatiojärjestelmään eli suolanpoistosarjojen automatisoinnin suunnittelu. Suunnitelma laadittiin Valmet DNA automaatiojärjestelmän laajennuksesta, joka sisälsi uuden hajautetun osajärjestelmän. Kolmannen vaiheen tarjouspyynnössä olivat siis hajautetun järjestelmän komponentit. Kolmannen vaiheen tavoitteena oli myös luoda valmiiksi automaatio-ohjaukset järjestelmään. Järjestelmäohjauksia luotiin niin yksittäisiä ohjauspiirejä kuin sekvenssi-ohjauksiakin. Luodut ohjauspiirit ja sekvenssit saattavat vielä muuttua ennen automatisoinnin toteutusta, sillä testivaiheita ei päästy suorittamaan. Ohjaukset ovat kuitenkin vähintään erittäin hyvä pohja, kun automatisointia päästään toteuttamaan. Kolmannen vaiheen tavoitteisiin päästiin ilman suurempia ongelmia, joskin tarjouksien saaminen kesti odotettua pidempään.

Kaiken yllä mainitun lisäksi tässä opinnäytetyössä on yleistietoa kaikista työssä esiintyvistä ohjelmistoista, laitteista, komponenteista sekä prosesseista. Taustatietojen kertomisen tarkoituksena oli tuoda ilmi lukijalle,

millaisesta prosessista on kyse ja millaisia komponentteja prosessiin oli tarkoitus sisällyttää. Taustatiedoista lukija saa erittäin hyvän kuvan millaisia komponentteja työssä tulisi käyttää ja millaisia ohjelmistoja käyttää.

Opinnäytetyö oli henkilökohtaisen oppimisen kannalta suuri menestys. Työn aikana kertyi suuri määrä tietoa muun muassa venttiilityypeistä, sähkökuvien piirtämisestä, työn budjetoinnista, Valmet DNA -ympäristöstä ja työelämän palaverikäytännöistä. Opinnäytetyötä aloittaessa tekijällä ei ollut pitkää kokemusta työelämästä.

Jälkeenpäin ajateltuna projektin olisi voinut toteuttaa järkevämmälläkin tavalla. Vaikka tässä opinnäytetyössä eri vaiheiden tarjoukset kysyttiin erikseen, olisi tarjouspyyntöjen komponentit jokaisesta vaiheesta voinut koota yhteen ja kysyä samalla kertaa kaikki. Opinnäytetyössä kuitenkin haluttiin painottaa työn vaiheistamisesta, joten päätettiin tarjouksetkin kysyä vaiheista erikseen aina vaihe kerrallaan. Mikäli tarjoukset olisi kysynyt kaikki samalla kerralla, olisi siinä säästänyt aikaa.

Kun projektissa ei ollut mitään ajallista takarajaa tilaajan puolesta, niin tekijän oma aikataulus hieman petti erinäisistä syistä, jotka johtuivat enimmäkseen kokemattomuudesta. Tästä ei kuitenkaan syntynyt haittaa millekään opinnäytetyön osapuolille.

Projektia voitaisiin jatkaa muun muassa toteuttamalla suunniteltu suolanpoistosarjojen automatisointi. Suolanpoistosarjojen automatisoinnin jälkeen kehitystä voitaisiin suunnitella vaikka muihin vesilaitoksen osaprosesseihin, jotka ovat edelleen osittain tai kokonaan mekaanisesta työstä riippuvaisia, tällainen on esimerkiksi dynasand hiekkasuodin.

## LÄHTEET

1. Wikipedia 2019. Adven. Hakupäivä 08.03.2021. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Adven>
2. Adven Oy. Adven yrityksenä. Matkamme. Hakupäivä 08.03.2021. <https://adven.com/fi/adven-yri-tyksena/matkamme/>
3. Väre, Anna 2018. Kenttäväylä. Endress+Hauser 28.05.2018. Hakupäivä 04.03.2021 <http://www.kenttavayla.fi/2018/05/28/kierratyspolttoaineista-energiaksi-luotettavin-mittaustuloksin-adven-sahko-ja-kaukolampolaitos-kauttua/>
4. Valmet 2020. Valmet yrityksenä. Valmet lyhyesti. Hakupäivä 08.03.2021 <https://www.valmet.com/fi/valmet-yri-tyksena/valmet-lyhyesti/>
5. Adven Oy. Vesilaitoksen ja Laboratorion ohjeet 2015. Sisäinen dokumentti.
6. Sonninen, Risto 1999. Fortum Power and Heat Oy. Ympäristötekniikka. Sisäinen luentodokumentti.
7. Fluid Finland 2008. Hakupäivä 04.03.2021. <https://asiakas.kotisivukone.com/files/fluidfin-land.kotisivukone.com/FluidKlinikat/16.pneumatiikka-venttiilit.pdf>
8. Säättö Oy 2021. Ratkaisut, termistö. Hakupäivä 04.03.2021 <https://saato.fi/tekniset-artikkelit/termisto/>
9. Valmet DNA manuals Collection 2017 Fi Versio 19.1.build 1. 2018. Valmet Oyj.
10. Metso DNA manuals Collection 2011 Fi V.14.1 build 2. 2013. Metso Automation Oy.
11. Fonecta. Finder. Sitek-Palvelu Oy. Hakupäivä 09.03.2021 <https://www.finder.fi/Automaatio/Sitek-Palvelu+Oy/Jyv%C3%A4skyl%C3%A4/yhteystiedot/175103>
12. Sitek Suomi. Prosessisoturit. Hakupäivä 09.03.2021 <https://www.sitek.fi/sites/default/files/Sitek-suomi-240919.pdf>
13. Taloon Yhtiöt Oy 2021. Rakentajan tietopankki. Muuntotaulukko DN ja NPS mitoille. Hakupäivä 04.03.2021 <https://www.taloon.com/muuntotaulukko-dn-ja-nps-mitoille>
14. Klinger Oy. Yritys. Klinger Finland Oy 80 vuotta. Hakupäivä 04.03.2021 <https://www.klinger.fi/fi/yritys/klinger-finland-oy-80-vuotta/>
15. Emerson Electric 2020. El-O-Matic. Hakupäivä 04.03.2021 <https://www.el-o-matic.com/en-us>

