

Petri Hirvonen

# Paperikoneen bentoniittisuotimen modernisointi ja ohjaussovelluksen siirto automaatiojärjestelmään

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Energiatekniikan koulutus

2024



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**



Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Petri Hirvonen
Työn nimi	Paperikoneen bentoniittisuotimen modernisointi ja ohjaussovelluksen siirto automaatiojärjestelmään
Toimeksiantaja	Stora Enso Publication Papers Oy Ltd
Vuosi	2024
Sivut	50 sivua, liitteitä 14 sivua
Työn ohjaaja(t)	Merja Mäkelä, Xamk Janne Viderholm, Enersense IN Oy

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa Anjalan Paperitehtaan paperikone PK3:lla sijaitsevan bentoniittisuotimen toimintavarmuutta, mahdollistaa suotimen operointi ja toiminnan seuraaminen valvomosta ja siirtää suotimen elinkaarensa päässä olevan logiikan ohjaussovellus paperikoneen pääautomaatiojärjestelmään.

Työ aloitettiin eri toteutusvaihtoehtojen kartoituksella kustannuksien ja parhaiten käyttökohteeseen soveltuvien laitteiden selvittämiseksi. Kartoituksen perusteella valittiin uudet kustannustehokkaat ja paremmin kohteeseen soveltuvat kentälaitteet. Laittevalintojen perusteella tehtiin tarjouskyselyt ja laitehankinnat. Uusille laitteille luotiin positiotunnukset ja piirrettiin kotelo- ja automaatiopiirikaaviokuvat. Ohjaussovelluksen siirron, optimoidun sekvenssin, uusien valvomonäyttöjen ja laiteohjauksien ohjelmistosuunnittelu eteni rinnan muun suunnittelun kanssa. Suunnittelujen valmistuttua laiteasennukset ja vanhojen laitteiden purku aloitettiin asennusaikataulun mukaisesti. Kun asennukset olivat valmistuneet, suoritettiin asennustarkastus. Hyväksytyin asennustarkastuksen jälkeen tehtiin laitteisto- ja toiminnallinen testaus. Onnistuneiden testauksien jälkeen bentoniittisuodin otettiin tuotannolliseen käyttöön. Työn viimeisenä vaiheena viimeisteltiin loppudokumentointi.

Työn tuloksena bentoniittisuotimen ohjaussovellus siirrettiin paperikoneen pääautomaatiojärjestelmään ja sen toiminta, operoitavuus ja toiminnan seurattavuus parani huomattavasti. Uuden lähtöventtiiliratkaisun ja optimoidun sekvenssin ansiosta sihdinvaihdossa esiintyneet paineheitot ovat poistuneet lähes täysin ja sihtien nopea tukkeutuminen on poistunut. Uudet paperikoneen automaatiojärjestelmään tehdyt valvomonäytöt ovat selkeät ja mahdollistavat kaikkien suotimeen liittyvien laitteiden operoinnin. Optimoidun sekvenssin automaattinen käynnistyminen ja huoltopainiketoiminnot helpottavat operaattorien päivittäisiä työtehtäviä ja automaatiojärjestelmään tallennettavat historia-tiedot auttavat tutkimaan laitteen toimintaa sekä parantavat mahdollista vianhakua.

Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet saavutettiin hyvin ja opinnäytetyössä saatuja kokemuksia voi käyttää hyväksi muiden tehtaalla sijaitsevien elinkaarensa päässä olevien erillislaitteistojen ohjaussovelluksien siirroissa.

**Asiasanat:** automaatio, automaatiojärjestelmät, projektinhallinta, elinkaari

Degree title	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Petri Hirvonen
Thesis title	Modernization of the bentonite filter of a paper machine and transferring to a process control system
Commissioned by	Stora Enso Publication Papers Oy Ltd
Time	2024
Pages	50 pages, 14 pages of appendices
Supervisor	Merja Mäkelä, Xamk Janne Viderholm, Enersense IN Oy

## ABSTRACT

The objective of the thesis was to improve the reliability of the bentonite filter located on paper machine PK3 at Anjala Paper Mill by enabling the operation and monitoring of the filter from the control room. In addition, the control application of the aged programmable logic controller was transferred to the paper machine's main process control system.

The work began with a survey of the various implementation options to determine costs and the best suited devices to the application. Based on the survey, new cost-effective and better suited field devices were selected. After the device selections, bid inquiries and device purchases were made. Identification tags were created for the new devices and housing and automation circuit diagrams were drawn. The software design of the control application transfer, optimized sequence, new control room displays, and device controls progressed alongside other planning. After the design was completed, the equipment installations and dismantling of the old equipment were started according to the installation schedule. As soon as the installations were completed, an installation inspection was conducted. After an approved installation inspection, hardware testing and functional testing was started. When testing was successfully completed, the bentonite filter was taken into production use. The last step of the work was to create the final documentation.

As a result of the work, the control application of the bentonite filter was transferred to the main process control system of the paper machine, and its operation, operability, and monitoring improved significantly. Due to the new output valve solution and optimized sequence, the pressure fluctuations during strainer change have almost disappeared, and the rapid clogging of strainers has been eliminated. The new control displays in the paper machine's process control system are clear and allow for the operation of all filter-related devices. The automatic start of the optimized sequence and the service button functions make daily tasks easier for operators and the history data stored in the automation system help to investigate the operation of the device and improve possible troubleshooting.

The objectives set for the thesis were well achieved and the experiences gained can be utilized in the transfer of control applications for other stand-alone equipment to the main process control system at the factory.

**Keywords:** automation, automation systems, project management, lifecycle

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	AUTOMAATIOPROJEKTIN HALLINTA.....	6
2.1	Projektin muistilista .....	8
2.2	Automaation elinkaari .....	9
3	BENTONIITIN SUODATUSPROSESSI.....	11
4	BENTONIITTISUOTIMEN MODERNISOINTI.....	16
4.1	Vaihtoehtojen kartoitus ja laitevalinnat.....	17
4.2	Ohjausjärjestelmä .....	18
4.3	Kenttälaitteet ja -kaapelointi.....	20
4.4	Positiotunnusten luonti.....	21
4.5	HW-suunnittelu .....	22
4.5.1	Kotelokuvat.....	24
4.5.2	Automaatiopiirikaaviot.....	25
4.5.3	Purkukuvat.....	28
4.5.4	Kaapeliluettelo .....	29
4.6	SW-suunnittelu .....	30
4.7	Asennukset.....	35
4.8	Laitteistotestaus.....	39
4.9	Toiminnallinen testaus .....	40
4.10	Loppudokumentointi .....	41
5	TULOKSET MODERNISOINTIPROJEKTISTA .....	42
6	YHTEENVETO .....	48
	LÄHTEET.....	50

## LIITTEET

- Liite 1. Yhdistelmäkotelon 44S726-66 riviliitinryhmän L2 johdotuskaavio
- Liite 2. Yhdistelmäkotelon 44S726-66 riviliitinryhmän L3 johdotuskaavio
- Liite 3. Kenttäkotelon 44S726-32 riviliitinryhmän L1 johdotuskaavio
- Liite 4. Bentoniittisuotimen sihdin 2 lähtöventtiilin automaatiopiirikaavio
- Liite 5. Bentoniittisuotimen sihdin 1 huuhteluventtiilin automaatiopiirikaavio
- Liite 6. Bentoniittisuotimen sihdin 1 viemäriventtiilin automaatiopiirikaavio
- Liite 7. Bentoniittisuotimen sihdin 2 tuloventtiilin automaatiopiirikaavio
- Liite 8. Bentoniittisuotimen sihdin 2 huuhteluventtiilin automaatiopiirikaavio
- Liite 9. Bentoniittisuotimen sihdin 2 viemäriventtiilin automaatiopiirikaavio
- Liite 10. Bentoniittisuotimen paine-eromittauksen automaatiopiirikaavio
- Liite 11. Bentoniittisuotimen vanhan paine-eromittauksen purkukuva
- Liite 12. Paikallisohjauskotelon sähkösyötön purkukuva
- Liite 13. Kenttäkotelon 44S726-32 riviliitinryhmän L1 purkukuva
- Liite 14. Projektin muistilistan SST-muistilista

## 1 JOHDANTO

Anjalan Paperitehtaalla on käytössä useita prosessilaitteistoja, joita ei ole liitetty suoraan paperikoneen pääautomaatiojärjestelmään, vaan ne on toteutettu erillislaitteistoina. Laitteistot ovat eri laitetoimittajien toimittamia paperivalmistuksessa käytettävien kemikaalien ja tukikomponenttien valmistus- ja anostelulaitteistoja. Yhteistä näille laitteistoille on, että ne on toteutettu erillislogiikoilla ja ovat pääsääntöisesti paikallisohjattuja. Laitteistojen logiikkayksiköt ovat myös varsin ikääntyneitä ja ovat usein elinkaarensa loppupuolella, joten niiden varaosatuki on päättymässä tai päätynyt. Näin ollen mahdollisen laitevian sattuessa laitteiston korjaaminen on vaikeaa, ellei jopa mahdotonta.

Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan ja toteutetaan paperikone PK3:lla sijaitsevan, erillislogiikalla toteutetun bentoniittisuotimen ohjaussovelluksen siirto pääautomaatiojärjestelmään esisuunnittelusta käyttöönottoon. Bentoniittisuotimen erillislogiikka on elinkaarensa päässä ja sen varaosatuki on päätynyt vuonna 2020. Siirron yhteydessä modernisoidaan suotimen automaatiota vastaamaan paremmin tämän päivän vaatimuksia ja mahdollistamaan operointi ja toiminnan valvonta paperikoneen valvomoista.

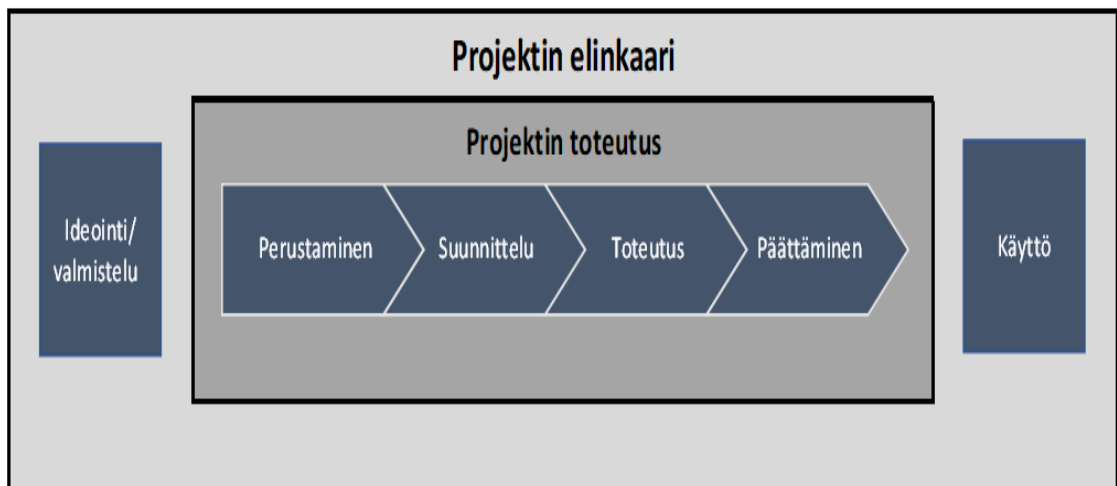
Opinnäytetyössä käsitellään pienien muutos- ja modernisointiprojektien haasteita verrattuna suuriin, laajalla projektiorganisaatiolla suoritettuihin projekteihin. Anjalankosken tehtaalla on kehitetty projektin muistilista projektien etenemisen seuraamista varten. Opinnäytetyössä käytetään listan automaatiosuunnitteluosaa ja tarkastellaan sen soveltuvuutta pienprojektin seurantaan.

Anjalan Paperitehdas on osa Stora Enson konsernia, jossa työskentelee noin 21 000 ihmistä ympäri maailman. Stora Enso on pakkaus-, biomateriaali- ja puutuoteteollisuuden uusiutuvien tuotteiden maailmanlaajuinen toimittaja. Anjalan Paperitehdas kuuluu Stora Enson Packaging materials-divisioonaan ja se valmistaa painopaperia mekaanisesta massasta. Anjalan Paperitehtaalla on kaksi paperikonetta: PK2 ja PK3, jotka tuottavat päällystettyä ja päällystämätöntä kirjapaperia, aikakauslehtipaperia ja erikoissanomalehtipaperia. Tehtaalla työskentelee noin 300 ja sen vuotuinen tuotantokapasiteetti on 435 000 tonnia. (Stora Enso 2022.)

## 2 AUTOMAATIOPROJEKTIN HALLINTA

Sana projekti on peräisin latinankielisestä sanasta *projicere*, joka tarkoittaa ehdotusta tai suunnitelmaa. Lyhyesti projektin voi määritellä kertaluontoiseksi työkokonaisuudeksi, jota varten on koottu joukko ihmisiä ja muita resursseja suorittamaan tiettyä tehtävää. Projektilla on kiinteä aikataulu ja budjetti. Kahta samanlaista projektia ei ole, koska ihmiset ja ympäristötekijät muuttuvat. Jokainen projekti on siis ainutkertainen. (Ruuska 2007, 18–20.)

Projektin hallinnasta löytyy lukemattomia kirjallisuuslähteitä, joissa käsitellään erityyppisiä projekteja, kuten asiakas-, tutkimus-, kehitys-, markkinointi- tai toimitusprojekteja. Automaatioprojekteista kirjallisuuslähteitä löytyy huomattavasti vähemmän, mutta projektitoiminnan periaatteet ovat hyvin samanlaiset eri projektityyppien välillä. Kaikkia projekteja yhdistää se, että niillä on aina alku ja loppu, eli projektin elinkaari. Projektit jakautuvat elinkaarensa aikana useisiin erilaisiin vaiheisiin, mutta kaikissa on kuvan 1 mukaiset peruselementit.



Kuva 1. Projektin vaiheistus (mukaillen Ruuska 2007, 23, 34)

Projektin vaiheet limittyvät usein toistensa kanssa kuvan 1 osoittamalla tavalla ja päättyneeseen työvaiheeseen palataan usein, vaikka seuraava työvaihe on jo käynnissä. Tästä syystä aina ei siis voi tarkalleen sanoa missä vaiheessa projekti tietyllä hetkellä on. (Ruuska 2007, 21–23.)

Projektin perustamiselle on aina joku tarve. Tarve voi syntyä kehitysideasta, visiosta tai halusta uudistaa vanhentunut järjestelmä. Tarve voi myös syntyä

ulkoisesta paineesta, joka on seurausta esimerkiksi muuttuneesta markkinatilanteesta. Oli tarve mikä tahansa, niin projektin perustamista varten tulee projektin tavoitteet ja lopputulos kuvata mahdollisimman tarkasti. Tätä varten projektista tehdään yleensä esiselvitys tai esitutkimus sen teknistaloudellisten edellytyksien ja toiminnallisia tavoitteita vastaavan lopputuloksen varmistamiseksi. Mikäli edellytykset täyttyvät, aloitetaan varsinaisen projektin suunnittelu. (Ruuska 2007, 35.)

Projektisuunnittelu aloitetaan määrittelemällä projektin laajuus ja kattavuus sekä tärkeimmät tavoitteet riittävän yksityiskohtaisesti. Suunnittelun yhteydessä selvitetään erilaiset vaihtoehtoiset toteutustavat asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Vaihtoehtoista valitaan teknisesti, aikataulullisesti ja taloudellisesti soveliaim vaihtoehto. Valitun vaihtoehdon mukaisille tehtäville kohdennetaan ihmiset ja resurssit, jotta projekti saadaan toteutettua. Resurssien lisäksi suunnitteluvaiheessa määritellään projektin aikataulu ja kustannukset. Kaikki nämä dokumentoidaan erilliseen projektisuunnitelmaan. Projektiin liittyviä riskejä ja ongelmakohtia pyritään myös tunnistamaan suunnitteluvaiheessa ja niihin tehdään varautumissuunnitelma. (Mäntyneva 2016, luku 2.)

Projektin toteutusvaiheessa projekti pyritään toteuttamaan projektisuunnitelmassa määritetyllä tavalla. Tarvittaessa projektisuunnitelmaan voidaan tehdä ja toteuttaa tarvittavia muutoksia. Projektin edetessä seurataan ja valvotaan projektin etenemistä ja resurssien käyttöä. Tarkalla seurannalla ja valvonnalla voidaan tunnistaa nopeasti mahdolliset projektin etenemistä ja valmistumista haittaavat ongelmat, mikä mahdollistaa nopean reagoinnin ja korjaavien toimenpiteiden aloittamisen. (Mäntyneva 2016, luku 2.)

Projektin päättäminen on ajankohtaista, kun projektin tuotos on valmis. Projektin päättämisen yhteydessä projektipäällikkö laatii erillisen projektin loppuraportin, jossa dokumentoidaan tulokset ja arvioidaan, kuinka projekti onnistui. Loppuraportti on tiivis yhteenveto projektin toteutuksesta ja poikkeamista verrattuna alkuperäiseen projektisuunnitelmaan. Loppuraportin tuloksia voidaan hyödyntää tulevissa projekteissa ja sen poikkeamista voi oppia parempia toimintatapoja. Projektin dokumentaatio viimeistellään ja arkistoidaan päättämisen yhteydessä. Projektin päättämisen yhteydessä myös projektiorganisaatio



puretaan ja projekti luovutetaan sen vastaanottajalle/tilaajalle. Projektin päättäminen on vaihe, joka vaatii suurta huolellisuutta. Jos projektia ei päätetä asianmukaisesti, joudutaan myöhemmin palaamaan projektin aikaisiin asioihin, mikä kuluttaa jatkossa paljon resursseja. (Mäntyneva 2016, luku 2.)

## **2.1 Projektin muistilista**

Suurempiin automaatioprojekteihin perustetaan projektiorganisaatio, jossa eri tehtäviin kohdennetaan ihmiset ja resurssit, luodaan tarkka projektisuunnitelma ja seurataan sekä valvotaan tarkasti projektin etenemistä. Teollisuudessa suuri osa projekteista on kuitenkin pieniä muutos- ja modernisointiprojekteja, joita varten ei perusteta suurta projektiorganisaatiota vaan ne toteutetaan linjaorganisaation alaisuudessa.

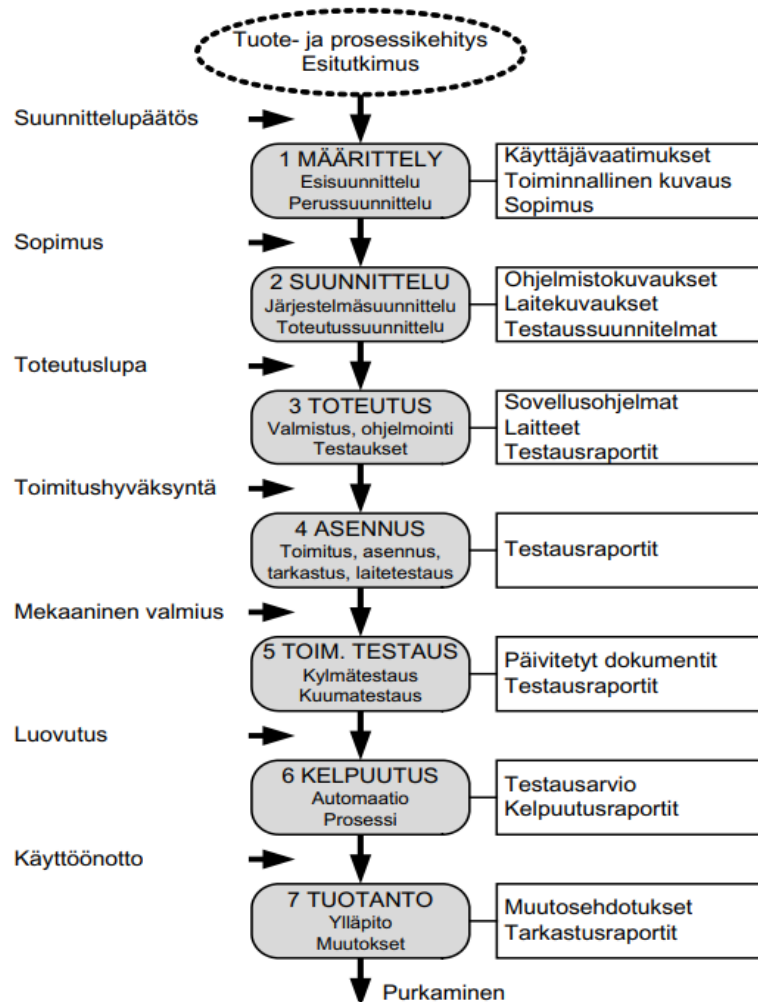
Linjaorganisaatiolla toteutettavissa projekteissa etuina ovat nopea reagointi tarvittavan muutoksen aloittamiseen, linjaorganisaation vahva ammattitaito alueen toimintoihin ja rutiininomainen toiminta, joka lisää tehokkuutta. Projekteista on myös vastuussa pääsääntöisesti samat henkilöt, joten esimies – alaisuudet eivät muutu projektien vaihtuessa. (Pelin 2020, 14–19.)

Linjaorganisaatiolla toteutetuissa projekteissa on myös haasteita. Tiedonkulku organisaatorajojen yli ja eri vastuualueiden töiden synkronointi on usein haastavaa. Usein jää myös vastuuaukkoja ja tehtäviä, joita kukaan ei hoida. Jos projekteilla ei ole varsinaista projektipäällikköä, niin kuka valvoo projektien etenemistä, puuttuu poikkeamiin ja tekee päätökset. (Pelin 2020, 18–19.)

Anjalankosken tehtailla on havahduttu projektien toteuttamisen haasteisiin ja niitä varten on kehitetty helppokäyttöinen Excel-pohjainen muistilista projektien etenemisen seuraamista varten. Projektin muistilistassa on oma välilehti tehtävineen projektipäällikölle, sähkö/automaatioprojektinhoitajalle ja mekaaniselle projektinhoitajalle. Opinnäytetyössä käytetään listan automaatiosuunniteluosaa ja tarkastellaan sen soveltuvuutta pienprojektin seurantaan.

## 2.2 Automaation elinkaari

Suomen Automaatioseuran (2007) julkaisussa automaatiojärjestelmän elinkaari jaetaan kuvan 2 mukaisiin vaiheisiin ja etappeihin.



Kuva 2. Automaatiojärjestelmän elinkaaren vaiheet ja etapit. (Suomen Automaatioseura ry 2007, 16)

Kuvan 2 elinkaarimallin mukaan automaatiojärjestelmän ensimmäinen vaihe on määrittelyvaihe. Määrittelyvaihe sisältää esisuunnittelun ja perussuunnittelun. Esisuunnittelussa arvioidaan järjestelmän hyödyt ja kustannukset asiakkaan määrittelemien käyttäjävaatimusten mukaan. Perussuunnittelussa määritellään automaatiojärjestelmän toiminnot ja vaatimukset tarkempaa suunnittelua ja toteutusta varten. Määrittelyvaiheen tulosten perusteella arvioidaan, toteutetaanko projekti. Projektin toteutuspäätöksen jälkeen alkaa suunnitteluvaihe. Suunnitteluvaiheessa tarkennetaan määrittelyvaiheen aikana tehtyä perussuunnittelua ja tehdään järjestelmäsuunnittelu, toteutussuunnittelu sekä

testaussuunnitelma. Hyväksytyn suunnittelun tuloksena on toteutuslupa ja voidaan aloittaa toteutusvaihe. (Suomen Automaatioseura 2007, 16.)

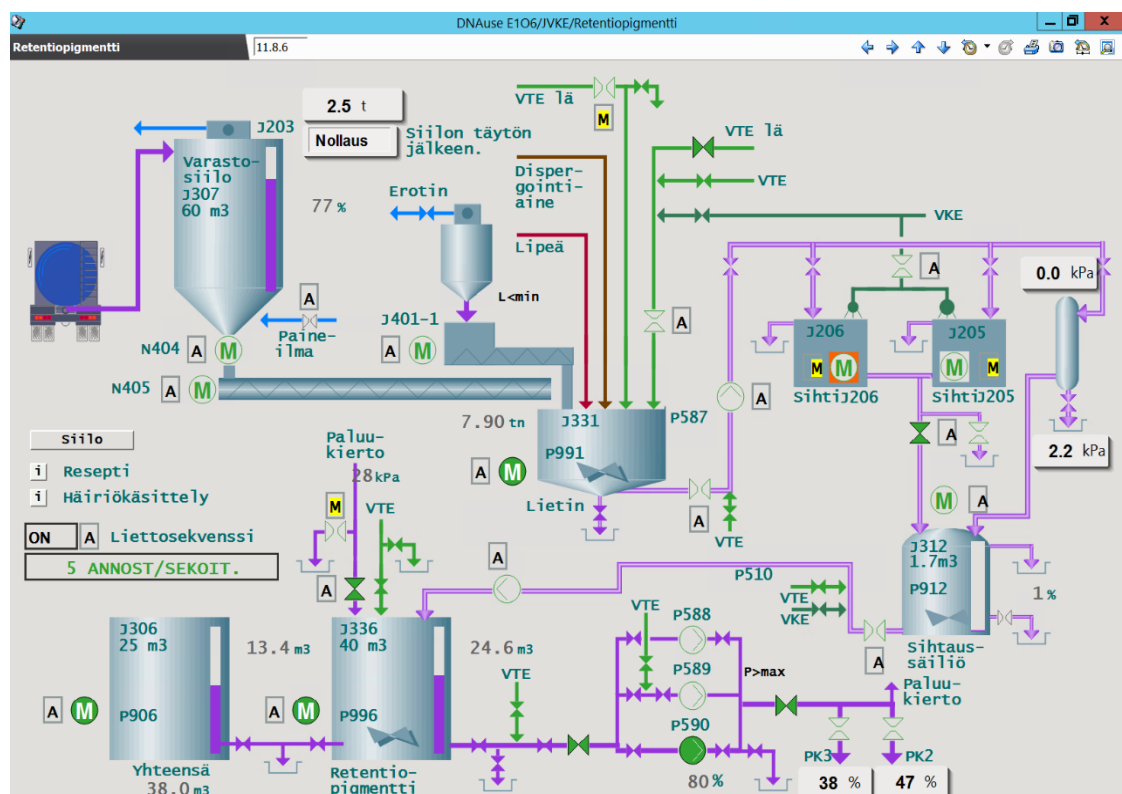
Toteutusvaiheessa toimittaja valmistaa, kokoaa ja testaa automaatiojärjestelmän. Testausvaiheesta käytetään nimitystä FAT (Factory Acceptance Test) ja se suoritetaan yhdessä asiakkaan kanssa. Kun tehdastestit on hyväksytysti suoritettu, saa laitteisto toimitusluvan ja järjestelmä siirretään asennuspaikalle asennusvaihetta varten. Asennusvaiheessa järjestelmä ja kaikki sen komponentit asennetaan paikalleen ja suoritetaan laitteistotestaus. Laitteistotestauksessa tarkistetaan, että järjestelmä toimii ja on suunnittelukuvausten mukainen. Asennusvaiheen jälkeen järjestelmä on mekaanisesti valmis toiminnallista testausta varten. (Suomen Automaatioseura 2007, 16–17.)

Toiminnallisesta testauksesta käytetään nimitystä SAT (Site Acceptance Test). Siinä järjestelmälle suoritetaan kylmä- ja kuumatestaukset, joiden avulla varmistetaan, että asennettu järjestelmä vastaa toiminnallista kuvausta ja sopimusta. Hyväksytyjen testauksen jälkeen järjestelmä luovutetaan asiakkaalle ja siirrytään kelpuutusvaiheeseen. Kelpuutusvaihe sisältää teknisen loppukelpuutuksen ja prosessikelpuutuksen. Kelpuutus suoritetaan järjestelmän dokumentoidulla laadun osoittamisella tai esimerkiksi takuuajana järjestettävillä suorituskykykokeilla. Tuotantovaihe alkaa, kun kelpuutettu järjestelmä otetaan tuotantokäyttöön. Tuotantovaiheessa järjestelmää käytetään sille suunniteltuun käyttöön. Tuotantovaiheessa automaatiojärjestelmää ylläpidetään ja siihen voidaan tehdä pieniä muutoksia. Automaation elinkaari päättyy, kun laitteisto puretaan tai sen automaatiojärjestelmä uusitaan kokonaan. (Suomen Automaatioseura 2007, 17.)

### 3 BENTONIITIN SUODATUSPROSESSI

Bentoniitti on kerrostunut savimateriaali, joka turpoaa voimakkaasti veden vaikutuksesta ja jonka ominaispinta-ala on 400–600 m<sup>2</sup>/g. Bentoniittia käytetään laajasti eri teollisuuden aloilla kuten kaivosteollisuudessa, maanrakennuksessa ja erilaisissa ympäristösovelluksissa. Paperinvalmistuksessa bentoniittia käytetään retentioaineiden tukikomponenttina. Suuren ominaispinta-alansa takia bentoniitti pystyy absorboimaan itseensä massaan kertyneitä häiriöaineita, mikä parantaa retentioaineiden tehoa. Retentioaineilla säädetään paperikoneen retentiota. Retentiolla tarkoitetaan sitä, kuinka suuri osa paperikoneelle annostelluista komponenteista jää paperiin. Bentoniitti auttaa myös parantamaan paperinvalmistusprosessin tehokkuutta estämällä sakkaantumista ja helpottamalla veden kierrätystä. Bentoniitti voi myös parantaa paperin kuitujen sidosominaisuuksia ja vaikuttaa paperin pinnan sileyteen ja painovärien tarttumiseen. (Taitotalo 2023.)

Anjalan Paperitehtaalle bentoniitti toimitetaan jauheena ja varastoidaan varastosiiloon. Kemikaaliosastolla bentoniitti lietetään erätoimisella liettolaitteistolla halutun reseptin mukaan ja siirretään sihtauksen kautta varastosäiliöihin (kuva 3).



Kuva 3. Bentoniitin lieten ja varastoinnin valvomonäyttö (Hirvonen 2023)

Kuvassa 3 näkyvistä, kemikaaliosastolla sijaitsevista varastosäiliöistä bentoniitti pumpataan paperikoneella sijaitsevaan annostelusäiliöön. Paperikoneen annostelusäiliöistä bentoniitti annostellaan paperikoneelle suodinlaitteiston läpi konesihtien tulopuolelle. Automaatiojärjestelmä säätelee bentoniitin annostelumäärän suhteessa konemassan määrään. Ennen suodinlaitteistoa bentoniittia laimennetaan kemiallisesti puhdistetulla vedellä oikeaan annostelusa-keuteen.

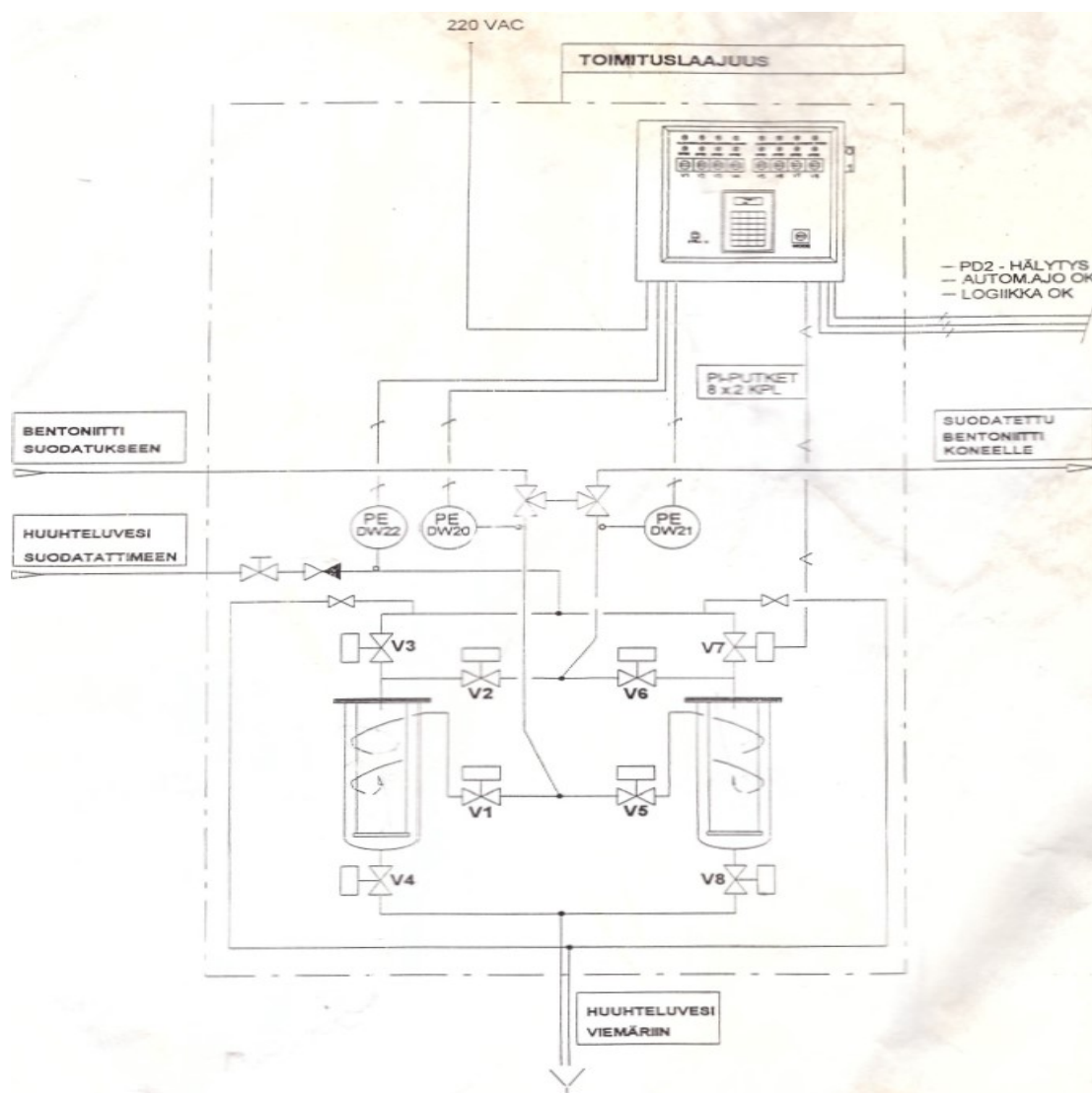
Paperikone 3:lla sijaitseva bentoniittisuodin on sveitsiläisen Ciba Specialty Chemicalsin toimittama laitteisto ja se on toimitettu Paperikoneelle yhtenä kokonaisuutena vuonna 2000 (kuva 4).