## **LIITTEET**

Liite 1 Vaihe 1 sähköiset kytkennät

Liite 2 Vaihe 1 tarjouspyyntöjen taustatiedot

Liite 3 Venttiilien taustatiedot

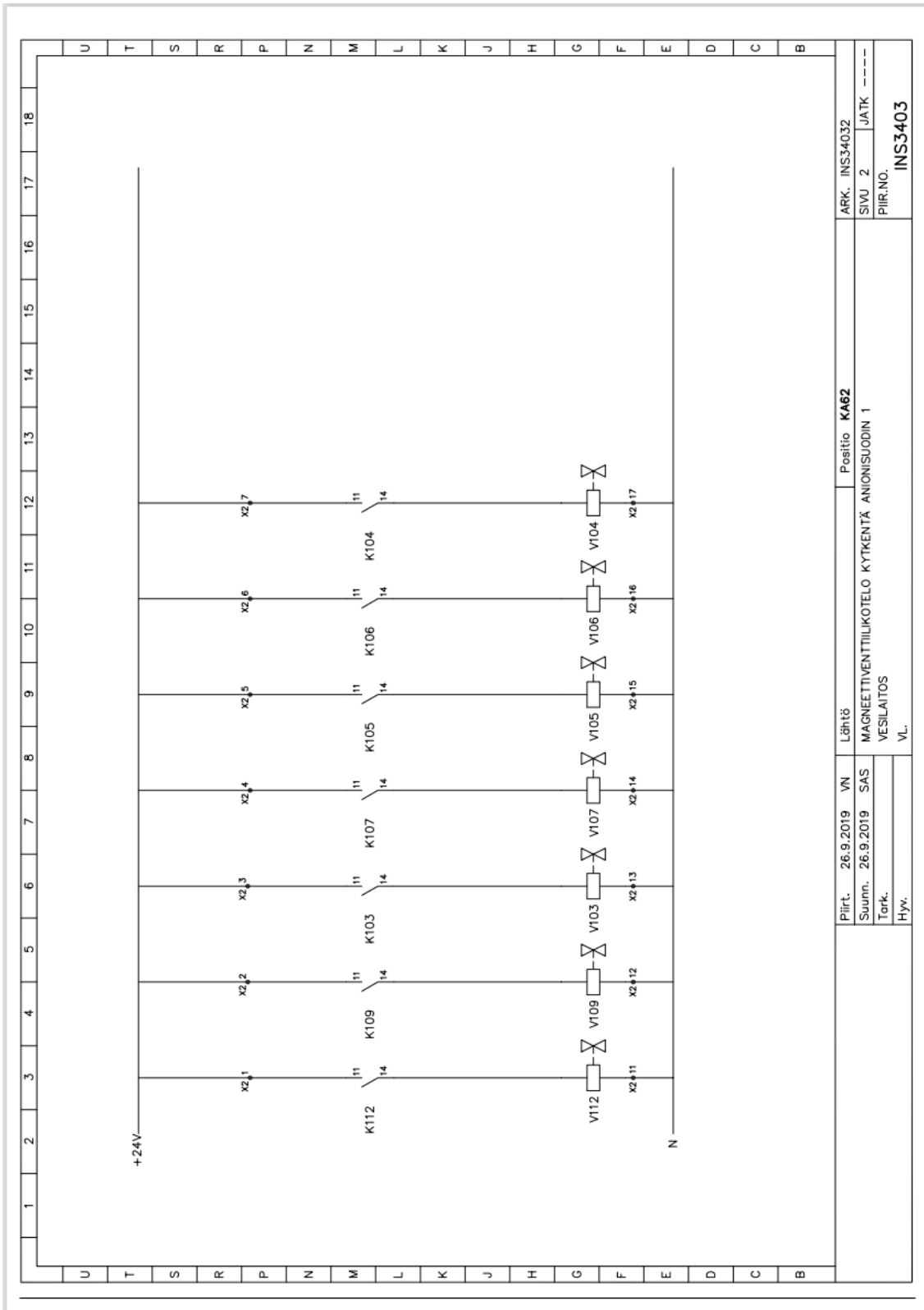
Liite 4 Venttiilien tilausmuistio