Kuva 4. Bentonitiin suodinlaitteisto (Hirvonen 2022)

Kuvassa 4 näkyvä bentoniittisuodinlaitteisto koostuu mekaanisesta suodatusosasta ja automaatio-osasta. Mekaaniseen suodatusosaan kuuluu kaksi sihtiä

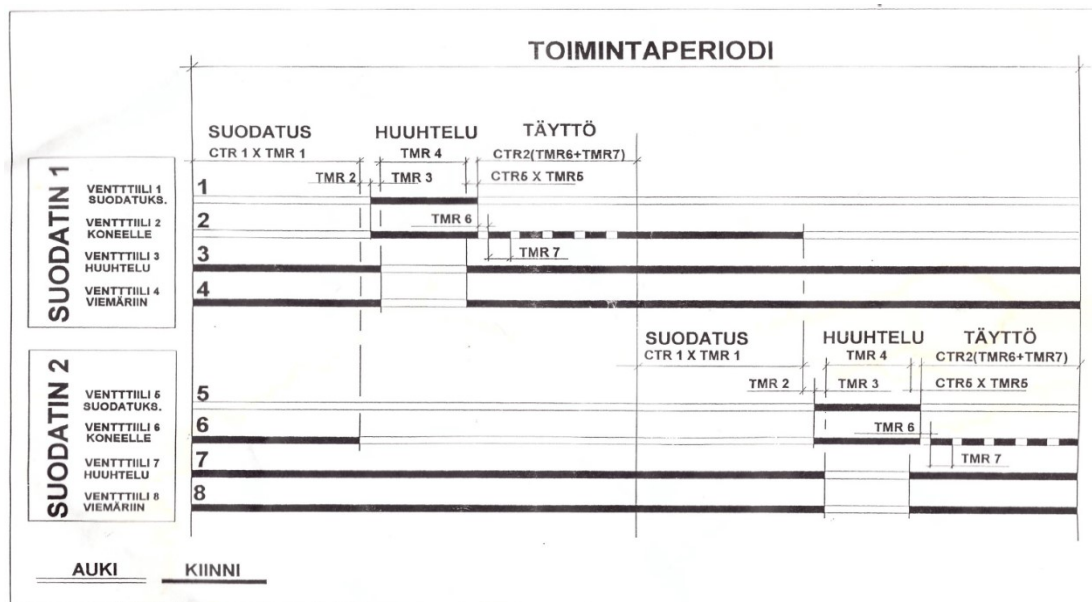
ja niille molemmille omat tulo-, lähtö-, huuhtelu- ja viemäriventtiilit sekä ilmanpoistiventtiilit. Mekaaninen suodatusosa sisältää myös kaksi kolmitieventtiiliä suotimen ohittamista varten, huuhteluveden sulkuventtiiliin ja takaiskuventtiiliin sekä kaikkien venttiilien väliset putkitukset. Kuvan 5 alkuperäisessä virtauskaaviossa näkyy sijoittelu laitteistossa. (Ciba Specialty Chemicals 2000a.)



Kuva 5. Bentoniittisuotimen alkuperäinen virtauskaavio (Ciba Specialty Chemicals 2000a)

Kuvan 5 virtauskaaviossa näkyy myös automaatio-osan sijoittelu laitteistossa. Automaatio-osa sisältää ohjauslogiikan, ohjauskeskuksen käyttökytkimiseen ja merkkivaloineen, operointipaneelin, tulo-, lähtö-, huuhtelu- ja viemäriventtiilien toimilaitteet sekä magneettiventtiilit, tulo- ja lähtölinjojen painelähtettimet, huuhteluveden tulolinjan painelähtettimen sekä laitteiden väliset johdotukset ja paineilmaputkistot (Ciba Specialty Chemicals 2000a). Normaalitilassa bentoniittisuodinta ajetaan automaattisesti Siemens S5-100U-logiikan ohjaamana.

Suotimen ohjaus toimii automaattisesti toimintajaksoihin aseteltujen TMR-ai-kojen ja CTR-kertoimien mukaisesti. Kuvan 6 toimintaperiodikaaviossa näkyy kertoimien ja aikojen vaikutus suotimen toimintajaksoihin. (Ciba Specialty Chemicals 2000b.)



Kuva 6. Logiikkaohjauksen alkuperäinen toimintakaavio (Ciba Specialty Chemicals 2000b)

Logiikkaan aseteltavat parametrit ovat:

- TMR1 Suodatusjakson pituus [s]
- TMR2 Suodatusventtiilien sulkeutumisen viive [s]
- TMR3 Huuhtelu- ja viemäri-venttiilien avautumisen viive [s]
- TMR4 Huuhtelu-aika [s]
- TMR5 Suodatusventtiilien avautumisen viive [s]
- TMR6 Täyttöjakson pituus [s]
- TMR7 Täyttöjakson väli [s]
- TMR23 Sihdinvaihdon paine-eroasettelu [bar]
- TMR25 Suodattimen paine-eron hälytysraja [bar]
- CNTR1 Suodatusjakson pituuden kerroin [-]
- CNTR2 Täyttöjaksojen määrä [-]
- CNTR5 Suodatusventtiilien avautumisen viiveen kerroin [-].

TMR-ajat ja CTR-kertoimet asetellaan logiikkaan ohjauskeskuksen kannessa sijaitsevan ohjauspaneelin avulla. (Ciba Specialty Chemicals 2000b.)

Suotimen automaattiajo valitaan kuvassa 7 näkyvän käytön valintakytkimen avulla. Automaattiajon valinta ohittaa käsiajokytkimet ja merkkilamput näyttävät logiikan ohjauksen tilan venttiilille, ei venttiilin asentotietoa. Automaattinen suodatus alkaa aina kuvan 6 toimintaperiodinkaavion vasemmasta laidasta, kohdasta 1.



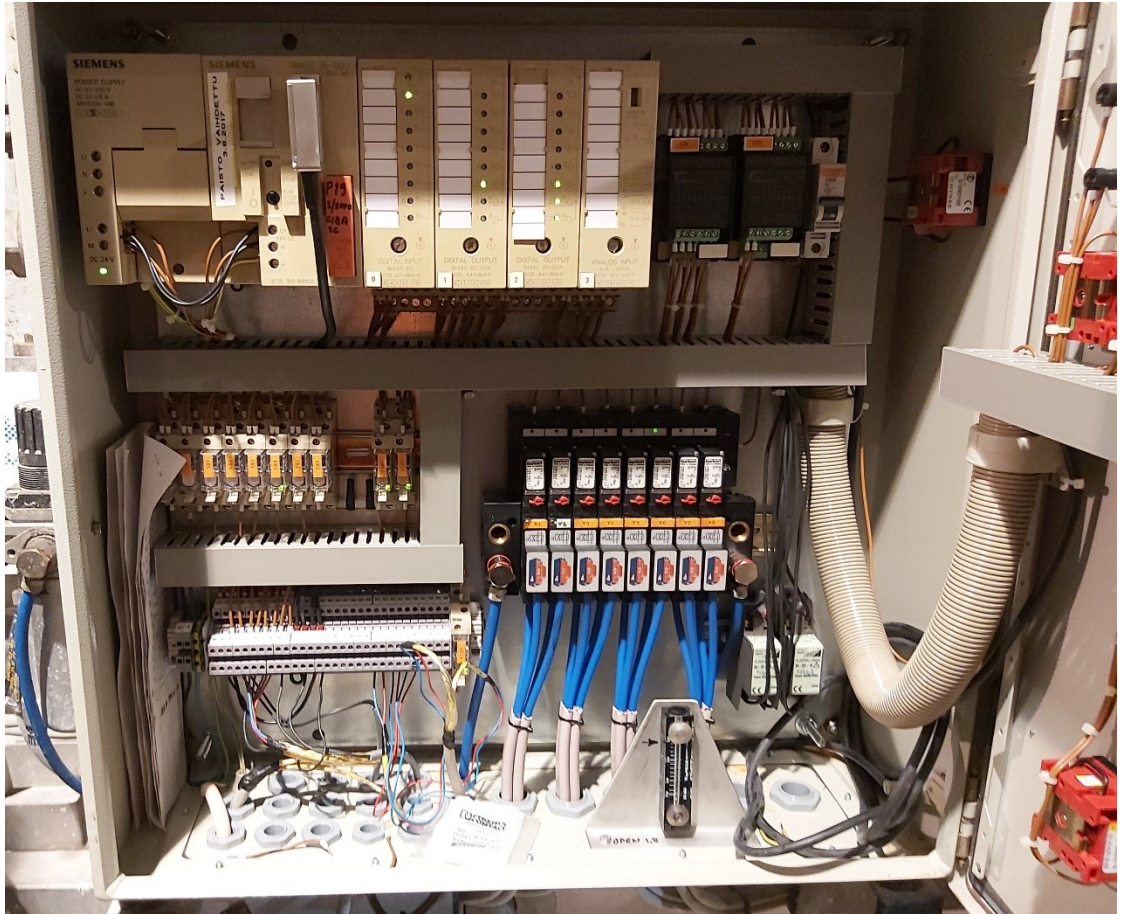
Kuva 7. Bentoniittisuotimen vanha paikallisohjaukskotelo (Hirvonen 2022)

Jos suodattimen paine-ero kasvaa yli TMR23:een asetellun rajan, suoritetaan sihdinvaihto jäljellä olevasta suodatusajasta riippumatta. Automaattiajolla voidaan myös pakottaa sihdinvaihto käyntiin painamalla suodatusaikojen nollauspainiketta. Käytön valintakytkimen ollessa manuaaliasennossa ohjautuvat venttiilit käsiajokytkimien mukaan. 0-asennossa venttiili on kiinni ja 1-asennossa venttiili on auki. Käsiajotilaa käytetään vain häiriöiden ja huoltotilanteiden yhteydessä. Paine-eron ylittäessä TMR25:een asetellun hälytysrajan, johdetaan laitteistosta hälytystieto automaatiojärjestelmään. (Ciba Specialty Chemicals 2000b.)



#### 4 BENTONIITTISUOTIMEN MODERNISOINTI

Anjalan paperitehtaan paperikone 3:lla sijaitseva bentoniittisuodin on toimitettu tehtaalle vuonna 2000. Bentoniittisuotimen automaatio on toteutettu Siemensin S5-100U-erillislogiikalla, jonka elinkaari on päättynyt vuonna 2020 (Siemens 2020). Bentoniittisuotimen kaikki automaatio ja ohjauslaitteet on sijoitettu samaan, laitteistoon sijoitettuun ohjaukoteloon (kuva 8).



Kuva 8. Vanhat automaatiolaitteet ohjaukotelossa (Hirvonen 2022)

Suotimesta on johdettu automaatiojärjestelmään vain yksi yhteishälytys sekä tulo- ja lähtöpaineen mittaukset paine-eromittauksen toteuttamista varten. Suotimen venttiilit on toteutettu ON-OFF-tyyppisinä ja niissä ei ole rajapaketteja, jotka mahdollistaisivat auki- ja kiinnirajatietojen viemisen logiikalle. Venttiilien asentotietoja ei siis valvota ja mahdollista venttiin vikaantumista ei havaita mitenkään.

Linjaorganisaatio ja operaattorit ovat havainneet lähiaikoina bentoniittisuodinteistössä useita häiriöitä ja ongelmakohtia, joiden takia laitteiston toiminnan

parantaminen valikoitu minulle ehdotetuksi opinnäytetyön aiheeksi. Esille nousseita ongelmia suotimen toiminnassa ovat esimerkiksi:

- Sihdit tukkeutuvat nopeasti.
- Sihdivaihdossa on paine- ja virtausheittoja.
- Operointi ja valvonta on hankalaa ja suoritettava paikallisesti.
- Historiatietoja ei ole saatavilla, joten vikojen diagnosointi on vaikeaa.
- Venttiilit kuluvat nopeasti ja alkavat vuotamaan.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä esiselvitys eri vaihtoehtoista bentoniittisuotimen modernisoinnille ja ohjaussovelluksen siirtämiselle automaatiojärjestelmään sekä toteuttaa valittu vaihtoehto esisuunnittelusta käyttöönottoon.

#### **4.1 Vaihtoehtojen kartoitus ja laitevalinnat**

Ennen varsinaista projektin toteuttamispäätöstä kartoitettiin erilaisia toteutusvaihtoehtoja ja niiden kustannuksia projektin toteuttamisen kannattavuuden selvittämiseksi. Jo kartoituksen varhaisessa vaiheessa päätettiin siirtää logiikalla tapahtuvat toiminnot paperikoneen pääautomaatiojärjestelmänä toimivaan Valmet DNA -järjestelmään, mikä mahdollistaa suotimen toimintojen seuraamisen ja operoinnin paperikoneen valvomoista. Suotimen toimintaa automaattisen sihdivaihdon aikana päätettiin kehittää paremmin käyttötarkoitukseen sopivilla säätöventtiileillä toteutetulla lähtöventtiiliratkaisulla ja optimoidulla sekvenssiohjauksella.

Laitetoimittajalta pyydettiin tarjoukset kohteeseen sopivista säätöventtiilivaihtoehtoista. Mahdolliset kaapelireitit ja kenttäkotelot kartoitettiin ja pyydettiin tarjous uuden kenttäkotelon kustannuksista. Lisäksi käytiin urakoitsijan kanssa läpi eri vaihtoehtojen mukaiset asennustyöt ja pyydettiin kustannusarviot asennuksista. Eri toteutusvaihtoehtoja saatiin lopulta kuusi ja niistä laadittiin Excelillä yksinkertainen kustannusarvio (taulukko 1), jonka pohjalta päätettiin toteuttamisesta yhdessä linjaorganisaation kanssa.

Taulukko 1. Eri vaihtoehtojen kustannusarviot (Hirvonen 2022)

Vaihtoehto 1		Vaihtoehto 2		Vaihtoehto 3	
Uusi yhdistelmäkotelo ja keraamiset venttiilit		Uusi yhdistelmäkotelo ja haponkestävät venttiilit		Vanha yhdistelmäkotelo ja keraamiset venttiilit	
Uusi yhdistelmäkotelo+asennukset	2 000 €	Uusi yhdistelmäkotelo+asennukset	2 000 €	Vanhan yhdistelmäkotelon muutokset	2 000 €
Keraamiset lähtöventtiilit	2 000 €	Haponkestävät lähtöventtiilit	2 000 €	Keraamiset lähtöventtiilit	2 000 €
Rajapaketit muille venttiileille	2 000 €	Rajapaketit muille venttiileille	2 000 €	Rajapaketit muille venttiileille	2 000 €
Uusi runkokaapeli ja venttiiliikaapelit	2 000 €	Uusi runkokaapeli ja venttiiliikaapelit	2 000 €	Uusi runkokaapeli ja venttiiliikaapelit	2 000 €
Instrumentointi asennukset	2 000 €	Instrumentointi asennukset	2 000 €	Instrumentointi asennukset	2 000 €
Järjestelmämuutokset	2 000 €	Järjestelmämuutokset	2 000 €	Järjestelmämuutokset	2 000 €
Koestukset ja asennusvalvonta	2 000 €	Koestukset ja asennusvalvonta	2 000 €	Koestukset ja asennusvalvonta	2 000 €
Vanhan logiikan purkutyöt	2 000 €	Vanhan logiikan purkutyöt	2 000 €	Vanhan logiikan purkutyöt	2 000 €
<b>Yhteensä</b>	<b>12 000 €</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>12 000 €</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>12 000 €</b>
Vaihtoehto 4		Vaihtoehto 5		Vaihtoehto 6 (Huonoin)	
Vanha yhdistelmäkotelo ja haponkestävät venttiilit		Vanha yhdistelmäkotelo ja keraamiset venttiilit Ei rajatietoja vanhoilta venttiileiltä		Vanha yhdistelmäkotelo ja haponkestävät venttiilit Ei rajatietoja vanhoilta venttiileiltä	
Vanhan yhdistelmäkotelon muutokset	2 000 €	Vanhan yhdistelmäkotelon muutokset	2 000 €	Vanhan yhdistelmäkotelon muutokset	2 000 €
Haponkestävät lähtöventtiilit	2 000 €	Keraamiset lähtöventtiilit	2 000 €	Haponkestävät lähtöventtiilit	2 000 €
Rajapaketit muille venttiileille	2 000 €	Rajapaketit muille venttiileille	-	Rajapaketit muille venttiileille	-
Uusi runkokaapeli ja venttiiliikaapelit	2 000 €	Uusi runkokaapeli ja venttiiliikaapelit	2 000 €	Uusi runkokaapeli ja venttiiliikaapelit	2 000 €
Instrumentointi asennukset	2 000 €	Instrumentointi asennukset	2 000 €	Instrumentointi asennukset	2 000 €
Järjestelmämuutokset	2 000 €	Järjestelmämuutokset	2 000 €	Järjestelmämuutokset	2 000 €
Koestukset ja asennusvalvonta	2 000 €	Koestukset ja asennusvalvonta	2 000 €	Koestukset ja asennusvalvonta	2 000 €
Vanhan logiikan purkutyöt	2 000 €	Vanhan logiikan purkutyöt	2 000 €	Vanhan logiikan purkutyöt	2 000 €
<b>Yhteensä</b>	<b>12 000 €</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>12 000 €</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>12 000 €</b>

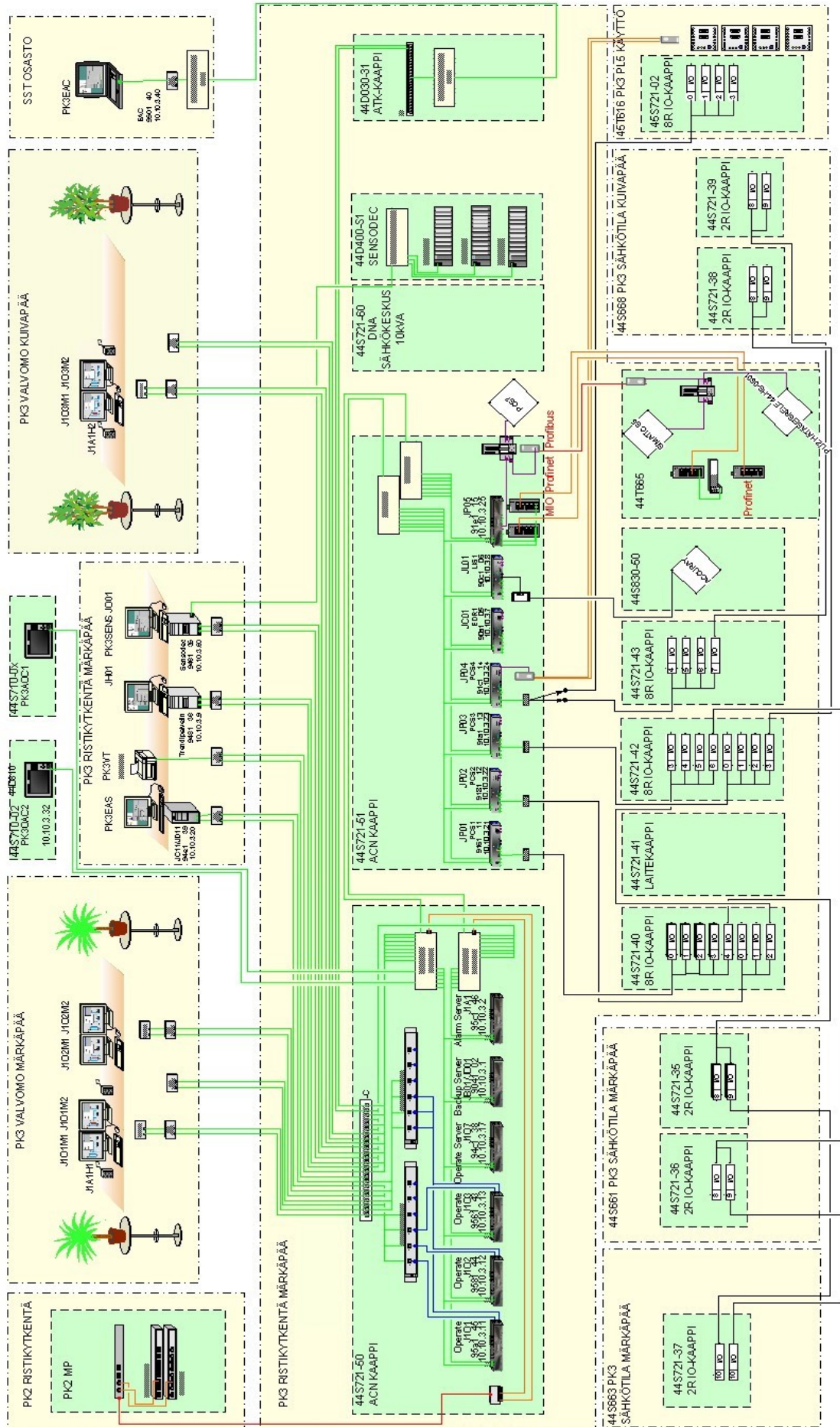
Taulukon 1 vaihtoehtoista parhaaksi valikoitui vaihtoehto kaksi. Siinä lähtöventtiilien valmistusmateriaalina on haponkestävä teräs, käyttöön jääville ON-OFF-venttiileille lisätään rajapaketit ja kenttäkaapelointeja varten lisätään uusi yhdistelmäkotelo.

## 4.2 Ohjausjärjestelmä

Ohjausjärjestelmä vaihtoehtoina on päivittää elinkaarensa lopussa oleva logiikka uuteen logiikkajärjestelmään tai siirtää ohjaukset pääautomaatiojärjestelmään. Hyvin varhaisessa vaiheessa kuitenkin todettiin, että uuden logiikan päivityksellä ei saavuteta samoja hyötyjä kuin siirrolla pääautomaatiojärjestelmään, joten tätä vaihtoehtoa ei selvitetty tarkemmin.

Pääautomaatiojärjestelmänä paperikone PK3:lla on Valmet DNA ja siihen liitettävä IO on toteutettu sarjalla CIO IO. CIO-sarjan elinkaari on loppunut vuonna 2020 ja Valmet ei enää tarjoa varaosia tähän sarjaan (Valmet 2023). Vaihtoehtona vanhentuneen CIO-sarjan käyttämiselle on lisätä ristikytöntään uutta ACN IO -sarjaa. Uuden sarjan lisääminen nostaisi kustannuksia kuitenkin huomattavasti, joten ensisijaisena vaihtoehtona on käyttää olemassa olevaa IO-sarjaa.

Sarjan CIO IO -kartoitus aloitettiin tutkimalla paperikone PK3:n järjestelmäkaaviosta (kuva 10), onko paperikoneen määränpään toimintoihin määritettyjen prosessiasemien JP01 ja JP02 IO-kehikoihin asennetuilla korteilla tilaa uusien kenttälaitteiden vaatimille IO-liitynnöille.



Kuva 9. Paperikone PK3:n järjestelmäkaavio (Valmet 2020)

Kuten kuvan 9 järjestelmäkaaviosta voi havaita paperikoneen määränpään toimintoihin määriteltyjen prosessiasemien JP01 ja JP02 IO-kehikot sijaitsevat määränpään ristikytkennässä IO-kaapeissa 44S721-40 ja 44S721-42. IO-kehikoiden olemassa olevilla korteilla ei ole tarpeeksi tilaa uusien kenttälaitteiden liittämiseen, mutta prosessiaseman JP02 IO-kehikossa 2 on tilaa tarvittavien korttien lisäämiseksi sekä tarvittavat kortit löytyvät käytöstä poistetuista kehi-koista, joten päädyttiin etenemään vanhalla sarjalla CIO.

### **4.3 Kenttälaitteet ja -kaapelointi**

Kenttälaitteista lähtöventtiilit päätettiin vaihtaa paremman säädettävyyden saavuttamiseksi säätöventtiileiksi. Toimilaitteiden ja asennoittimien osalta on järkevää käyttää paperitehtaalla jo käytössä olevan laitekannan mukaisia Nelles Oy:n valmistavia laitteita. Toimilaitteiksi valittiin B1C-sarjan toimilaitteet ja asennoittimiksi ND9000-sarjan älykkäät asennoittimet. Venttiilien valintaa varten lähetettiin laitevalmistajalle tiedot laitteiston putkikoosta, virtausmäärästä, ajopaineesta, putkiston paineluokasta, lämpötila-alueesta ja virtaavasta ai-neesta. Näiden tietojen perusteella valmistaja suositteli käytettäväksi pallo-venttiileitä keraamisella pinnoitteella. Keraamisella pinnoitteella varustettujen venttiilien hinta oli kuitenkin moninkertainen perinteisiin haponkestävästä ma-teriaalista valmistettuihin venttiileihin eikä niiden kulutuskestosta bentoniitti-käytössä ollut varmuutta, joten päädyimme käyttämään haponkestävästä ma-teriaalista valmistettuja venttileitä.

Bentoniittisuotimen ON-OFF-venttiilit on toteutettu Klingerin valmistamilla KHA50-PN40-palloventtiileillä ja EL-O-Maticin valmistamilla F0100M-toimilait-teilla. Kyseisiä laitteita on laajasti käytössä tehtaalla ja ne on todettu käytössä luotettaviksi, joten niiden vaihtamiseen ei ole tarvetta. Olemassa oleviin toimi-laitteisiin lisätään Klingerin valmistamat TOET1067-rajakytkinkotelot venttiilien todellisten auki- ja kiinnirajatietojen saamiseksi. Rajatietojen lisääminen mah-dollistaa venttiilien vikaantumisien havainnoimisen ja sekvenssin ohjauksien luotettavuuden parantamisen.

Painemittaukset bentoniittisuotimessa on toteutettu Wikan valmistamilla painelähettimillä. Myös näitä on laajasti käytössä tehtaalla ja ne on todettu luotettaviksi, joten uusia painelähettä ei tarvitse hankkia. Käytössä olevat painelähettimet tulee kuitenkin tarkistaa testipenkissä modernisoinnin yhteydessä.

Kenttäkaapelointia varten etsittiin ensin olemassa olevista, paperikoneen määränpään toimintoihin liittyvistä yhdistelmäkotelosta tilaa bentoniittisuotimen kenttälaitteiden liittämiseen. Kaikki bentoniittisuotimen lähellä sijaitsevat yhdistelmäkotelot olivat kuitenkin jo lähes täynnä ja lähimpään yhdistelmäkoteloon, jossa tilaa oli riittävästi, olisi vaadittu noin 100 metrin kaapelipituudet kenttäkaapeloinnille. Vaihtoehtona pitkille kenttäkaapeloinneille on uuden yhdistelmäkotelon asentaminen bentoniitin suodinlaitteiston välittömään läheisyyteen. Tämä vaihtoehto mahdollistaa lyhyemmät kenttäkaapeloinnit, mutta yhdistelmäkotelolta tulee asentaa yksi pitkä runkokaapeli ristikytkennässä sijaitsevaan IO-kaappiin. IO-kaapissa on vapaana yksi XC-liitin runkokaapelin kytkentää varten, joten toteutus on mahdollinen. Lopulta päädyimme vaihtoehtoon, jossa asennetaan uusi yhdistelmäkotelokotelo. Kustannuksiltaan uuden yhdistelmäkotelon asennus tulee vain hieman kalliimmaksi ja se helpottaa myös mahdollisia tulevia asennuksia.

#### **4.4 Positiotunnusten luonti**

Bentoniittisuodin on toimitettu paperitehtaalle laitekokonaisuutena, joten sillä on ollut vain yksi positiotunnus. Tämän takia laitteiston kaikille laitteille on luotava uudet positiotunnukset. Laitteiden positiotunnusten luonnissa noudatettiin Stora Enson Anjalankosken tehtaiden dokumentointiohjeita. Dokumentointiohjeen mukaisesti laitteen positiotunnus muodostuu osastotunnuksesta, SFS-ISO 14617-6 -standardin mukaisesta kirjaintunnuksesta sekä neljä- tai viisimeroisesta juoksevasta luvusta. Paperikone 3:n osastotunnus on 44 ja kemiikkaaleihin liittyvien laitteiden juokseva numerointi on väliltä 1000...1999. Positiotunnukset luodaan SAP-järjestelmään, jossa niitä kutsutaan toimintopaikoiksi. Toimintopaikan tunnuksessa positiotunnuksen eteen lisätään tehdastunnus AN.

Positiotunnuksien luonti aloitettiin etsimällä SAP-järjestelmästä 10 vapaata perättäistä juoksevaa numeroa. Tämä osoittautuikin odotettua vaikeammaksi.

Vaikka SAP-järjestelmän hakua käyttäen löytyikin suhteellisen helposti kymmenen perättäistä vapaata numeroa, olikin osa niistä kuitenkin käytössä Valmet DNA -järjestelmän positiohaulla suoritetun tarkastuksen jälkeen. Lopulta kuitenkin löydettiin bentoniittisuotimen tarvitsemat numerot (kuva 10).

**Näytä toimintopaikka: luettelo - toimintopaikat**

Asettelu ominaisuuksia varten

V	Toimintopaikka	Toimintopaikan nimitys	STmp
	AN-44-HIV-1670	BENT.SUODIN 44F234 SIHTI 1 LÄHTÖVENTTIILI	1435
	AN-44-HIV-1675	BENT.SUODIN 44F234 SIHTI 2 LÄHTÖVENTTIILI	1435
	AN-44-HSV-1671	BENT.SUODIN 44F234 SIHTI 1 TULOVENTTIILI	1435
	AN-44-HSV-1672	BENT.SUODIN 44F234 SIHTI 1 HUUHTELUVENT.	1435
	AN-44-HSV-1673	BENT.SUODIN 44F234 SIHTI 1 VIEMÄRIVENT.	1435
	AN-44-HSV-1676	BENT.SUODIN 44F234 SIHTI 2 TULOVENTTIILI	1435
	AN-44-HSV-1677	BENT.SUODIN 44F234 SIHTI 2 HUUHTELUVENT.	1435
	AN-44-HSV-1678	BENT.SUODIN 44F234 SIHTI 2 VIEMÄRIVENT.	1435
	AN-44-PI-1679	BENT.SUODIN 44F234 HUUHTELUVEDEN PAINE	1435

Kuva 10. Näyttökuva SAP-järjestelmään luoduista positiotunnuksista/toimintopaikoista (Hirvonen 2022)

Kuvassa 10 näkyy bentoniittisuotimen venttiileille ja painemittaukselle luodut positionumerot. Suotimen tulo- ja lähtöpaineelle oli jo luotu positiot, joten niille päädyttiin käyttämään vanhoja positionumeroita. Myös uudelle yhdistelmäkotelolle tuli luoda uusi positionumero. Dokumentointiohjeen mukaan yhdistelmäkoteloiden positiotunnus muodostuu osastotunnuksesta, merkinnästä S726 sekä kaksinumeroisesta juoksevasta luvusta. Yhdistelmäkotelolle luotiin positiotunnukseksi 44-S726-66.

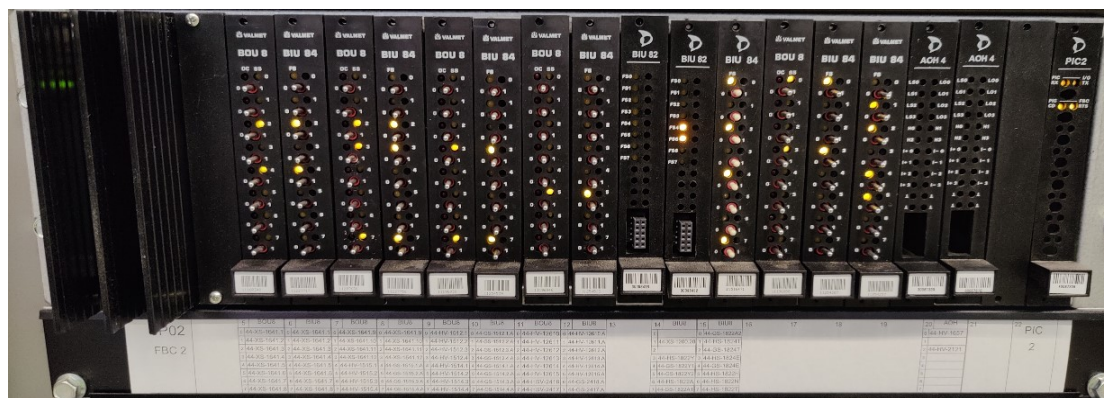
#### 4.5 HW-suunnittelu

HW-suunnittelu aloitettiin määrittelemällä uusien laitteiden tarvitsemat IO-liitynnät. Säästöventtiilin ohjaaminen vaatii yhden analogisen lähtöliitynnän, ON-OFF-venttiilin ohjaaminen vaatii yhden digitaalisen lähtöliitynnän ja auki- sekä kiinnirajatiedot kaksi digitaalista tuloliityntää. Painemittaus vaatii yhden analogisen tuloliitynnän. Tarvittavien IO-liityntöjen selvittämiseksi tehtiin yksinkertainen Excel-taulukko, johon merkittiin laitteen positionumero, nimi, laitetyyppi ja jokaisen laitteen vaatimat liitynnät liityntätyypeittäin (taulukko 2). Laitteiden alapuolelle tehtiin kenttä, jossa laskettiin yhteen tarvittavien liityntätyyppien määrä.

Taulukko 2. Tarvittavien IO-liityntöjen määrä (Hirvonen 2022)

Positio	Nimi	Laite	AO	AI	DO	Di
44-HIV-1670	Bentoniittisuodin 44F234, sihti 1 lähtöventtiili	Säätöventtiili	1	0	0	0
44-HSV-1671	Bentoniittisuodin 44F234, sihti 1 tuloventtiili	ON/OFF venttiili	0	0	1	2
44-HSV-1672	Bentoniittisuodin 44F234, sihti 1 huuhteluventtiili	ON/OFF venttiili	0	0	1	2
44-HSV-1673	Bentoniittisuodin 44F234, sihti 1 viemäriventtiili	ON/OFF venttiili	0	0	1	2
44-HIV-1675	Bentoniittisuodin 44F234, sihti 2 lähtöventtiili	Säätöventtiili	1	0	0	0
44-HSV-1676	Bentoniittisuodin 44F234, sihti 2 tuloventtiili	ON/OFF venttiili	0	1	2	
44-HSV-1677	Bentoniittisuodin 44F234, sihti 2 huuhteluventtiili	ON/OFF venttiili	0	0	1	2
44-HSV-1678	Bentoniittisuodin 44F234, sihti 2 viemäriventtiili	ON/OFF venttiili	0	0	1	2
44-PI-1679	Bentoniittisuodin 44F234, huuhteluveden paine	Painemittaus	0	1	0	0
<b>Yhteensä</b>			<b>2</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>12</b>

Taulukon 2 tulosten perusteella saatiin tarvittavien IO-liityntöjen määräksi kaksi analogista lähtöliityntää, yksi analoginen tuloliityntä, kuusi digitaalista lähtöliityntää ja kaksitoista digitaalista tuloliityntää. Alustavassa CIO IO -kartoituksessa oli jo havaittu, että olemassa olevilla IO-korteilla ei ole tilaa kaikkia tarvittavia liityntöjä varten, mutta prosessiaseman JP02 IO-kehikossa 2 on tilaa uusille korteille. Alustavien suunnitelmien mukaan IO-kehikkoon 2 lisättiin uudet IO-kortit kaikille venttiilien tarvitsemille IO-liitynnöille (kuva 11).