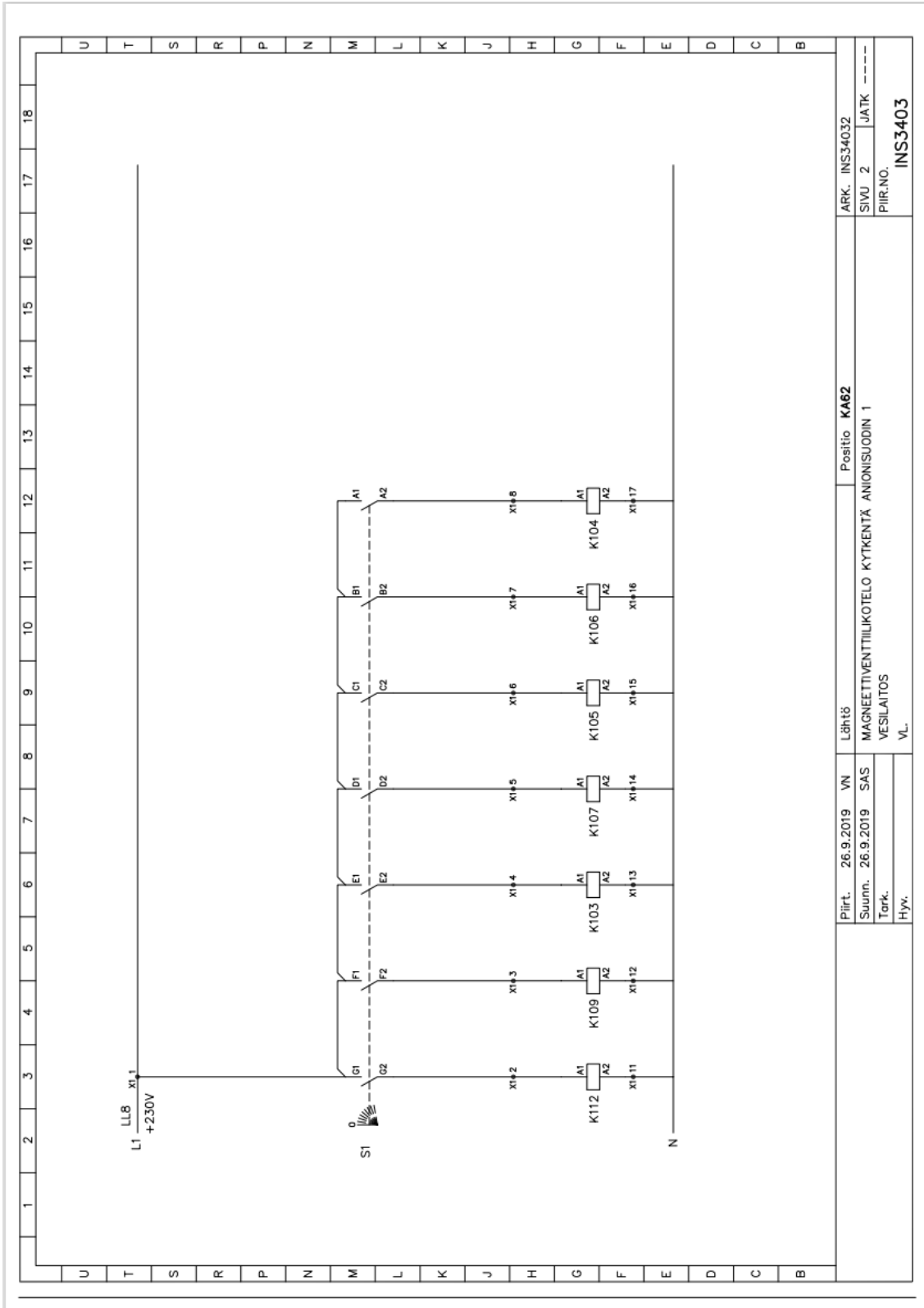
Liite 5 Toimilaitteiden tekniset tiedot

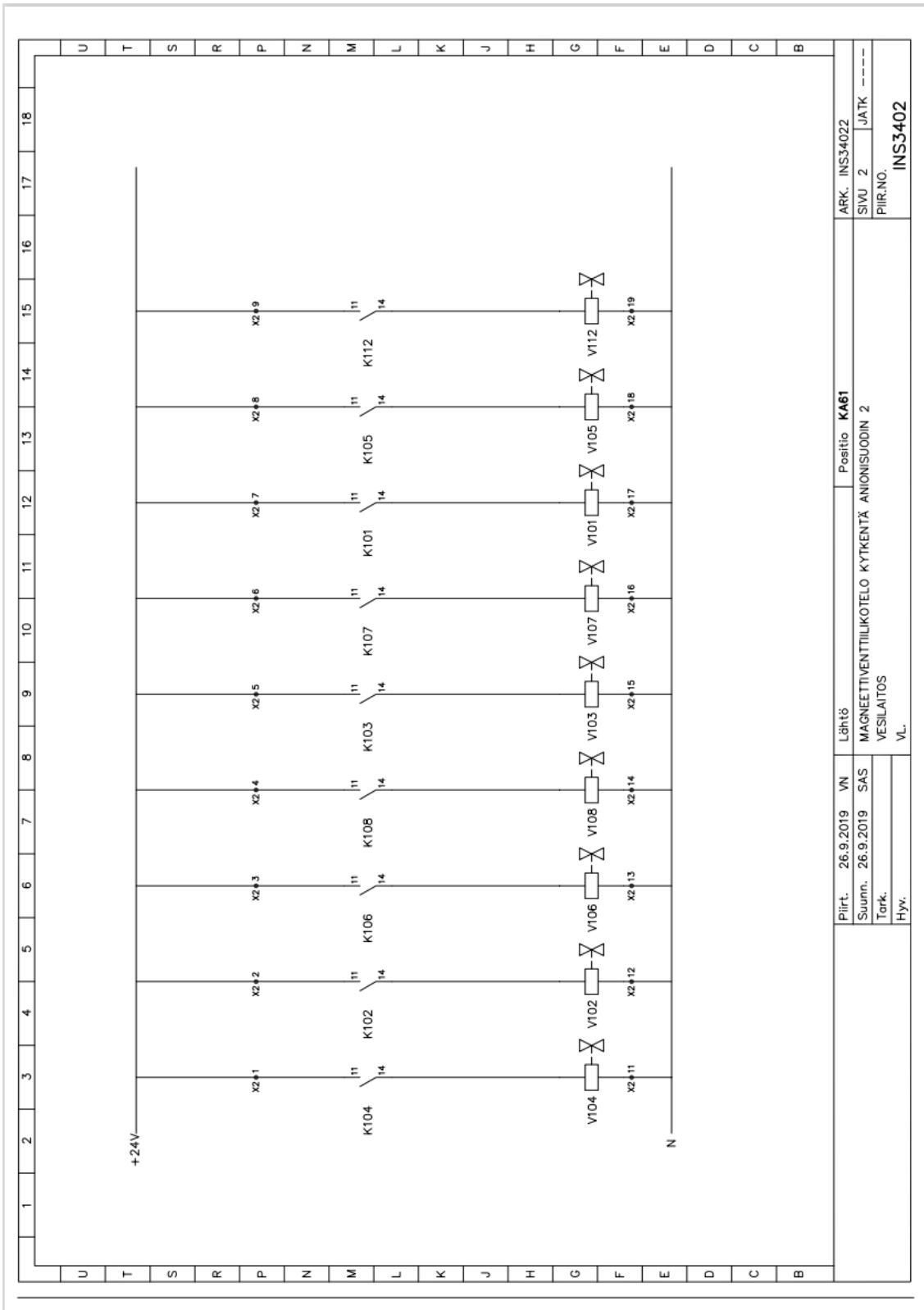
Liite 6 Venttiilien tekniset tiedot

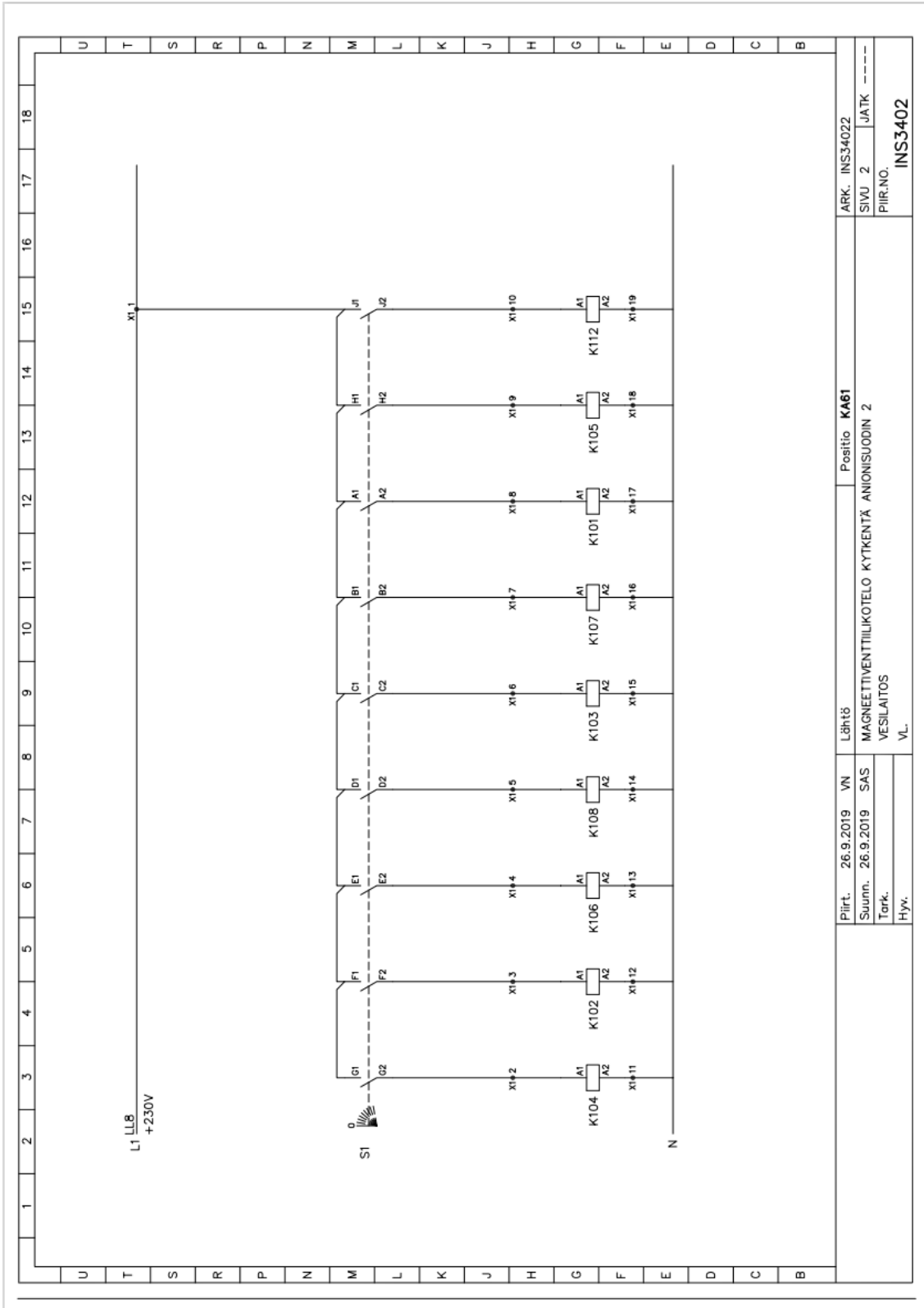
Liite 7 Elvytyssekvenssin toimintakuvaus