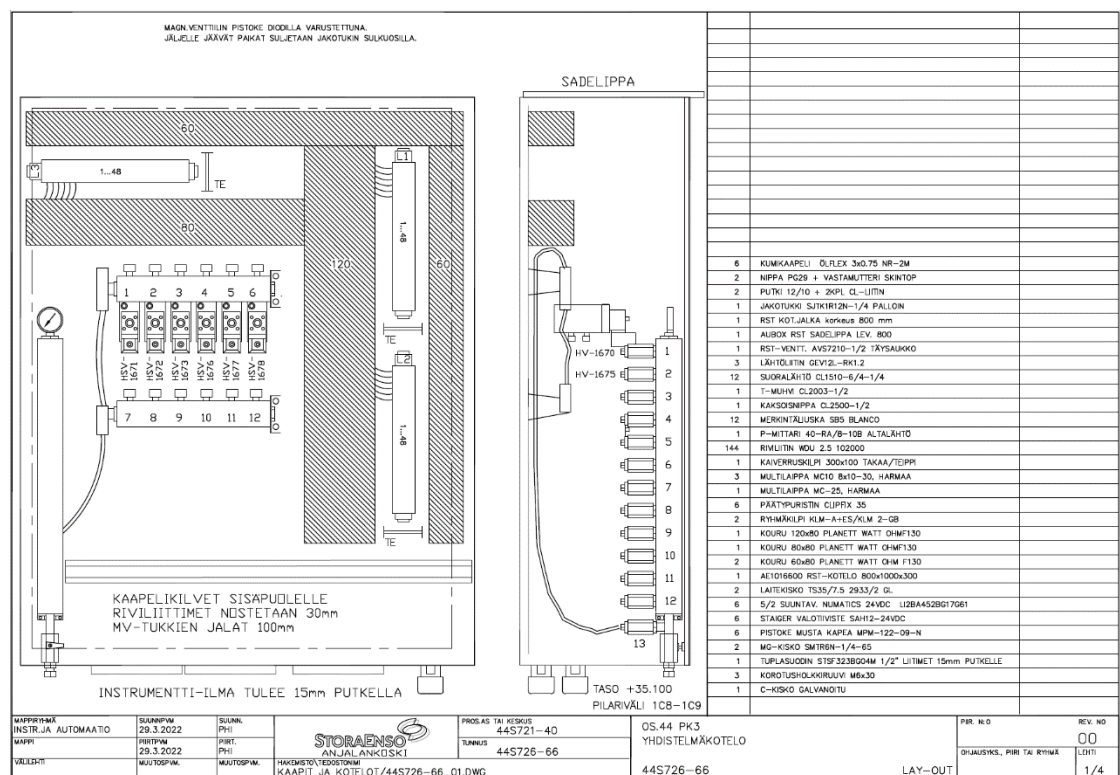
Kuva 11. Prosessiaseman JP02 IO-kehikko 2 (Hirvonen 2022)

Uudet kortit lisättiin kuvassa 11 näkyvän IO-kehikon korttipaikoille 16...19. Digitaalisia lähtöjä varten lisättiin yksi BOU8-kortti korttipaikkaan 16, digitaalisia tuloja varten lisättiin kaksi BIU84-korttia korttipaikkoihin 17 ja 18 sekä analogisia lähtöjä varten lisättiin yksi AOH4-kortti korttipaikkaan 19. Analogisiin tuloihin käytettiin olemassa olevien korttien tuloja. Korttien lisäämisen jälkeen pystyttiin määrittelemään liitynnöille IO-osoitteet ja aloittamaan johdotus- ja piirikaavioiden suunnittelu.



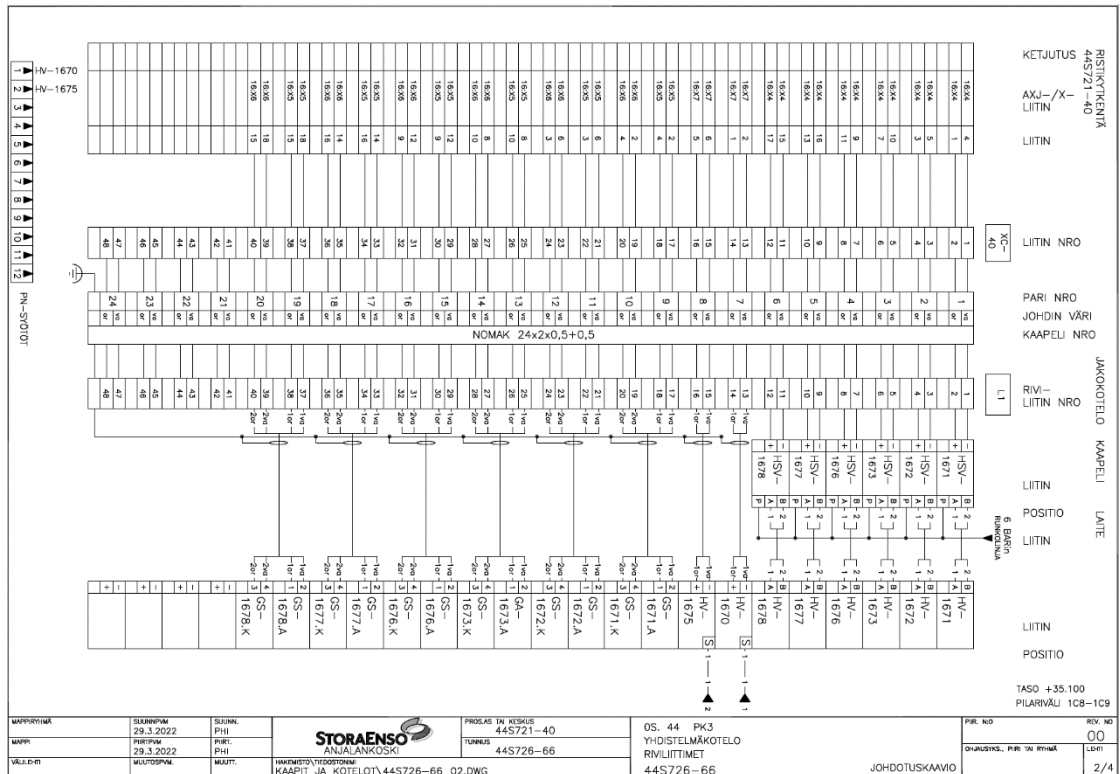
### 4.5.1 Kotelokuvat

Kotelokuvat piirrettiin AutoCAD LT -suunnitteluohjelmalla. Uuden yhdistelmäkotelo 44S726-66 suunnittelussa käytettiin paikallisesti hyväksi havaittua yhdistelmäkotelomallia. Yhdistelmäkotelosta piirrettiin layout-kuva, josta näkyy koteloon asennettavat osat ja niiden sijainti (kuva 12). Asennettavista osista tehtiin myös osaluettelo layout-kuvan oikeaan reunaan. Layout-kuva lähetettiin yhdistelmäkotelo toimittajalle valmistusta varten. Kotelotoimittaja hankki yhdistelmäkoteloon asennettavat osat ja toimitti myös yhdistelmäkotelo oveen tulevan positiokilven sekä sisäpuolelle tulevat laitekilvet.



Kuva 12. Yhdistelmäkotelo 44S726-66 layout-kuva (Hirvonen 2022)

Kuvan 12 layout-kuvan lisäksi yhdistelmäkotelosta piirrettiin johdotuskaaviot riviliitinryhmistä (kuva 13). Riviliitinryhmien kuviin piirretään kenttälaitteiden kytkennät, magneettiventtiilien ja niiden paineilmasyöttöjen kytkennät sekä runkokaapelin kytkennät yhdistelmäkotelo ja ristikytkennän päistä. Yhdistelmäkotelo riviliitinkuviin piirretään myös ristikytkentätilassa sijaitsevan IO-kaapin sisäiset kytkennät. Anjalankosken Paperitehtaalla IO-kaappien kytkennöistä ei piirretä erillisiä kuvia. Riviliitinryhmän johdotuskaavion lisäksi piirrettiin johdotuskaaviot myös varauksena oleville riviliitinryhmille L2 ja L3 (liitteet 1 ja 2).



Kuva 13. Yhdistelmäkotelon 44S726-66 johdotuskaavio riviliitinryhmästä L1 (Hirvonen 2022)

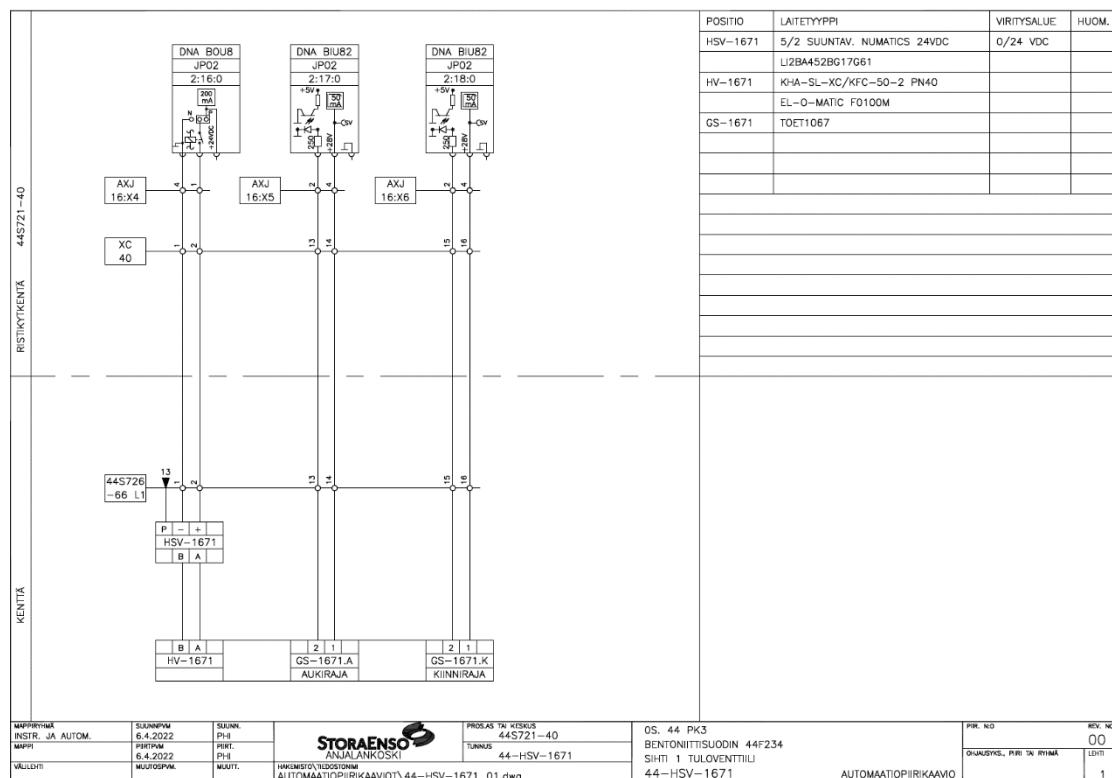
Bentoniittisuotimen olemassa olevat painemittaukset olivat johdotettu kenttäkotelolle 44S726-32 bentoniittisihdin poistuvan paikallisohjauksotelon I/I-muuntimien kautta ja syöttöjännite painemittaukselle tuli poistuvasta logiikasta. Koska logiikka- ja paikallisohjauksotelon puretaan suotimen modernisoinnin yhteydessä, tulee painemittaukset johdottaa suoraan kotelolle ja muuttaa jännitesyöttö automaatiojärjestelmän analogiatulokortille. Tämän takia ristiyhteyksien IO-kaapin sisäisiä johdotuksia tulee muuttaa ja päivittää kenttäkoteloon 44S726-32 johdotuskaavio. Selkeyden vuoksi myös uutena painemittauksena automaatiojärjestelmään tuleva bentoniittisuotimen huuhteluvien painemittaus päätettiin johdottaa saman kenttäkoteloon kautta ristiyhteyksien IO-kaapille. Kenttäkoteloon 44S726-32 johdotuskaavio on liitteenä 3.

#### 4.5.2 Automaatiopiirikaaviot

Automaatiopiirikaaviot piirrettiin myös AutoCAD LT -suunnitteluohjelmalla. Automaatiopiirikaavioiden pohjana käytettiin Anjalan Paperitehtaalla käytössä olevaa mallia. Automaatiopiirikaavioiden piirtäminen aloitettiin säätöventtiileistä. Ensimmäisenä piirrettiin bentoniittisuotimen sihdin 1 lähtöventtiiliin 44-HIV-1670 automaatiopiirikaavio (kuva 14). Automaatiopiirikaavio oikeassa



kenttäkotelossa sijaitsevan magneettiventtiin HSV-1671 avulla, kun taas sää-  
töventtiin toimilaitetta ohjataan kentällä sijaitsevan asennoittimen avulla.  
Magneettiventtiiliä ohjataan binäärisen BOU8-lähtökortin kanavalla 0. ON-  
OFF-venttiilillä on myös auki- ja kiinniasennoilla rajakytkimet. Rajakytkimet  
GS-1671.A ja GS-1671.K on johdotettu korttipaikoilla 17 ja 18 sijaitsevien bi-  
nääristen BIU82-tulokorttien kanaviin 0.

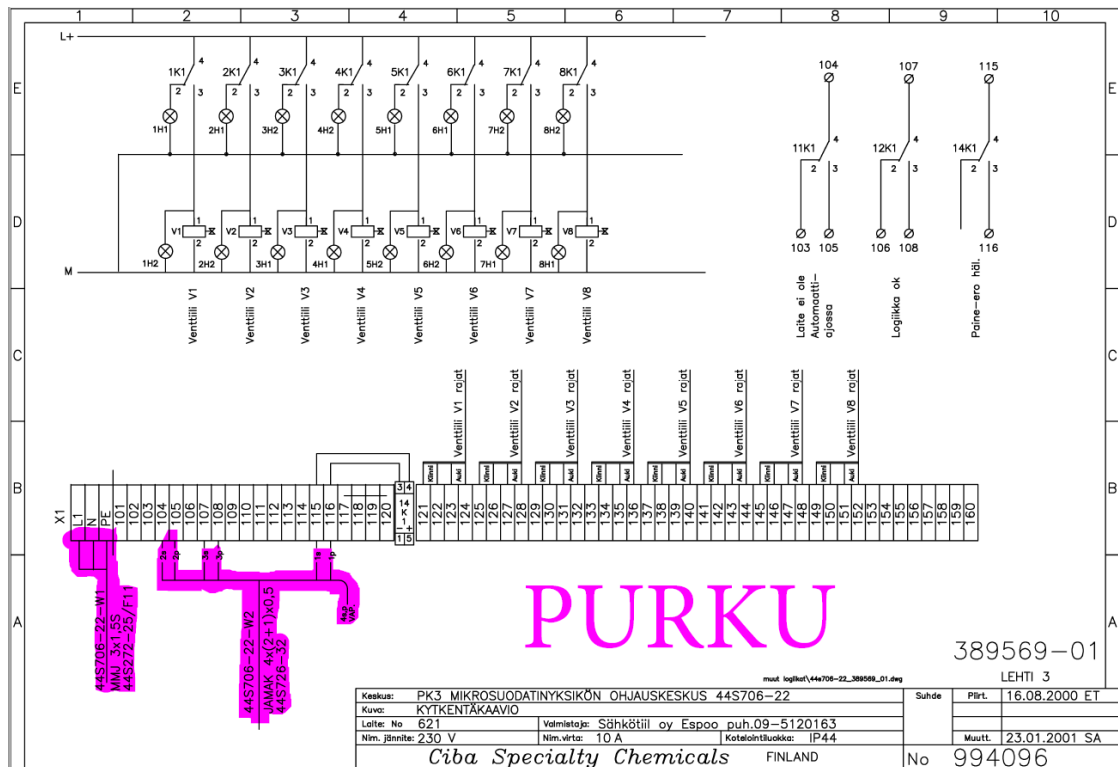


Kuva 15. Bentoniittisuotimen 44F234 sihdin 1 tuloventtiin automaatiopiirikaavio (Hirvonen 2022)

Kuvan 15 kaltainen automaatiopiirikaavio piirrettiin myös muille bentoniittisuotimen 44F234 ON-OFF-venttiileille. Automaatiopiirikaaviot 44-HSV-1672, 44-HSV-1673, 44-HSV-1676, 44-HSV-1677 ja 44-HSV-1678 ovat liitteinä 5...9.

Myös painemittaukset piirrettiin samalle pohjalle. Painemittaukset vaativat analogisen tulokortin AIU8. Kuvassa 16 näkyy bentoniittisuotimen huuhteluveden painemittauksen 44-PI-1679 automaatiopiirikaavio. Painemittaukset johdotettiin automaatiojärjestelmään vanhan kenttäkotelon 44S726-32 kautta.





Kuva 17. Bentoniittisuotimen vanhan paikallishjauuskotelon purkukuva (Hirvonen 2022)

Kuvassa 17 näkyvän bentoniittisuotimen vanhan paikallishjauuskotelon 44S706-22 purkukuvan lisäksi tehtiin purkukuvat vanhasta bentoniittisuotimen paine-eromittauksesta 44-PDI-1626, paikallishjauuskotelon sähkösyötön instrumentointikeskuksesta 44S272-25 ja kentäkotelosta 44S726-32. Purkukuvat ovat liitteinä 11...13.

#### 4.5.4 Kaapeliluettelo

Pienprojekteissa ei Anjalan Paperitehtaalla tehdä kaapeliluetteloa. Tässä projektissa päätettiin kuitenkin tehdä kaapeliluettelo (kuva 18) AutoCAD LT -ohjelmalla, helpottamaan kaapelien vetojen hahmottamista. Kaapeliluetteloon on merkitty kaikkien bentoniittisuotimen kaapeleiden kaapelitunnus, kaapelityyppi, kaapelin kytkentäpaikat ja pituudet. Kaapeliluetteloa käytettiin myös asennuksien tarjouskyselyssä.

RIVI	KAAPELITUNNUS	KAAPELITYYPPI	MISTÄ	MIHIN	PITUUS	HUOMAUTUKSET
1	44S726-66-W1	NOMAK 24X2X0.5+0.5	44S721-40/XC40	44S726-66	60	
2	44-HIV-1670-W1	L-2PA12S-6/4+NOVAK 2	44S726-66-L1	44-HV-1670	20	
3	44-HIV-1675-W1	L-2PA12S-6/4+NOVAK 2	44S726-66-L1	44-HV-1675	20	
4	44-HSV-1671-W1	L-2PA12S-6/4+NOVAK 2	44S726-66-L1	44-HV-1671	20	
5	44-HSV-1672-W1	L-2PA12S-6/4+NOVAK 2	44S726-66-L1	44-HV-1672	20	
6	44-HSV-1673-W1	L-2PA12S-6/4+NOVAK 2	44S726-66-L1	44-HV-1673	20	
7	44-HSV-1676-W1	L-2PA12S-6/4+NOVAK 2	44S726-66-L1	44-HV-1676	20	
8	44-HSV-1677-W1	L-2PA12S-6/4+NOVAK 2	44S726-66-L1	44-HV-1677	20	
9	44-HSV-1678-W1	L-2PA12S-6/4+NOVAK 2	44S726-66-L1	44-HV-1678	20	
10	44-PI-1679-W1	NOMAK 2X2X0.5+0.5	44S726-32	44-PT-1679	6	
11	44-PDI-1626.1-W1	NOMAK 2X2X0.5+0.5	44S726-32	44-PT-1626.1	6	
12	44-PDI-1626.2-W1	NOMAK 2X2X0.5+0.5	44S726-32	44-PT-1626.2	6	
13						
14						
15						

MAPPINUMERO	SUUNNITTELU 12.4.2022	SUUNNITTELIJA PHI	PROJEKTIN KESKUS TUNNUS	OS. 44 PK3 KAAPELILUETTELO BENTONIITTISUODIN 44F234	PIIR. NO 01	REV. NO 01
MAPPIN 12.4.2022	MAPPIN 12.4.2022	PIIRIT PHI			OHJELMANS. PIIRIN RYHMÄ	LEIVI
VALMISTAJA MOUTOPAK	MESTRI	KAAPELILUETTELO 44F234			KAAPELILUETTELO	1

Kuva 18. Kaapeliluettelo (Hirvonen 2022)

## 4.6 SW-suunnittelu

SW-suunnittelu aloitettiin tarkastelemalla vanhan S5-logiikkajärjestelmän ohjelmaa ja siihen aseteltuja parametreja. Parametrien asettelut ja käytön aikaiset mittaukset kirjattiin Excel-taulukkoon (taulukko 3).

Taulukko 3. Vanhan S5-logiikkajärjestelmän parametrit ja mittaukset (Hirvonen 2022)

Parametri	Parametrin nimi	Arvo
TMR1	Suodatusjakson pituus	60 s
TMR2	Suodatusventtiilien sulkeutumisen viive	10 s
TMR3	Huuhtelu- ja viemäri-venttiilien avautumisen viive	10 s
TMR4	Huuhtelu-aika	60 s
TMR5	Suodatusventtiilien avautumisen viive	10 s
TMR6	Täyttöjakson pituus	5 s
TMR7	Täyttöjakson väli	60 s
TMR20	Suodattimeen tulevan linjan paine (mittaus)	1.0 bar
TMR21	Suodattimesta lähtevän linjan paine (mittaus)	0.2 bar
TMR22	Suodattimen pesulinjan paine (mittaus)	0.0 bar
TMR23	Sihdivaihdon paine-eroasettelu	0.5 bar
TMR24	Suodattimen paine-ero (mittaus)	1.0 bar
TMR25	Suodattimen paine-eron hälytysraja	0.6 bar
CNTR1	Suodatusjakson pituuden kerroin	30
CNTR2	Täyttöjaksojen määrä	8
CNTR5	Suodatusventtiilien avautumisen viiveen kerroin	2

Logiikkajärjestelmän ohjelma vastasi hyvin laitetoimittajan alkuperäistä toimintakuvausta ja taulukossa 3 näkyvät parametrit sivulla 14, kuvassa 6 esiteltyä alkuperäistä toimintokaaviota. Bentoniittisuotimen toiminnasta löytyi kuitenkin muutamia epäjohdonmukaisuuksia, joiden syihin syvennyttiin paremmin myöhemmin pidetyssä ajotapapalaverissa.

Vanhan logiikkaohjelman tarkastelun jälkeen pidettiin ajotapapalaveri, jossa esiteltiin bentoniittisuotimen vanhan logiikkajärjestelmän mukainen toiminta ja siinä havaitut epäjohdonmukaisuudet. Ajotapapalaverissa päätettiin, mitä muutoksia toimintaan halutaan ohjaussovelluksen siirtyessä pääautomaatiojärjestelmään ja mihin toimenpiteisiin ryhdytään epäjohdonmukaisen toiminnan poistamiseksi. Ajotapapalaverin tuloksena päädyttiin seuraaviin tuloksiin:

1. Sihdinvaihdon paine-eroasetus on 50 kPa. Paine-ero on jatkuvasti yli 70 kPa ja sihdinvaihto tapahtuu jatkuvasti noin 12 minuutin syklissä.
  - Tarkastetaan paine-eromittauksen painelähtettimet.
  - Tarkastetaan suotimen sihtikorien kunto.
  - Sihtien huuhteluvetenä on käytössä tällä hetkellä tehdasvesi, jonka puhtaus ei ole riittävä. Vaihdetaan huuhteluvesi kemiallisesti puhdistetuksi vedeksi.
  - Uuteen sekvenssiin tehdään sihdinvaihdon paineasetus aseteltavaksi näytöltä. Asettelumahdollisuus poistetaan tai lukitaan sopivan paine-eroarvon löydyttyä. Tavoitteena aloittaa sihdinvaihto aina ensisijaisesti sihdinvaihtoajan mukaan.
2. Sihdinvaihto aika 30 minuuttia, joka todennäköisesti liian tiheä väli.
  - Uuteen sekvenssiin vaihto aika aseteltavaksi näytöltä, jolloin voidaan kokeilemalla löytää oikea vaihtoväli.
3. Paine-eron hälytysraja on 60 kPa. Paine-ero on jatkuvasti yli 70 kPa ja hälytys on jatkuvasti päällä logiikassa. DNA-järjestelmässä hälytystieto liipaistaan nousevasta reunasta, joten kerran kuitattu hälytys ei ilmesty koskaan uudelleen, koska paine-ero on jatkuvasti yli hälytysarvon.



- Käytetään uudessa sekvenssissä samaa hälytyksen raja-arvoa, ja muutetaan sitä tarvittaessa käyttöönoton yhteydessä.
4. Huuhteluveden painevalvonta ei ole käytössä nykyisessä ohjelmassa.
- Otetaan painevalvonta käyttöön lukituksena tai hälytyksenä uudessa sekvenssissä.
5. Sihdintäyttö huuhtelun jälkeen tapahtuu avaamalla lähtöventtiili viiden sekunnin ajaksi 60 sekunnin välein kahdeksan kertaa. Tämä aiheuttaa paineheittoja annosteluun ja kuluttaa venttiiliä mekaanisesti.
- Suoritetaan sihdintäyttö avaamalla uusia lähtölinjojen säätöventtiileitä hieman auki tietyksi ajaksi. Näin vältetään jatkuvista auki- ja kiinniohjauksista johtuvat paineiskut sekä venttiilien kulumiset. Venttiilin avautumisen määrä ja kesto aika määritellään tarkemmin käyttöönoton yhteydessä. Aloitusarvona käytetään esimerkiksi 5 % avautumaa ja 2 minuutin kesto.

Edellä eriteltyjä toimenpiteitä lukuun ottamatta vanhan sekvenssin toiminta todettiin toimivaksi ja sitä käytetään pohjana uutta sekvenssiä tehtäessä. (Hirvonen 2022.)

Valmet DNA -toimintokaaviot, sekvenssi ja valvomonäyttöjen muutokset tehtiin alihankintana. Ennen suunnittelutyön aloittamista pidettiin alihankkijan suunnittelijan kanssa suunnittelupalaveri, jossa käytiin läpi bentoniittisuotimen laitteet, uuden sekvenssin haluttu toiminta, suunnittelutyöhön tarvittavat tiedot ja valvomonäyttöjen muutokset.

Toimintokaavioiden tekemistä varten toimitettiin suunnittelijalle uudet automaatiopiirikaaviot, joiden pohjalta toimintokaaviot suunniteltiin Valmetin FbCAD-suunnitteluohjelmalla. Toimintokaavioiden positioina käytettiin samoja positioita kuin piirikaavioissa.

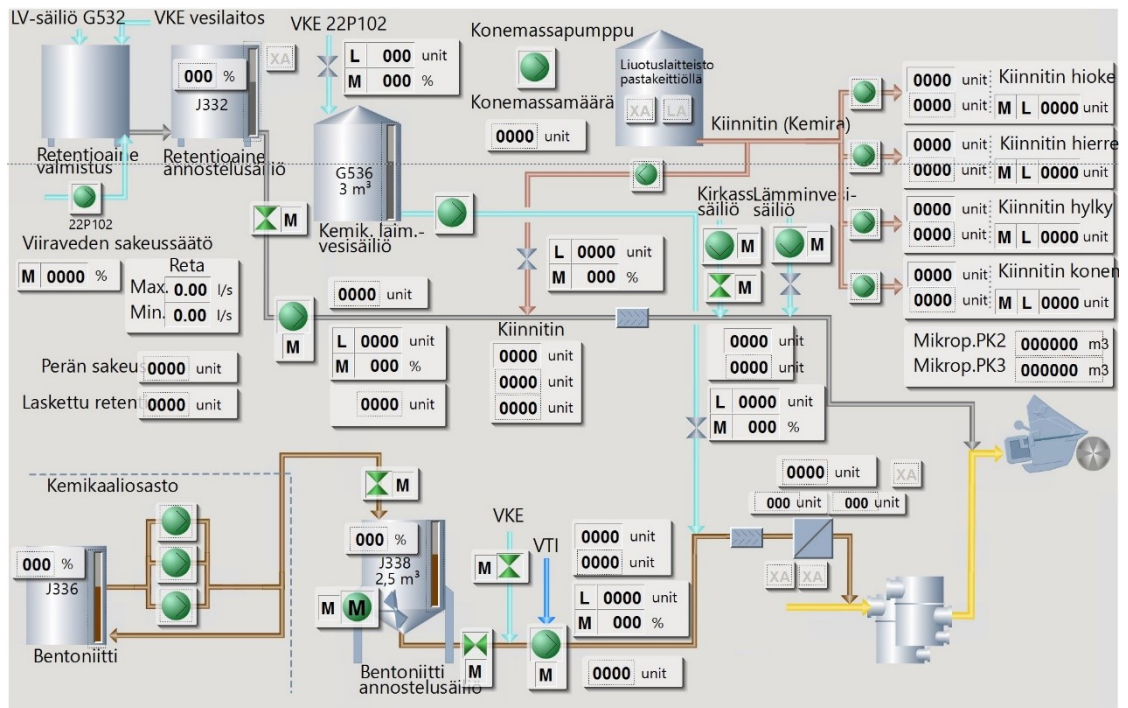
Sekvenssin toimintojen hahmottamiseksi tehtiin suunnittelijalle bentoniittisuotimen toiminnasta uusien toimintojen mukainen toimintakaavio (kuva 19).

BENTONIITTISUODIN TOIMINTOAIKAKAAVIO			Sihti 1 käytössä		Sihti 2 käytössä				Sihti 1 käytössä			
			10 s	10 s	Huuhdelaika sihti 1 (Asettelu näytöltä)	Sihdin 1 täyttö 60 s	10 s	10 s	Huuhdelaika sihti 2 (Asettelu näytöltä)	Sihti 1 täyttö 60 s	10 s	10 s
Sihti 1	Tulo	AN-44-HSV-1671										
	Lähtö	AN-44-HIV-1670		KIINNI		10 % AUKI	AUKI					
	Huuhtelu	AN-44-HSV-1672										
Sihti 2	Tulo	AN-44-HSV-1676										
	Lähtö	AN-44-HIV-1675		AUKI							KIINNI	10 % AUKI
	Huuhtelu	AN-44-HSV-1677										
Viemäri			AN-44-HSV-1678									
Värien merkitykset			Sihdinvaihto 1 -> 2				Sihdinvaihto 2 -> 1					
Venttiili auki			Paine-ero yli asetellun arvon				Paine-ero yli asetellun arvon					
Venttiili kiinni			TAI				TAI					
Hidas rampitus			Aseteltu vaihtoaika saavutettu				Aseteltu vaihtoaika saavutettu					
Hidas rampitus 10 % auki			TAI				TAI					
			Käyttäjän tekemä vaihto				Käyttäjän tekemä vaihto					

Kuva 19. Modernisoidun bentoniittisuotimen toimintakaavio (Hirvonen 2022)

Kuvan 19 toimintakaaviosta näkyy venttiilien tilat ja toimintoajat suodatusjaksojen aikana. Toimintakaavion lisäksi suunnittelijalle tehtiin kirjallinen hahmotelma uuden sekvenssin askeleista ja toiminnoista. Sekvenssi suunniteltiin Valmetin SeqCAD-suunnitteluohjelmalla.

Olemassa oleva bentoniittisuotimen valvomonäyttö oli erittäin sekava ja sisälsi myös retentioaineen ja kiinnittimen annostelun (kuva 20).



Kuva 20. Vanha bentoniittisuotimen ja retentioaineen annostelun valvomonäyttö (Hirvonen 2022)



## 4.7 Asennukset

Stora Ensossa turvallisuus on kaiken lähtökohta. Ennen asennustöiden aloittamista suoritettiin urakoitsijan edustajan kanssa asennuskohteiden vaarojen tunnistaminen ja riskienarviointi, missä työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvat vaara-, haitta- ja kuormitustekijät selvitetään järjestelmällisesti.

Asennustöitä varten urakoitsijalle koostettiin asennusmappi, josta löytyy omilta välilehdiltään työselostus, vaarojen tunnistaminen ja riskien arviointi, kaapeli-luettelo, yhdistelmäkotelon johdotuskaaviot, venttiilien piirikaaviot, painemittauksen piirikaaviot, purkukuvat, asennus- ja purkukohteiden valokuvat, bentoniittisuotimen layout kuva ja PI-kaavio.

Asennukset aloitettiin heti HW-suunnittelun valmistuttua valmistelevilla asennustöillä. Asennustyöt suoritettiin pääsääntöisesti käynnin aikana, mutta osa töistä vaati paperikoneelle pienen seisokin. Seisokin vaativat työt aikataulutettiin yhden päivän pituisen pesuseisokin yhteyteen. Varsinainen bentoniittisuotimen ohjaussovelluksen siirto automaatiojärjestelmään ja uusien säätöventtiilien asennus aikataulutettiin toteutettavaksi viikon pituisen integraattiseisokin yhteyteen.

Käynnin aikana suoritettavat asennustyöt aloitettiin uuden yhdistelmäkotelon 44S726-66 asennuksella (kuva 22). Yhdistelmäkotelo asennettiin bentoniittisuotimen läheisyydessä sijaitsevaan pilariin ja sille putkitettiin paineilmasyöttö säätöilman runkolinjasta. Runkolinjassa oli valmiina käsiventtiilillä varustettu lähtöyhde, joten asennus pystyttiin suorittamaan käynnin aikana ilman paineilmatkatkoa paperikoneella. Yhdistelmäkotelolta asennettiin uusi kaapelihyllyreitti bentoniittisuotimelle ja olemassa oleville kaapelihyllyille kaapeleiden asennusta varten.



Kuva 22. Uusi yhdistelmäkotelo 44S726-66 (Hirvonen 2022)

Yhdistelmäkotelon asennuksen jälkeen vedettiin runkokaapeli yhdistelmäkotelosta ristikytken 44S721 järjestelmäkaappiin 44S721-40. Runkokaapelina käytettiin Novak-HF 24x2x0,5+0,5 instrumentointikaapelia. Runkokaapeli kytkettiin yhdistelmäkotelon riviliitinryhmään L1 liittimiin 1–48 parijärjestyksessä. Järjestelmäkaapissa kaapeli kammattiin XC-40-liittimeen. Järjestelmäkaapin ristikytkenä suoritettiin ”räppäämällä” XC-40-liittimen pinnien ja AXJ-liittimien pinnien väliset kytkennät (kuva 23).

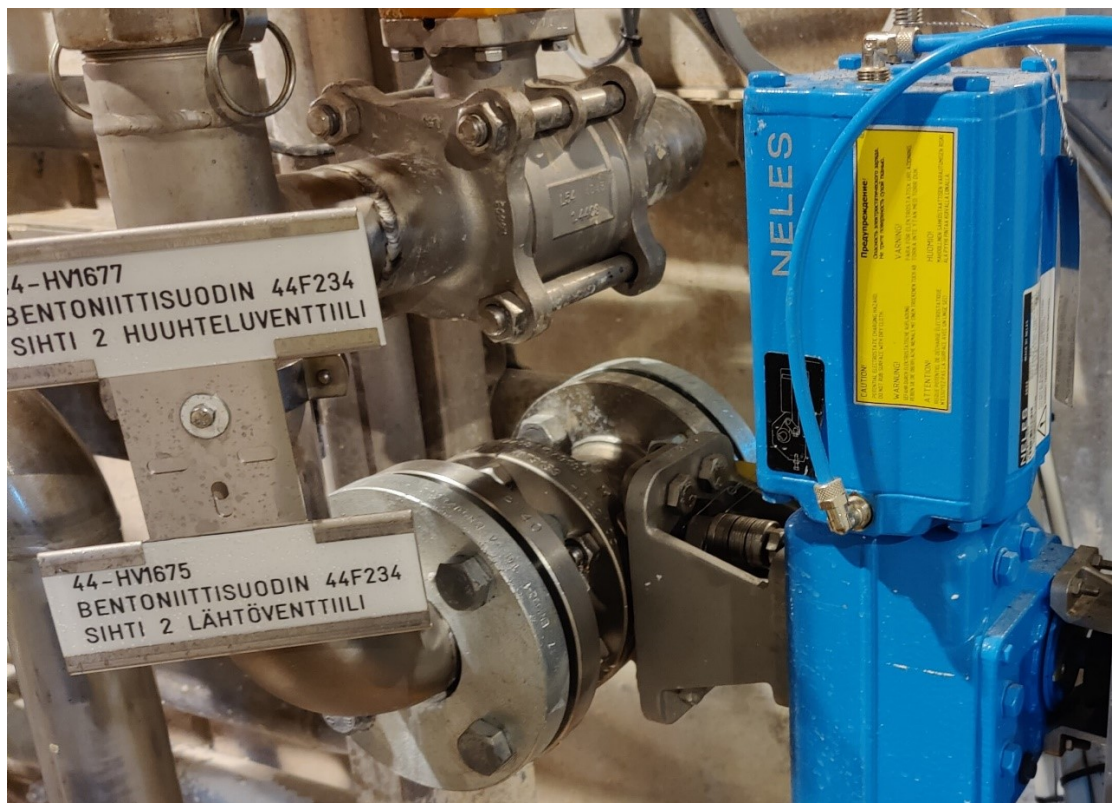


Kuva 23. AXJ-liittimien pinnien ”räppäykset” (Hirvonen 2022)

Räppäykset tehtiin yksisäikeisellä räppäyslangalla ja tarkoitukseen suunnitellulla räppäyspuikolla.