Liite 8 Vaihe 3 tarjouksen tekninen erittely

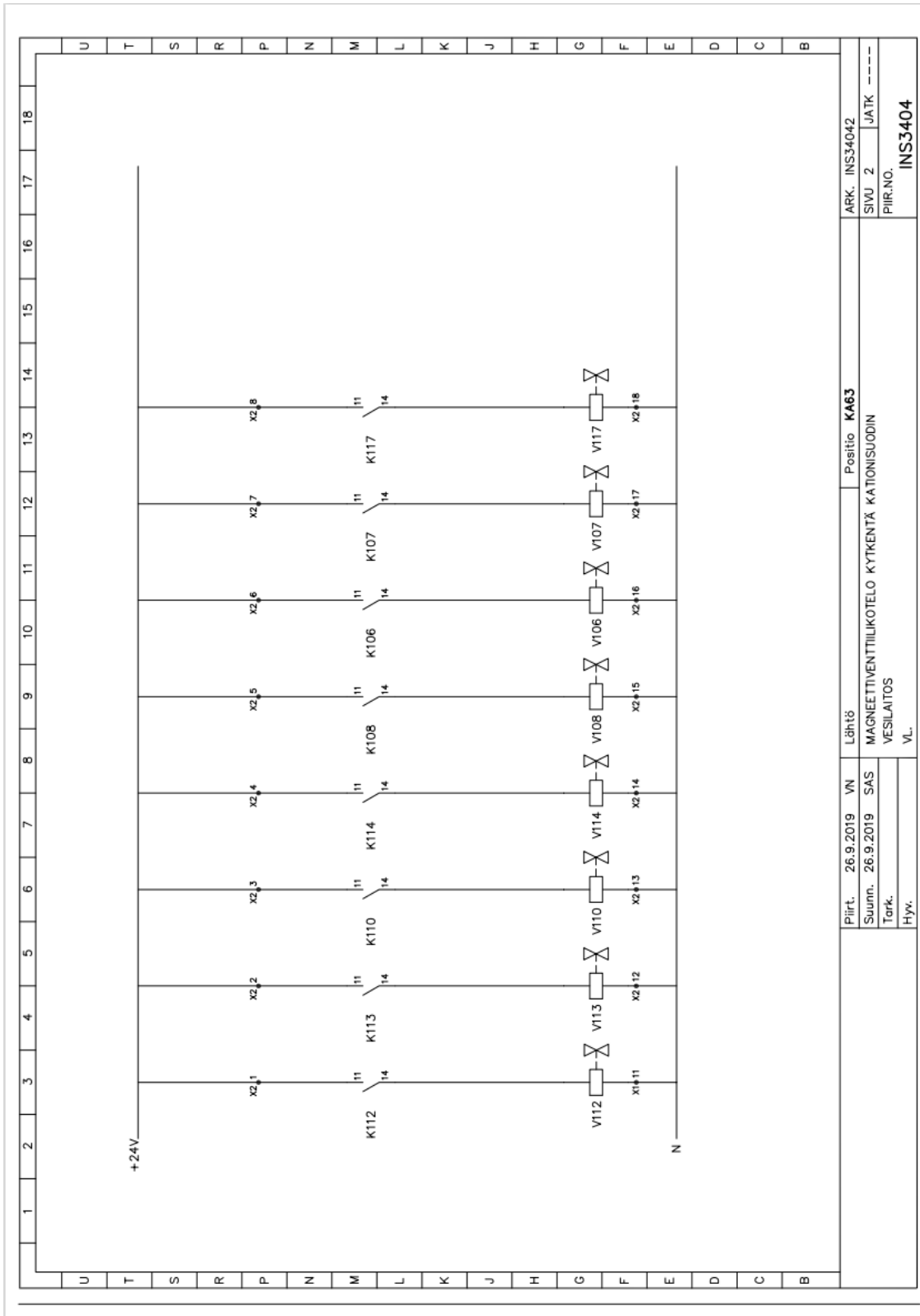


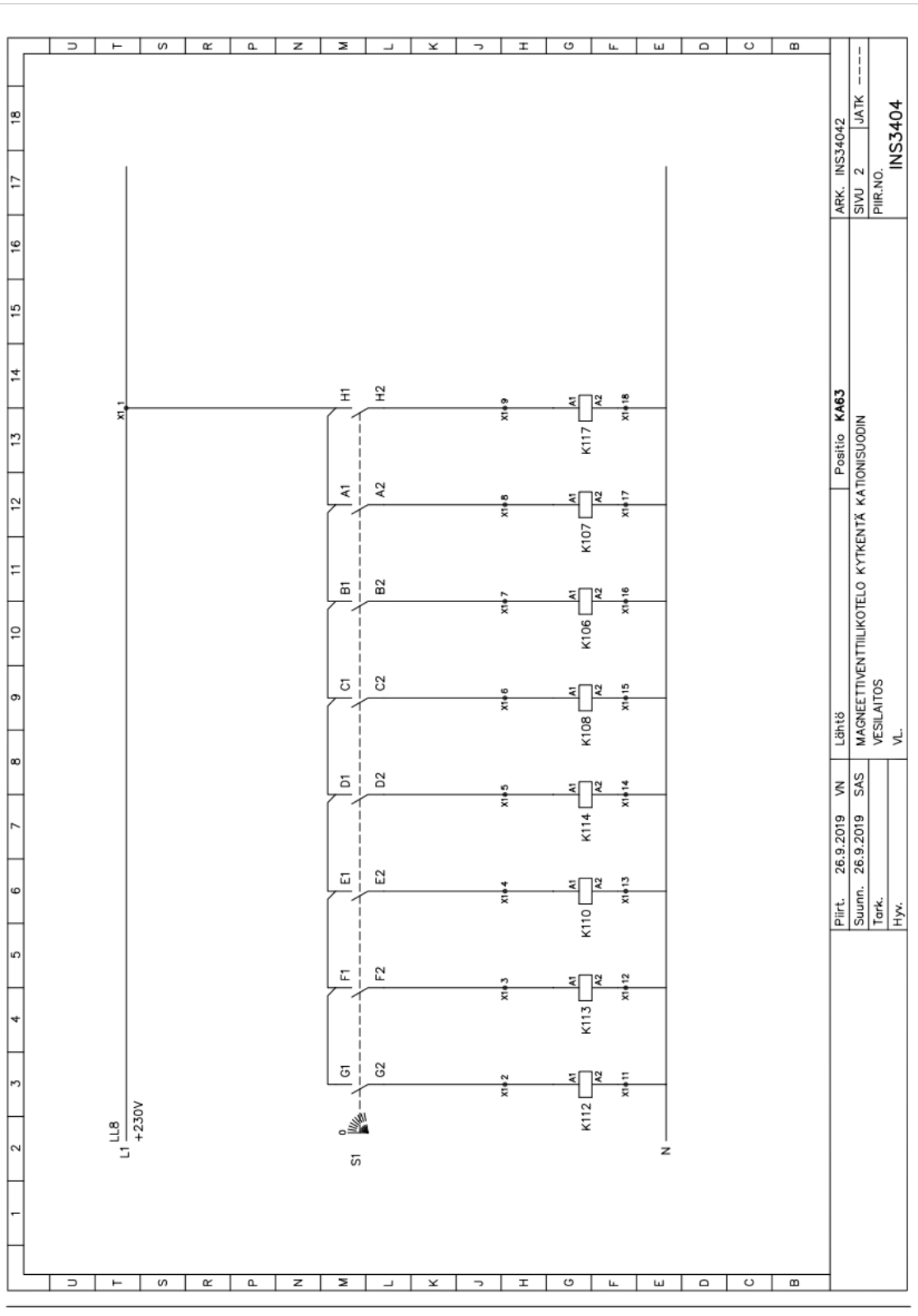




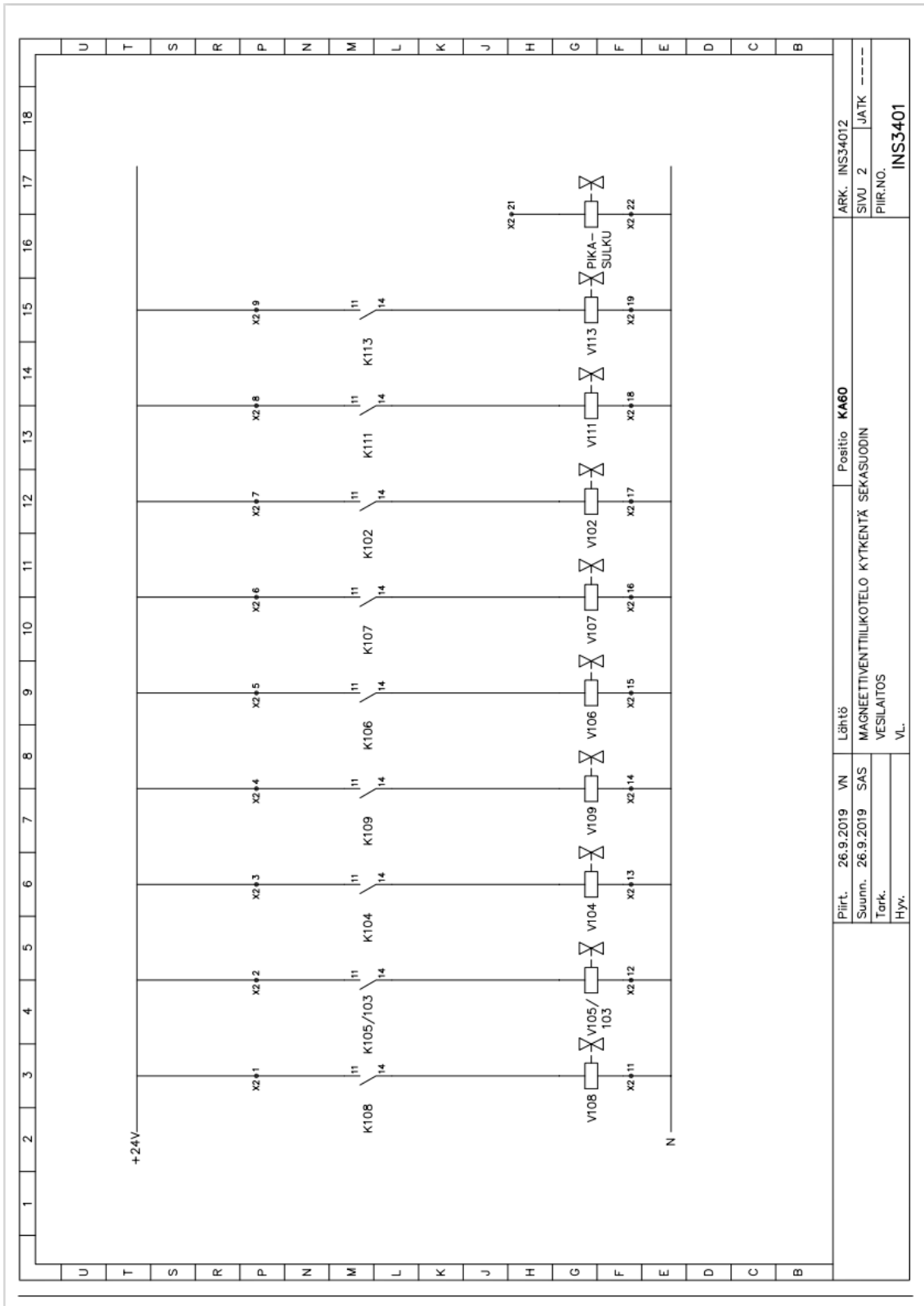


ARK. INS34022	Positio <b>KA81</b>
SIVU 2	JATK ----
PIIR.NO.	INS3402
Piirt. 26.9.2019	VN
Suunn. 26.9.2019	SAS
Tark.	
Hyy.	
Lähtö	MAGNEETTIVENTTIILIKOTELO KYTKENTÄ ANIONISUODIN 2
	VESILAITOS
	VL.



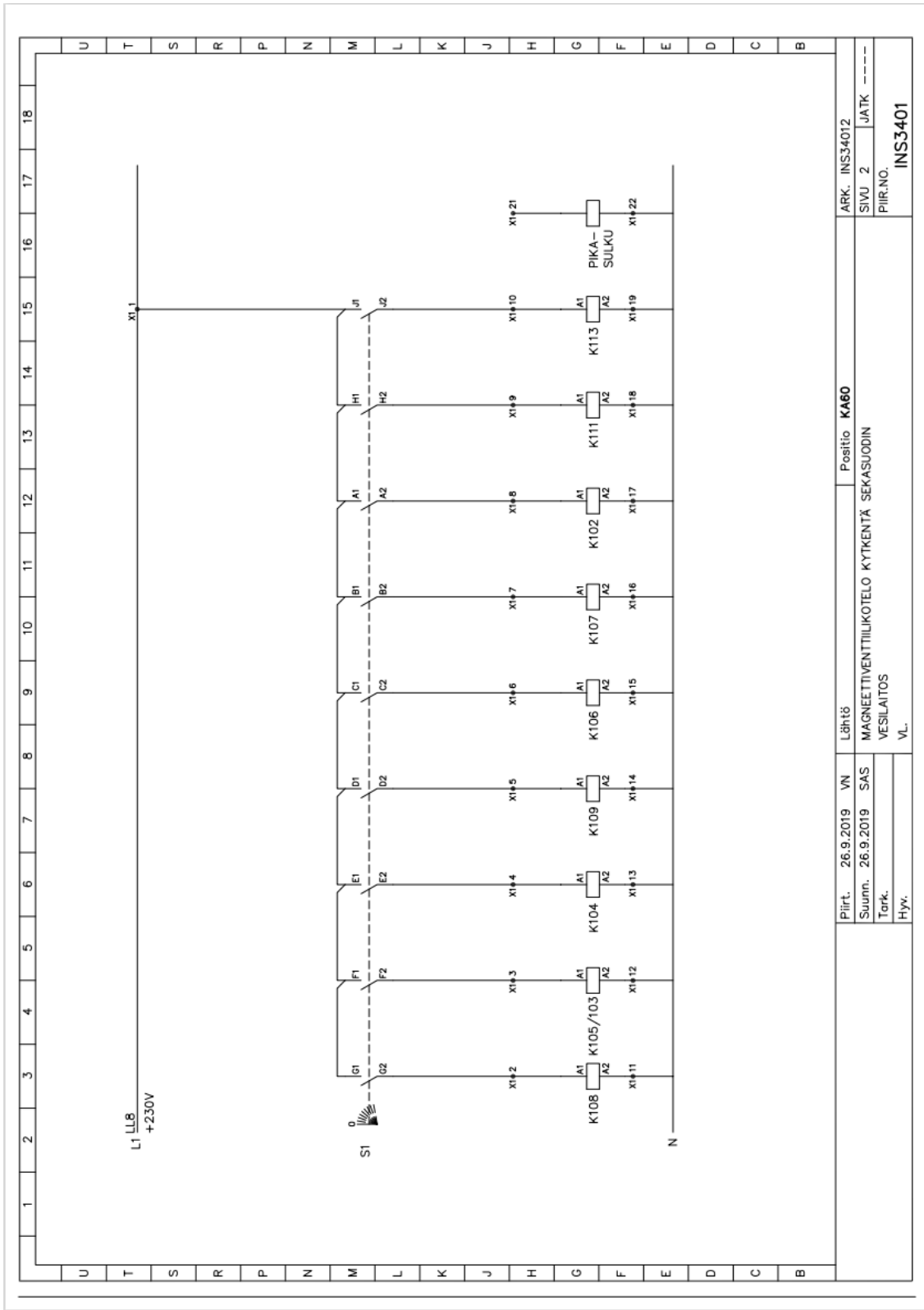


ARK. INS34042	Posito <b>KA63</b>
SIVU 2	UJATK -----
PIIR.NO.	INS3404
PIirt. 26.9.2019 VN	Lähtö
Suunn. 26.9.2019 SAS	MAGNEETTIVENTTIILIKOTELO KYTKENTÄ KATIONISUODIN
Tark.	VESILAITOS
Hyy.	VL.



Piirt. 26.9.2019 VN  
Suunn. 26.9.2019 SAS  
Tark.  
Hyy.

Lähtö  
MAGNETTIVENTTIILIKOTELO KYTKENTÄ SEKASUODIN  
VESILAITOS  
VL.



<b>Releet:</b>	Omron	G2R-1-SNI 230AC Tilaukoodi: 4375245	35kpl
<b>Releenkannat:</b>	Omron	P2RF-05-E Tilaukoodi: 1340954	35kpl
<b>Virtalähteet:</b>	Phoenix Contact	QUINT-PS/1AC/24DC/10 Tilaukoodi: 2068442	4kpl
<b>Magneettiventtiili:</b>	Numatics	L22BA452BG17G61	35kpl
	Pistokkeet		35kpl
	Valotiivisteet		35kpl
	Lähtöliitin	N109-006-001	70kpl
<b>Paineilmatukki:</b>	Sitek	SMTR10N-1/4-65	4kpl
	Painemittari	SPM-10R1/4A50	4kpl



Suunnittelumuistio



Sauli Puputti

27.10.2020

10/2020

## Vesilaitoksen venttiilin vaatimukset

Materiaali: SIS 2333/AISI 304 (Ruostumaton, Haponkestävä)

Tyyppi: Palloventtiili

Paineluokka: PN10

Yhteet: Pitkät hitsattavat

Tiivisteet: Metalliset (Ruostumaton, Haponkestävä)

**Tilausmuistio**

Sauli Puputti

05.11.2020

11/2020

**Venttiilit**

Materiaali: SIS 2333/AISI 304 (Ruostumaton, Haponkestävä)  
Tyyppi: Palloventtiili  
Paineluokka: PN10  
Yhteet: Pitkät hitsattavat  
Tiivisteet: Metalliset (Ruostumaton, Haponkestävä)

Kappalemäärä: DN65 7kpl  
DN50 2kpl  
DN40 10kpl  
DN25 15kpl  
DN15 1kpl

**Toimilaitteet**

Toiminta: Paineilma  
2-toiminen  
Paineilmatoiminen molempiin suuntiin

Kappalemäärä: DN65 7kpl  
DN50 2kpl  
DN40 10kpl  
DN25 15kpl  
DN15 1kpl

**Rajakoneistot**

Johdinmäärä: 2-johdin  
Koskettimet: Auki- ja Kiinnirajat, molemmat sulkeutuvia koskettimia  
Merkki/Malli: Pepperl+Fuchs tai ifm  
Kappalemäärä: 35kpl