Seisokin vaativat valmistelutyöt suoritettiin yhden päivän pituisen pesuseisokin aikana. Seisokissa siirrettiin bentoniittisuotimen huuhteluvesilinja tehdasvesilinjasta kemiallisesti puhdistetun veden runkolinjaan. Asennuksessa pystyttiin käyttämään hyödyksi suurin osa vanhasta huuhtelulinjasta ja vain pieni osa linjasta tehtiin uudesta putkesta. Vanhan huuhteluvesilinjan lähtöyhde tehdasveden runkolinjasta tulpattiin. Seisokissa tarkistettiin myös vanhojen painelähettimien toiminta. Tarkastuksessa havaittiin bentoniitin tulopaineen painelähettimen olevan viallinen ja näyttävän noin 50 kPa liian vähän. Viallinen painelähetin vaihdettiin uuteen.

Varsinainen bentoniittisuotimen ohjaussovelluksen siirto automaatiojärjestelmään ja uusien säätöventtiilien asennus suoritettiin viikon pituisen integraatiseisokin yhteydessä. Asennukset aloitettiin vanhan paikallisohjauskotelon ja kaapelointien purulla purkukuvien mukaisesti. Vanhat ON-OFF-lähtöventtiilit irrotettiin ja korvattiin uusilla säätöventtiileillä. Säätöventtiileiden laippakiinnitys on hieman erilainen kuin vanhoissa venttiileissä, ja venttiilit ovat fyysiseltä kooltaan hieman suurempia, joten laitteiston putkistoon jouduttiin tekemään hieman muutoksia. Kuvassa 24 näkyy uusi säätöventtiili asennettuna bentoniittilaitteistoon.



Kuva 24. Uusi säätöventtiili asennettuna bentoniittilaitteistoon (Hirvonen 2022)

Putkimuutoksien ja säätöventtiilien asennuksen jälkeen asennettiin rajapaketit käyttöön jääville ON-OFF-venttiileille. Rajapaketeilta ja venttiileiltä vedettiin kaapelit yhdistelmäkotelolle 44S726-66 ja tehtiin kytkennät asennuskuvien mukaan. Kaapelina käytettiin yhdistelmäkaapelia L-2PA12S-6/4+NOVAK 2, jossa sekä pneumatiikka- että viestikaapelit ovat saman vaipan alla. Bentonittisuotimen painemittauksille vedettiin myös uudet kaapelit kenttäkotelolta 44S726-32 ja ne kytkettiin asennuskuvien mukaan. Kaapelina painemittauksille käytettiin instrumenttikaapelia NOMAK 2x2x0.5+0.5. Laite- ja kaapeli-asennuksien valmistuttua asennettiin kaapeleihin kaapelikilvet ja venttiileihin ja painemittauksiin laitekilvet (kuva 25).



Kuva 25. Bentonitiin suodinlaitteisto asennuksien jälkeen (Hirvonen 2022)

Asennuksien valmistuttua suoritettiin yhdessä urakoitsijan edustajan kanssa asennustarkastus. Asennukset oli tehty huolella ja ainoa huomautus tuli venttiilikaapeleiden kiinnityksistä, jotka korjattiin välittömästi.

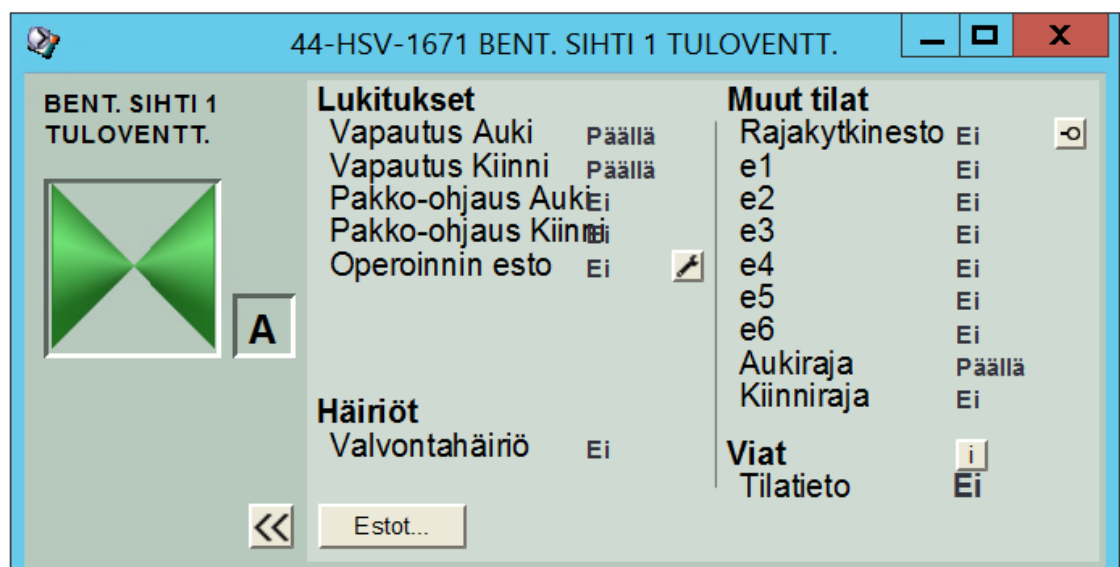
## 4.8 Laitteistotestaus

Laitteistotestaus aloitettiin lataamalla uusien piirien toimintokaaviot, sekvenssi ja uudet valvomonäytöt Valmet DNA -järjestelmään. Testaus aloitettiin ohjaamalla valvomonäytön piiri-ikkunasta (kuva 26) uusia säätöventtiileitä käsiajolla 25 %:n portain auki ja kiinni.



Kuva 26. Bentoniittisihdin 2 lähtöventtiin 44-HIV-1675 piiri-ikkuna (Hirvonen 2023)

Säätöventtiilien liike kentällä vastasi valvomonäytöltä annettuja arvoja. ON-OFF-venttiilit testattiin myös ohjaamalla ne valvomonäytön piiri-ikkunasta (kuva 27) käsiajolla auki ja kiinni, sekä seuraamalla saavuttaako venttiili kentällä ja valvomonäytössä auki- ja kiinnirajat.

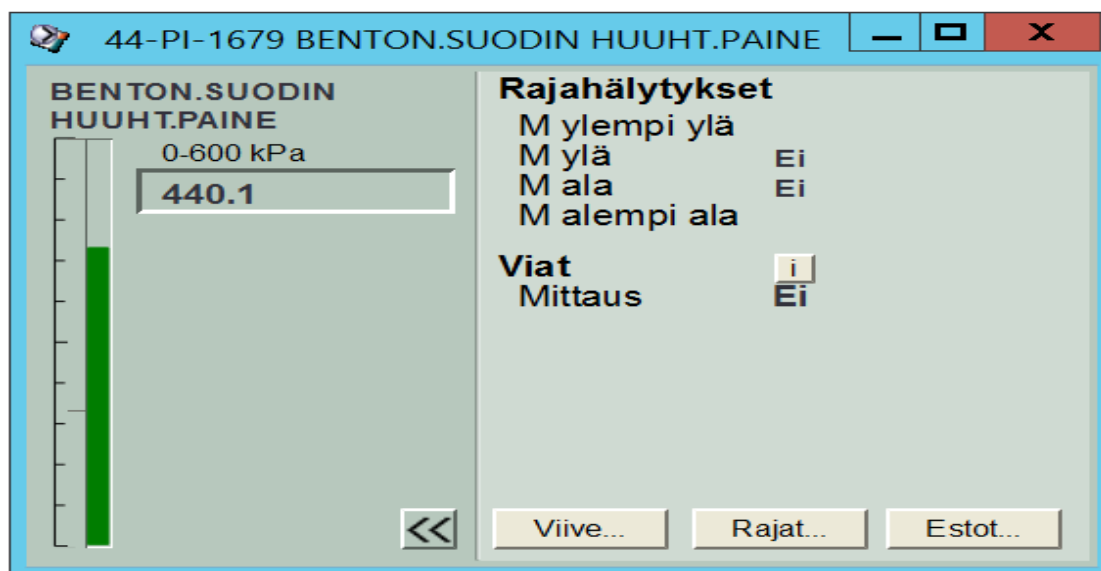


Kuva 27. Bentoniittisihdin 1 tuloventtiin 44-HSV-1671 piiri-ikkuna (Hirvonen 2023)



Testauksessa havaittiin, ettei bentoniittisihdin 1 tuloventtiili 44-HV-1671 sulkeutunut kiinni ohjattaessa. Viaksi paljastui uuden yhdistelmäkaapelin tukkeutunut pneumatiikkaletku. Letkun tukoksen aiheuttajaa ei selvinnyt, mutta suurimpana epäilyksenä on valmistusvika. Uuden yhdistelmäkaapelin asentamisen jälkeen kyseinen venttiili ja muutkin ON-OFF-venttiilit toimivat moitteetta.

Painelähettimien toiminta oli jo tarkastettu testipenkissä aikaisemman seisokin aikana, joten testattavaksi jäi painemittauksien toiminta. Mittaukset testattiin syöttämällä 4-20 mA signaali 25 %:n portain painelähtetimen liittimeen kentällä ja vertaamalla näyttämää valvomonäytön piiri-ikkunasta (kuva 28).



Kuva 28. Bentoniittisuotimen huuhteluvedenpaineen 44-PI-1679 piiri-ikkuna (Hirvonen 2023)

Testauksessa havaittiin, että bentoniittisuotimen paine-eron painemittaukset eivät toimineet. Syy painemittauksien toimimattomuuteen oli ristikytkentäkaapin 44S721-40 osalta unohtuneet kytkentämuutokset. Kytkennät muutettiin kuvien mukaiseksi, minkä jälkeen paine-eron painemittauksetkin toimivat oikein. Laitteistotestauksen aikana testattiin myös kaikkien kentälaitteiden osalta niille määritellyt hälytystiedot ja kaikki hälytykset siirtyivät Valmet DNA -järjestelmän hälytysnäytölle oikein.

#### 4.9 Toiminnallinen testaus

Laitteistotestauksien jälkeen aloitettiin toiminnallinen testaus sekvenssin kylmättestauksella. Sekvenssi käynnistettiin ja kaikkien venttiilien ohjaukset vaih-

tuivat automaatile ja toimivat oikein sekvenssin askeliin määriteltyjen toimintojen mukaan. Bentoniittisuotimen sihdinvaihtojen ehdot testattiin yksitellen ohjelmallisesti arvoja muuttamalla ja sekvenssi toimi halutulla tavalla. Myös sekvenssiin määritellyt hälytykset testattiin ja ne siirtyivät hälytysnäytölle määrityksen mukaan.

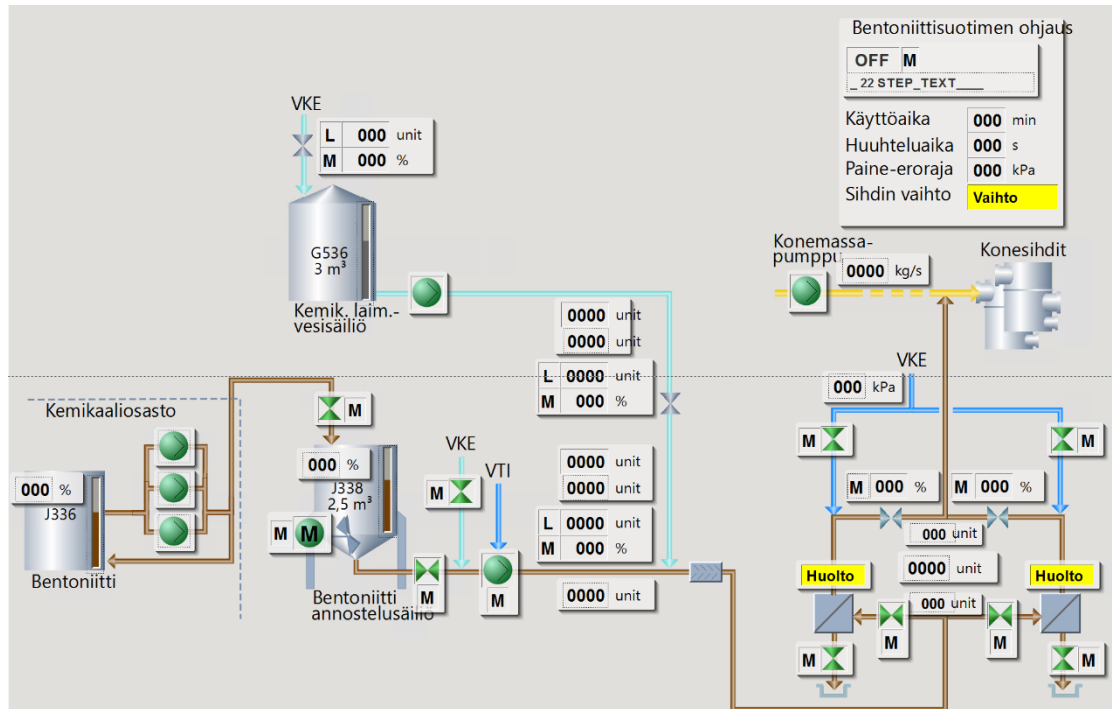
Kylmätestien valmistuttua ja integraattiseisokin päättyessä siirryttiin suorittamaan kuumetestauksia. Kuumetestauksessa havaittiin bentoniittisuotimen toimivan epäjohdonmukaisesti sihdinvaihdossa sihdiltä 1 sihdille 2. Tutkimuksissa havaittiin bentoniittisihdin 2 tuloventtiilin 44-HV-1676 toimivan väärinpäin. Kun venttiili ohjattiin auki-asentoon, se kääntyi auki-rajalle, mutta todellisuudessa menikin kiinni. Venttiili oli ilmeisesti putkistomuutoksen aikana käänntynyt väärään asentoon. Venttiilistä otettiin toimilaite irti, käännettiin karasta 90 astetta ja laitettiin toimilaite takaisin. Tämän jälkeen venttiili ja myös sihdinvaihtosekvenssi toimivat oikein. Kuumetestauksien aikana huomattiin myös sekvenssin tarvitsevan hieman muutoksia. Sekvenssiin ja valvomonäyttöön lisättiin huoltopainikkeet molemmille sihdeille. Sihdin huoltopainiketta painettaessa bentoniittisuotimen sekvenssi ajaa kyseisen sihdin turvalliseen tilaan huoltotoimenpiteitä varten ja estää sihdinvaihdon painikkeen ollessa valittuna. Bentoniittisuotimen sekvenssin käynnistymistä ja pysähtymistä muutettiin myös automaattisemmaksi. Sekvenssi muutettiin käynnistymään, jos kone-massapumppu ja bentoniittipumppu ovat käynnissä ja pysähtymään, jos toinen tai molemmat pumpuista pysähtyy.

#### **4.10 Loppudokumentointi**

Projektin päätteeksi suoritettiin loppudokumentointi. Uusien ja muutettujen piirikaavioiden sekä kotelokuvien lopulliset, eli As-built-kuvat tallennettiin sähköiseen arkistoon ja vietiin kentällä sijaitseviin mappeihin. Suunnittelu oli onnistunut hyvin eikä asennuskuviin tullut yhtään muutosta projektin aikana. Päivitetty PI-kaavio tallennettiin myös sähköiseen arkistoon. Valmet DNA -järjestelmässä sijaitseviin toimintakuvauksiin lisättiin kuumetestauksen aikana suoritetut muutokset ja loppudokumentointi oli suoritettu.

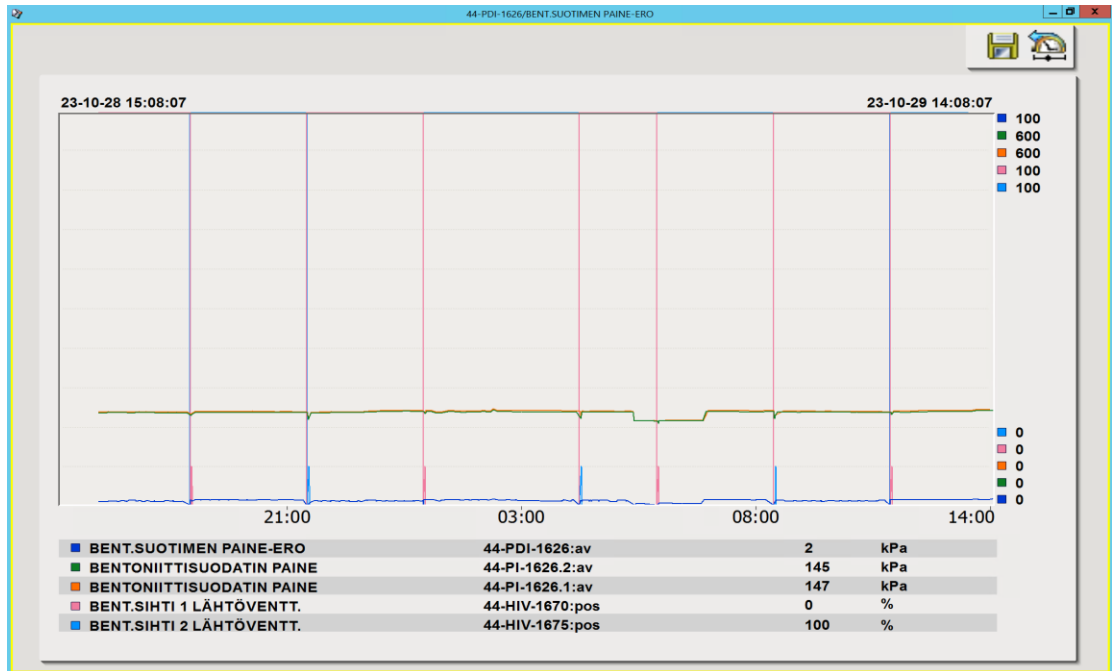
## 5 TULOKSET MODERNISOINTIPROJEKTISTA

Bentoniittisuotimen modernisointiprojekti onnistui tavoitteiden mukaisesti. Projektissa alihankintana uusittu valvomonäyttö on erittäin selkeä ja helpottaa laitteiston operointia ja valvontaa (kuva 29).