**TOIMILAITTEET**  
 ELOMATIC F-sarja

10EM-F-1/5

## TUOTEKUVAUS

<b>Vääntömomentti</b>	13,4-4449 Nm	
<b>Syöttöpaine</b>	Kaksitoiminen	0,2-8,3 barg
	Jousipalautteinen	6-8,3 barg täydellä jousisarjalla 3-8,3 barg rajoitetulla jousisarjalla
<b>Paineilma</b>	Kuiva tai voideltu ilma tai jalokaasut, Kastepiste vähintään 10 °C alle ympäristön lämpötilan, Alhaisten lämpötilaolosuhteiden sovellukset arvioitava mittauksin ennen käyttöä, Mainitut painealueet ovat "ylipaineita", Ylipaine saadaan vähentämällä absoluuttisesta paineesta ilmakehän paine.	
<b>Pinnoitteet</b>	Runko	Päälystetty kromilla ja polyuretaanijauheella
	Rungon kannet	Päälystetty kromilla ja polyuretaanijauheella
	Männät	Päälystetty kromilla
	Ratas	Kova-anodisoitu
	Kiinnikkeet	Päälystetty ruostumattomalla teräksellä tai Deltatone®:lla
<b>Voitelu</b>	Castrol korkean lämpötilan rasva (tai vastaava)	
<b>Lämpötila-alue</b>	Standardi	-20 - +80 °C
	Matala lämpötila	-40 - +80 °C
	Korkea lämpötila	-20 - +120 °C
<b>Kääntökulma</b>	Tehtasasetus 90°, Muunnettavissa:	
	Koot 25-600	-5° - +10° ja +80° - 95°
	Koot 950-4000	-3° - +10° ja +80° - 93°
<b>Kansainväliset standardit</b>	Venttiilin liitospinta	ISO 5211 / DIN3337
	Ohjausventtiilin liitos	VDE/VDI 3845 (NAMUR)
	Eurooppalaiset standardit	ATEX, PED ja Machinery Directive

## PAINO JA TOIMIAIKA

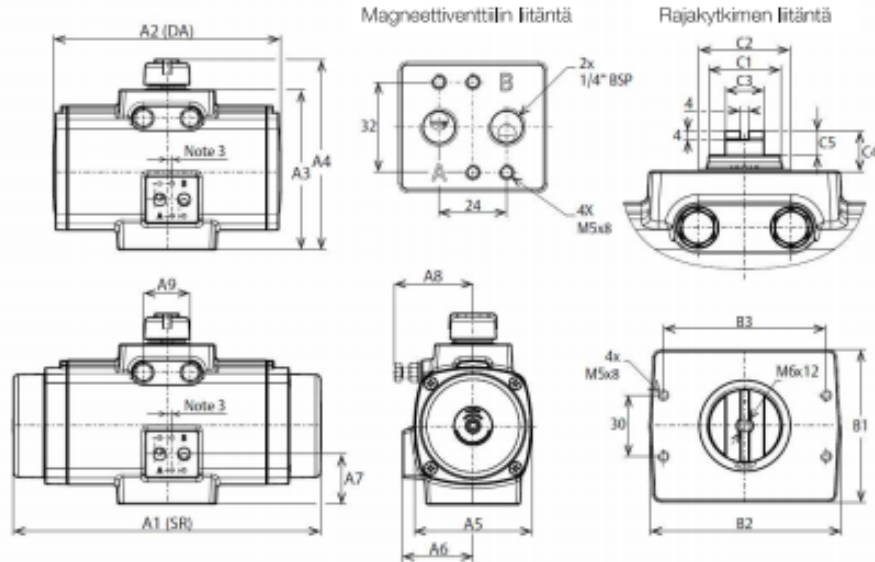
Malli		F12	F25	F40	F65	F100	F150	F200	F350	F600	F950	F1600	F2500	F4000
Paino														
Kaksitoiminen	kg	0,6	1,4	2,1	2,8	3,5	4,9	6,0	10,2	20	27	43	57	87
Jousipalautteinen	kg	0,7	1,6	2,3	3,3	4,3	6,6	8,3	14,5	29	39	66	89	132
Toimiaika														
Kaksitoiminen	A-portti painelstettu	s	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	1,0	1,4	2,2	3,9	5,9	7,8
Kaksitoiminen	B-portti painelstettu	s	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,5	2,2	3,6	4,8	7,9
Jousipalautteinen	A-portti painelstettu	s	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3	1,9	3,5	4,6	6,9	9,0
Jousipalautteinen	Jousi	s	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,9	1,3	1,9	3,2	4,8	6,3

Kaikki mitat, painot ja muut tekniset tiedot sitoumukselta.


**TOIMILAITTEET**  
 ELOMATIC F-sarja

10EM-F-2/5

## MITAT JA TEKNISET TIEDOT



Mitat	Toimilaitteen koko											
mm	0025	0040	0065	0100	0150	0200	0350	0600	0950	1600	2500	4000
A1	166	192	217	247	304	362	385	476				
A2	166	192	217	247	223	256	269	336				
A3	91	112	124	131	157	163	201	248				
A4	119	139	151	158	185	191	230	292				
A5	82	95	104	115	127	134	165	199				
A6	49	55	58	64	69	72	85	102				
A7	30	34	38	38	49	49	42	67				
A8	48	58	69	69	75	87	109	132				
A9	18	25	27	28	46	46	46	60				
B1	43	45	50	60	75	75	85	98				
B2	94	94	94	97	94	94	100	148				
B3	80	80	80	80	80	80	80	130	130	130	130	130
C1	16	22	22	22	34	36	36	55	55	55	55	55
C2	23	30	30	30	45	45	45	65	65	65	65	65
C3	10	14	14	14	19	19	19	36	36	36	36	36
C4	20	20	20	20	20	20	20	30	30	30	30	30
C5	12	12	12	12	12	12	12	10	10	10	10	10

 DA= Kaksitoiminen  
 SR = Jousipalautteinen

 Magneettiventtiilin ja  
 rajakytkimen litännät VDI/  
 VDE3845 (NAMUR) mukaan

 Solenoidin porauskuvio  
 siirtyy 4 mm koossa 0025  
 ja 2 mm koossa 0040  
 toimilaitteen keskiviivaan  
 nähden.  
 Toleranssit, ellei  
 ilmoitettu erikseen:

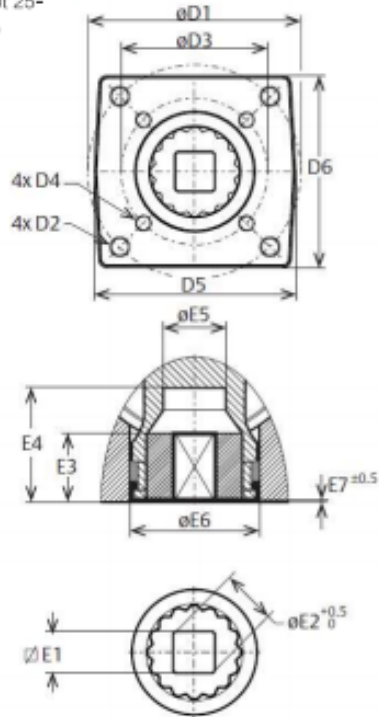
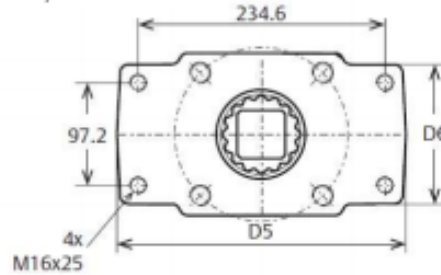
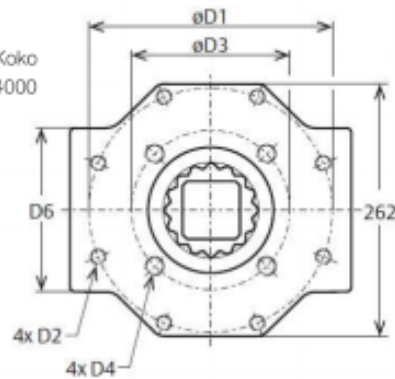
 x. = ± 0,5 mm  
 x.x = ± 0,25 mm  
 x.xx = ± 0,1 mm

Kaikki mitat, painot ja muut tekniset tiedot sitoumukselta.


**TOIMILAITTEET**  
 ELOMATIC F-sarja

10EM-F-3/5

## LAIPPALIITÄNNÄN MITAT

Koot 25-  
950Koot 1600  
ja 2500Koko  
4000

Laippa- ja nelökinnitys ISO5211 mukaan.

Toleranssit, ellei ilmoitettu erikseen: x. =  $\pm 0,5$  mm  
x.x =  $\pm 0,25$  mm  
x.xx =  $\pm 0,1$  mm

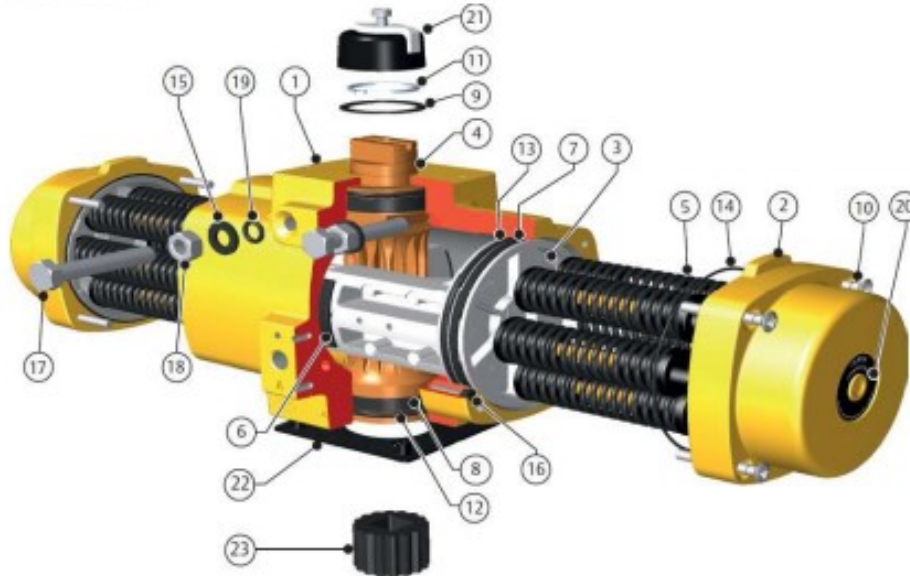
Mitat	Toimilaitteen koko											
	0025	0040	0065	0100	0150	0200	0350	0600	0950	1600	2500	4000
ISO 1	F05	F07	F07	F07	F10	F10	F10	F12	F14	F16	F16	F25
D1	50	70	70	70	102	102	102	125	125	165	165	254
D2	M8x10	M8x13	M8x13	M8x13	M10x15	M10x15	M10x15	M12x18	M12x18	M20x20	M20x20	M16x25
ISO 2	F03	F05	F05	F05	F07	F07	F07	F10	F10	F25*	F25*	F16
D3	36	50	50	50	70	70	70	102	102	-/-	-/-	165
D4	M5x8	M6x10	M6x10	M6x10	M8x13	M8x13	M8x13	M10x16	M10x16	-/-	-/-	M20x20
D5	50	68	68	66	97	94	94	118	xx,x	xx,x	xx,x	xx,x
D6	48	65	65	63	92	90	94	113	xx,x	xx,x	xx,x	xx,x
E1 Max	11,08	14,08	14,08	19,08	19,08	22,10	27,11	27,11	36,16	46,16	46,16	55,24
E1 Min	11,00	14,00	14,00	19,00	19,00	22,00	27,00	27,00	36,00	46,00	46,00	55,00
E2	14,1	18,1	18,1	25,2	25,5	28,2	36,2	36,21	58,2	60,2	60,2	72,2
E3	15	15	15	18	27,5	27,5	27,5	27,5	xx,x	xx,x	xx,x	xx,x
E4	34	34	34	34	50	50	50	50	xx,x	xx,x	xx,x	xx,x
E5	14,1	18,1	21,1	23,5	28,5	32,1	32,1	36,5	xx,x	xx,x	xx,x	xx,x
E6	24,5	34,5	34,5	38	56,5	56,5	56,5	67,5	xx,x	xx,x	xx,x	xx,x
E7	0,5	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	x,x	x,x	x,x	x,x

Kaikki mitat, painot ja muut tekniset tiedot sitoumuksesta.


**TOIMILAITTEET**  
 ELOMATIC F-sarja

10EM-F-4/5

## OSAT JA MATERIAALIT



Ref.	Lkm	Osa	Materiaali	Huom
1	1	Kotelo	Valettu alumiiniseos	1
2	2	Rungon kansi	Valettu alumiiniseos	1
3	2	Mäntä	Valettu alumiiniseos	2
4	1	Kara	Korkealaatuinen alumiini	3
5	max 12	Jousisarja	Jousiteräs	4
6*	2	Männän laakerin teline	POM	
7*	2	Männän laakeri	PTFE 25% hiiltäytteenen	
8*	2	Karan laakeri	POM	
9*	1	Aluslevy	POM, musta UV-stabiloitu	
10	8	Rungon kannen ruuvi	Ruostumaton teräs	
11*	1	Lukkolevy	Jousiteräs	5
12*	2	Karan o-rengas	Nitriikumi	
13*	2	Männän o-rengas	Nitriikumi	
14*	2	Rungon kannen o-rengas	Nitriikumi	
15*	2	Rajotinmutterin o-rengas	Nitriikumi	
16*	2	B-portin tiiviste	Silikonikumi	
17	2	Rajotinruuvi	Ruostumaton teräs	
18	2	Rajotinmutteri	Ruostumaton teräs	
19	2	Rajottimen aluslevy	PA66	
20	2	Varoitustarra	Polyesteri	
21	1	Asennonsoitin	ABS + ruostumaton teräsruuvi	
22	1	Keskityksilaitte (optio)	Nylon PA6, musta	
23	1	Insertti	Alumiiniseos	

**Huom:**

1. Päälystetty kromilla ja polyuretaanijauheella
  2. Päälystetty kromilla
  3. Kova-anodisoitu
  4. Elektroforesipinnoite
  5. Deltatone® päälystetty
- \* sisältyy korjaussarjaan

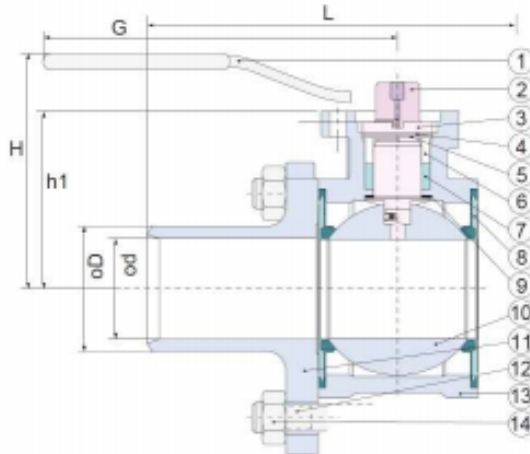
Kaikki mitat, painot ja muut tekniset tiedot sitoumuksesta.





**PALLOVENTTIILIT**  
 KLINGER BALLOSTAR  
 KHA-SL  
 Pitkin hitsauspäin, täysaukko  
 Tilausesimerkki: PAKL3100A

01KL-11F



Ref.	Osa	Materiaali	
		Teräs (VII)	Haponkestävä (XC)
1	Kahva		1,4006
2	Kara	1,4104	1,4571
3	Kristysmutteri		1,4404
4	Ohjainrenkas		1,4401
5	Lautasjousi		1,4310
6	Paininrenkas		1,4401
7*	Karatiiviste	PTFE/Graf. metallilamelli	
8*	Tiivistys-elementti	X-KFC tai Stellitti 12	
9*	Liukurengas	KFC-25	
10	Palko	1,4401, kovakromattu	
11	Hitsauspäät	1,0619	1,4408
12	Kuusioruuvi	8,8-A2L	A4-70
13	Pesä	1,0619	1,4408
14	Kuusiomutteri	8-A2L	A4

Rakenne ks. sivu 01KL-YL1-5

\* Suositeltava tiivistesarja

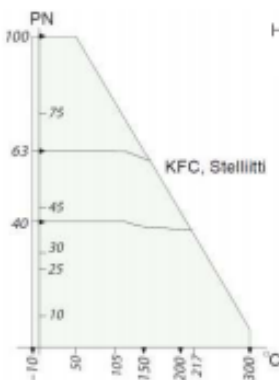
**MITAT JA PAINOT**

DN	Tilauskoodi		PN		L	H	G	h1	od	oD	kg
	Teräs (VIII/KFC)	HK-teräs (XC/KFC)	Teräs	HK-teräs							
10	PAKL2600A	PAKL3050A	100	63	270	80	130	35	10	18	0,7
15	PAKL2605A	PAKL3060A	100	63	270	80	130	35	15	22	0,9
20	PAKL2615A	PAKL3070A	100	63	270	93	160	46	20	26	1,5
25	PAKL2620A	PAKL3080A	63	40	270	97	160	50	25	34	2,1
32	PAKL2630A	PAKL3090A	63	40	270	105	250	65	32	43	2,9
40	PAKL2640A	PAKL3100A	63	40	270	113	250	73	40	49	4,8
50	PAKL2650A	PAKL3110A	40	40	216	130	315	90	50	61	8,3
65	PAKL2655A	PAKL3120A	40	40	241	140	315	100	65	77	12,5
80	PAKL2660A	PAKL3130A	40	40	283	161	500	121	80	90	22,8
100	PAKL2665A	PAKL3140A	40	40	305	175	500	135	100	115	39,5
125	PAKL2670A	PAKL3150A	40	40	356	205	650	175	125	141	42

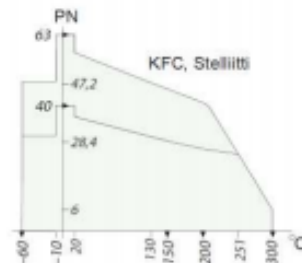
**PAINNE JA LÄMPÖTILA**

Tarkemmat arvot ks. sivu 01KL-YL4

Teräs (VII) venttiilit



Haponkestävät (XC) venttiilit



**OMINAISUUDET**

- Esijännitetty tiiviste-elementti
- Kiinteä ISO-asennuslaippa
- Antistaattinen rakenne
- Täyttää TA-LUFT vaatimukset
- TQM / ISO 9001

**OPTIOT**

- Metallitiivisteet max. +425°C
- Fire-safe / API 607/3
- Eri litäntäyhteet (esim. hits./kierte)

Kaikki mitat, painot ja muut tekniset tiedot sitoumuksesta.

## VESILAITOKSEN SUOLANPOISTOSARJOJEN ELVYTYSSEKVENSSIN TOIMINTAKUVAUS

1. MB pysäytys
2. A2 vastavirtahuuhteluun 15min
3. A2 pysäytys
4. A1 vastavirtahuuhteluun 15min
5. A1 pysäytys
6. KAT vastavirtahuuhteluun 20min
7. KAT pysäytys
8. A1 pinnanalennus 7min
9. A1 pysäytys
10. A2 pinnanalennus 5min
11. A2 pysäytys
12. Lisävesiventtiili auki
13. KAT elvytys, A1 elvytys, A2 elvytys talteenotolla
14. Rikkihappo lisävesivirtaus 1,20 l/s, Lipeä lisävesivirtaus 1,00 l/s
15. Rikkihappo pumppu käymään, Rikkihappovirtaus 1,00 l/s, Lipeä pumppu käymään, Lipeävirtaus 6,00 l/s
16. Rikkihappovirtaus 1,01 l/s 15min
17. Rikkihappovirtaus 3,20 l/s 7min
18. Rikkihappovirtaus 5,00 l/s 10min
19. Lipeävirtaus 6,00 l/s 40min
20. Rikkihappopumppu seis, Lipeäpumppu seis, Rikkihappovirtaus seis, Lipeävirtaus seis
21. KAT syrjäytys, A1 syrjäytys, A2 syrjäytys 90min
22. KAT pysäytys, A1 pysäytys, A2 pysäytys
23. Lisävesiventtiili kiinni, Rikkihappo lisävesivirtaus seis, Lipeä lisävesivirtaus seis
24. KAT huuhtelu, kunnes johtokyky < 300
25. KAT käyttö
26. A1 täyttö 1min
27. A1 huuhtelu, kunnes johtokyky < 25
28. A1 kiertäjä 1min
29. A1 käyttö
30. A2 täyttö 1min
31. A2 huuhtelu, kunnes johtokyky < 10
32. A2 kiertäjä 1min
33. A2 käyttö
34. MB huuhtelu 3min
35. MB käyttö



TEKNINEN ERITTELY  
Adven Oy, KAUTTUAN VOIMALAITOS, Kauttua, Finland  
Vesilaitoksen automaatiolaitteet - POS1  
24.2.2021

FIMSA21S018

Pos.	Koodi	Tuote	Määr.		
<b>1</b>		<b>Vesilaitoksen automaatiolaitteet</b>			
<b>1.1</b>		<b>PROJEKTISUUNNITTELU</b>			
<b>1.1.1</b>		<b>Servicen palvelut</b>			
	EA6305	Servicen palvelut	Sis		
<b>1.1.2</b>		<b>Tehdaskoestus (FAT)</b>			
	ED1001	<u>Työnlaajuus</u>			
	EA6020	Tehdaskoestus (FAT) sisältäen HW:n	Sis		
	ED1002	<u>Kesto ja työvoima</u>			
	C10008	Pituus päivinä (8 h/pv) 1 henkilöä/päivä	1	<-- kaapin katselmus Tampereella ennen lähetystä	
<b>1.2</b>		<b>ON-SITE PALVELUT</b>			
<b>1.2.1</b>		<b>Asennusvalvonta</b>			
	ED1001	<u>Työnlaajuus</u>			
	ED1002	<u>Kesto ja työvoima</u>			
	C20008	Pituus päivinä (8h/pv) 1 henkilöä/päivä	1	Kaapin asennustarkastus	
<b>1.2.2</b>		<b>Käyttönotto</b>			
	ED1001	<u>Työnlaajuus</u>			
	EA7030	Järjestelmän pystytys	Sis		
	ED1002	<u>Kesto ja työvoima</u>			
	C30008	Pituus päivinä (8h/pv) 1 henkilöä/päivä	2	Järjestelmätekninen käyttöönotto	
<b>1.3</b>		<b>KENTTÄLIITYNNÄT</b>			
<b>1.3.1</b>		<b>ACN M80 I/O-kaappi ja I/O-yksiköt, lakatut</b>			
	D201189L	AI8H - Analogiatuloyksikkö, 20mA HART	5		
	D201190L	AO4H - Analogialähtöyksikkö, 20mA HART	2		
	D201126L	DI8P - Digitaalituloyksikkö, PNP	12		
	D201129L	DO8P - Digitaalilähtöyksikkö, PNP	10		
	D201351	RES - Tyhjän korttipaikan peitto	3		
	D201910L	M80 I/O-ryhmä pari, max 32 I/O-yksikköä	1		
	D201832L	IPSP - MIO-teholähde	1		
	D201138L	IBC - Väyläohjain	1		
	D201451L	Ristikytkentä, max 16 I/O-yksikköä, kiertoliitos	2		
	D201895	M80 ACN I/O-kaappi 900 CCB, 230 VAC	1		
	S448869L	Tehonsyötön varmistus ACN I/O-kaapille, VUPS (Lakattu)	1		
	D201973	Kuituliityntärengas-paketti ACN I/O-kaappiin hallittavalla teollisuus kytkimellä	2		
	D201240L	CCS - Yhteisen potentiaalin kytkentälevy, jousivoimaliittimet	1		
<b>1.4</b>		<b>PROSESSINOHJAUSLAITTEET</b>			
<b>1.4.1</b>		<b>ACN RT asema</b>			
	D202827	ACN RT G4.5 - DC syöttö	1		
<b>1.4.2</b>		<b>PCS ohjelmistolisenssit</b>			
	D200989	Prosessinsäädön ja liityntöjen perusohjelmisto, per laite	1		
	D200990	Prosessinsäädön kapasiteetti / 100 I/O:ta	2		
<b>1.5</b>		<b>VALVOMO</b>			
<b>1.5.1</b>		<b>Operointi- ja hälytysasemien lisenssit</b>			
	D200010	Operointioikeus 100 nimelle, per valvomo	3		
<b>1.6</b>		<b>SUUNNITTELU- JA YLLÄPITOTYÖKALUT</b>			
<b>1.6.1</b>		<b>Suunnittelu palvelimen lisenssit</b>			
	D200001	Suunnittelutietokannan kapasiteetti, per 100 yksikköä	5		