Kuva 29. Bentoniitin annostelun uusi valvomonäyttö (Hirvonen 2023)

Kuvan 29 bentoniitin annostelun uudesta valvomonäytöstä on poistettu vanhassa näytössä sijainneet retentioaineen sekä kiinnittimen annostelun laitteet ja ne on siirretty omille valvomonäyttöilleen. Kuvan oikeassa alalaidassa sijaitseva bentoniittisuodin on esitetty mahdollisimman tarkasti fyysisen laitteiston ja PI-kaavion mukaisen laitesijoittelun mukaisesti. Kuvan oikeassa yläalaidassa on bentoniittisuotimen ohjaukseen vaikuttavien parametrien asettelut ja uuden optimoidun sekvenssin näyttö. Bentoniitin annostelun valvomonäyttöön on sijoitettu kaikki laitteistossa sijaitsevat venttiilit ja mittaukset. Venttiilit ja mittaukset ovat operoitavissa ja niistä on saatavilla historiatiedot. Historiatietojen avulla laitteiston venttiilien asentoja sekä mittauksien arvoja voi tarkastella menneisyydestä, mikä helpottaa laitteiston toiminnan tutkimista mahdollisissa vikatilanteissa. Historiatietojen avulla voi myös muodostaa trendityökalun avulla trendejä toiminnan seuraamista varten (kuva 30).



Kuva 30. Trendityökalun avulla muodostettu trendinäyttö (Hirvonen 2023)

Kuvassa 30 on trendityökalulla luotu trendinäyttö bentoniittisuotimen paine-erosta ja lähtöventtiilien asennoista. Tämän trendin avulla tarkasteltiin sihdin-vaihdon aiheuttamia paineheittoja annosteluun, jotka olivat poistuneet lähes täysin lähtöventtiilien muutoksen ja uuden optimoidun sekvenssin ansiosta.

Bentoniitin annostelun valvomonäytön (kuva 29) sekvenssinäytön voi avata myös omaan operointinäyttöön (kuva 31).

Item	Status
1 AUTOMAATILLE	
2 SIHTI 2 LÄHTOV	
3 SIHTI 1 LÄHTÖV	
4 SIHTI 1 TULOV	
5 SIHTI 1 HUUHT	
6 SIHTI1 HUUHSEI	
7 SIHTI1_TULOV	
8 SIHTI 1 TAYTTO	Selected
9 TÄYTTÖ SEIS	
10 SIHTI 1 LAHTOV	
11 SIHTI 2 LAHTOV	
12 SIHTI 2 TULOV	
13 SIHTI 2 HUUHT	
14 SIHTI2 HUUSEIS	
15 SIHTI 2 TULOV	
16 SIHTI 2 TAYTTO	
17 TAYTTÖ SEIS	
18 LOPETUS	

Parameter	Status
44-HSV-1671	AUTOMAATILLE
44-HSV-1672	AUTOMAATILLE
44-HSV-1673	AUTOMAATILLE
44-HSV-1676	AUTOMAATILLE
44-HSV-1677	AUTOMAATILLE
44-HSV-1678	AUTOMAATILLE
44-HIV-1670	AUTOMAATILLE
44-HIV-1675	AUTOMAATILLE
44-PI-1679	PAINE >MIN

Kuva 31. Bentoniittisuotimen sekvenssin operointinäyttö (Hirvonen 2023)

Kuvan 31 bentoniittisuotimen sekvenssin operointinäytöstä on havaittavissa, että yksinkertaisen suotimen ohjaukseen voi tarvita yllättävän monimutkaisen sekvenssin. Sekvenssiin muodostui lopulta 18 askelta. Sekvenssin operointinäytöstä voi seurata sekvenssin kulkua, sekvenssin etenemisen ehtoja ja tarvittaessa askeltaa sekvenssiä manuaalisesti.

Operaattoreilta saatujen palautteiden mukaan modernisointi onnistui hyvin.

Alla otteita operaattoreilta saaduista palautteista:

- Uudet näytöt ovat selkeät ja helpottavat valvontaa.
- Operointi valvomoista ja kentällä sijaitsevasta valvomonäytöstä helpottavat toimintaa.
- Automaattisesti käynnistyvä sekvenssi helpottaa toimintaa.
- Uudet huoltopainikkeet todella hyvät.
- Historiasta ja trendeistä voi tutkia laitteiston toimintaa. Vaikka vikoja ei ole toistaiseksi ollut, helpottaa mahdollisten vikojen diagnosointia tulevaisuudessa.
- Uusitut valvomonäytöt ovat selkeät ja hyvät.
- Paine- ja virtausheitot kadonneet.

Modernisointiprojektin aikana käytettiin projektin etenemisen seurantaan Anjalankosken tehtailla kehitettyä Excel-pohjaista projektin muistilistaa. Muistilista on alun perin tarkoitettu suurempiin projekteihin ja nyt haluttiin selvittää, soveltuuko se myös pienprojekteihin, joissa usein ei ole varsinaista projektipäällikköä, vaan koko projektista vastaa projektinhoitaja. Muistilistassa on oma osio perustiedoille, projektipäällikölle, sähkö- ja automaatioprojektinhoitajalle ja mekaaniselle projektinhoitajalle. Tämän projektin aikana käytettiin vain sähkö- ja automaatioprojektinhoitajan osiota, joka on paikallisesti nimetty SST-muistilistaksi (liite 14).

SST-muistilista on jaettu karkeasti projektin etenemisen mukaisiin osioihin aloitus, suunnittelu, hankinnat, asennukset, käyttöönotto ja lopetus. Aloitusosion (taulukko 4) vaiheina on toteutuksen lähtökohtien varmistaminen perustamistoimet ja kustannusseuranta.

Taulukko 4. SST-muistilistan aloitusosio (Projektin muistilista s.a.)

ALOITUS			
o	Toteutuksen lähtökohtien varmistaminen	ok	
	Lähtötiedot ja reunaehdot (tekniikka, kapasiteettivaatimukset)	ok	
	Toteutuksen aikataulutavoitteet, varmistaminen (esim. seisokit)	ok	
o	Perustamistoimet järjestelmiin	ok	
	SAP-työtilaus -> tarvittaessa hankkarin teko Enersenselle	ok	Työtilaus tehty.
	Enersensen WO-numeron avaus	ok	Rikan WO avattu
	Projektikansion luonti (Projektointi\TYÖT Osastoittain)	ok	2004737038 Bentoniittisihdin siirto DNA:lle
o	Kustannusseuranta	ok	

Aloitusosion vaiheet ovat loogiset ja tulevat suoritettua luultavasti kaikissa projekteissa jo automaattisesti. Projektikansion luomisesta muistuttaminen on aiheellista. Projektikansioon tallennetaan projektien aikana valmistuneet aineistot ja niiden avulla pystyy seuraamaan hyvin projektien etenemistä sekä palaamaan tarvittaessa myöhemmin tarkastelemaan erilaisiin projekteihin tarvittuja toimenpiteitä. Kustannusseuranta tulee suorittaa koko projektin ajan, joten tämän kohdan voi kuitata vasta projektin päättyessä. Sijoitus aloitusosioon on kuitenkin hyvä muistutus kustannusseurannan tärkeydestä. Aloitusosiota seuraa taulukon 5 suunnitteluosio.

Taulukko 5. SST-muistilistan suunnitteluosio (Projektin muistilista s.a.)

SUUNNITTELU			
o	Toteutusaikataulun laatiminen, seisokkitarpeiden- ja töiden määrittely	ok	
o	Suunnittelun hankinta, laitetarjoukset	ok	
o	Teknisten ratkaisujen ja aikataulujen hyväksyttäminen tilaajalla (tuotanto)	ok	
o	Suunnittelussa mahdollisesti tulleiden muutosten vaikutus kustannusarvioon ja aikatauluun.	ok	Huuhdeluveden putkimuutoksien kustannukset -> Hyväksytyy DNA sovellussuunnittelun lisäkustannukset -> Hyväksytyy
o	Kunnossapidettävyyden suunnittelu ja varmistus	ok	Laitteistoon ei tule kunnossapidettävyyteen vaikuttavia muutoksia
	Olemassa olevan laitekannan huomioiminen laitehankinnoissa (varaosat)	ok	
o	Ennakkohuoltojen suunnittelu (toimittajan ohjeistuksen ja käytännön kokemuksen pohjalta)	ok	Ei ennakkohuoltotarvetta
o	Kilpilistat	ok	Kilvet tilattu
o	SAP:iin uusien toimintopaikkojen/laitteiden luonti	ok	Toimintopaikat luotu

Suunnitteluosion muistilista on erittäin kattava ja siitä löytyvät kaikki tässä pienprojektissa tarvittut kohdat. Osa muistilistan kohdista kuten kunnossapidon suunnittelu ja varmistus sekä ennakkohuoltojen suunnittelu ei yleensä liity pienprojekteihin, mutta niiden huomioiminen kuuluu suunnittelutoimintaan. Toimintopaikkojen ja laitteiden luonnin SAP-järjestelmään uskoisi olevan ensimmäisiä toimia suunnittelun alkaessa, mutta kuten tämänkin projektin aikana

huomattiin, unohduksia tuntuu sattuvan. Muistilistalla on tämäkin hyvin huomioitu. Suunnitteluosion jälkeen on hankinnat-osio (taulukko 6), joka kuuluu myös suunnittelutoimintaan.

Taulukko 6. SST-muistilistan hankinnat -osio (Projektin muistilista s.a.)

HANKINNAT			
o	Tarjouskyselyt (aloitus jo suunnitteluvaiheessa)	ok	
o	Komponentti- ja laitevalinnat	ok	
o	Varaosien hankinta ja/tai varmistaminen (tehdassuosituksset), varaosien osalta tarkistettava aina omat olevat varaosat sekä muilla tehtailloilla olevat, kriittisyysarvio, tilaajan edustaja päättää.	ok	Mankut OK. ON/OFF-venttiilit OK. Rajapaketit OK. Säätöventtiilit OK
o	Varaosien ilmoittaminen tarvesuunnittelijalle (nimikkeiden luonti SAP:iin)	ok	Tarvittavat varaosat löytyvät jo varastonimikkeenä
o	Hankintojen suorittaminen (osittain jo ennen suunnittelua tai sen aikana)	ok	
	Hankintaehdotusten tekeminen SAPssa työtilauksen komponenttivaliokkeelle (materiaalit) ja vaiheet-valiokkeelle (alihankinta)	ok	

Hankintaosion kohdat sopivat hyvin myös pienprojektien muistilistaksi. Varaosien hankinta ja niiden lisääminen varastonimikkeeksi on hyvä muistutus. Pienissä projekteissa on vaarana unohtaa varaosien varmistus, varsinkin jos ei käytetä jo valmiiksi varastonimikkeellä olevia laitteita.

Suunnittelutoimintojen muistilistojen jälkeen siirrytään asennuksiin ja testaukseen liittyviin asennukset- ja käyttöönotto-osioihin (taulukko 7).

Taulukko 7. SST muistilistan asennukset- ja käyttöönotto-osio (Projektin muistilista s.a.)

ASENNUKSET			
o	Kulukulupakäytännöt (Zeroni)	ok	
o	Asennusten ja työmaan vaarojen tunnistus ja riskienarviointi	ok	
o	Työturvallisuus tehtaan käytäntöjen mukaan, ohjeistus/perehdytys ja työluupa	ok	
	Tarvittavat erillisluvat (tulityö, säiliötyö, telinetyö, nostotyöt, jne.)	ok	Erillislupia ei tarvita
	Kytentäohjeet	ok	
	Työohjeet	ok	
o	Kilvet ja kyltit kentälle	ok	Kilvet asennettu
o	Työmaan loppusiivous	ok	Loppusiivous suoritettu
KÄYTTÖÖNOTTO			
o	Käyttöönottoresurssien varaus	ok	
o	Testauslistojen läpikäynti	ok	

Taulukon 7 osioiden kaikki kohdat ovat oleellisia myös pienprojektien kohdalla. Erittäin tarpeellisia muistutuksia ovat kilpien ja kylttien asennus sekä työmaan loppusiivous. Näiden kohtien osalta on havaittu usein puutteita. Varsinkin projekteissa puuttumaan jääneet kilvet ovat aiheuttaneet useamman kerran ongelmia päivittäisessä vianhakutyössä.

Asennuksien ja testausten muistilistojen jälkeen siirrytään ehkäpä tärkeimpään muistilistan osioon, eli lopetusosioon (taulukko 8).

Taulukko 8. SST muistilistan lopetusosio (Projektin muistilista s.a.)

LOPETUS		
o	As-built tiedot ja loppudokumentointi	ok
	Piirikaavioiden päivitys (ASU/kentälle/arkisto)	ok
	Kenttäkotelot (ASU/kentälle/arkisto)	ok
	DNA-muutokset (liuskat, toimintakuvaukset)	ok
	Pöytäkirjat (ASU-asiakirjat)	ok
	Turvallisuusdokumenttien varmistus ja arkistointi	ok
		Ei asiakirjoja
		Ei turvallisuus dokumentteja
o	SAP-tiedot (laittekorit, takuuajamäärityt, toimintopaikkojen/laitteiden purku)	ok
o	Varaosat toimitettu tehtaalte ja tiedot lisätty SAP:iin	ok
		Tarvittavat varaosat löytyvät jo varastonimikkeenä
o	Ennakkohuollot lisätty SAP:iin	ok
		Ei ennakkohuoltoja
o	Sovittava mitä tehdään purettaville osille	ok
		Enersense hoitaa purettavien osien hävittämisen/varaosien hyllyttämisen

Projektin lopetus on yksi tärkeimpiä projektin osioita, mutta silti siinä tapahtuu usein unohduksia. Tämänkin pienprojektin aikana huomattiin monia puutteita kenttäkoteloiden kuvissa ja DNA-kaappien IO-kehikoiden liuskoissa. Myös SAP-tietojen päivitys saattaa helposti unohtua, kun projekti on suunnittelijan ajatuksissa jo maalissa. Tämäkin muistilistan osio sopii hyvin pienprojektien läpiviemiseen.

Projektin muistilistaa käytettiin tämän projektin aloituksesta asti ja sen havaittiin sopivan hyvin myös pienprojekteihin. Muistilistasta löytyy kaikki pienprojekteissa huomioon otettavat asiat ja se tukee asioiden muistamista projektin aikana. Muistilistan merkitys nousee vielä tärkeämmäksi, jos samalla projektinohitajalla on useita samanaikaisia projekteja tai jonkin projektin toteutusaikataulu siirtyy esimerkiksi myöhempään ajankohtaan. Muistilista talletetaan projektin alussa luotavaan projektikansioon ja siitä on helppo tarkastaa jo suoritettut toimenpiteet. Muistilistan Excel-taulukon rakenne on myös todella yksinkertainen, mikä tekee sen käyttämisestä nopeaa ja vaivatonta.



## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyönä suoritetun bentoniittisuotimen modernisointiprojektin tavoitteena oli parantaa suotimen toimintaa, operoitavuutta ja toiminnan seuranta, sekä siirtää suotimen elinkaarensa päässä olevan ohjauslogiikan ohjaussovellus paperikoneen automaatiojärjestelmään. Tavoitteissa onnistuttiin hyvin ja yhteenvedon kirjoitushetkellä modernisoitu bentoniittisuodin on ollut käytössä yli vuoden, joten käytön aikaisia kokemuksia on kertynyt paljon.

Ennen modernisointia suotimen sihdinvaihdossa esiintyneet paineheitot ovat poistuneet lähes täysin uuden lähtöventtiiliratkaisun ja optimoidun sekvenssin ansiosta. Laitteiston venttiilit kuuluivat ennen modernisointia myös todella nopeasti ja alkoivat vuotamaan jo 6 kuukauden käytön jälkeen. Nyt yli vuoden käytössä olleissa venttiileissä ei ole havaittu merkittävää kulumista, joten vaihtoväli on pidentynyt huomattavasti. Sihtien huuhtelu on myös toiminut paremmin sekvenssi- ja huuhteluvesimuutosten jälkeen, eikä sihtien tukkeutumisia ole havaittu.

Ohjaussovelluksen siirto automaatiojärjestelmään tapahtui suunnitellusti ja sen avulla bentoniittisuotimen operointi ja seuranta onnistuu helposti valvomoista ja kenttäpääteiltä. Uudet valvomonäytöt ovat selkeät ja suotimen operointi niiden kautta on parantunut huomattavasti. Automaatiojärjestelmään tallennettavat historiatiedot auttavat tutkimaan laitteen toimintaa ja parantavat mahdollista vianhakua.

Projektin alkuvaiheissa muuttuneesta maailmantilanteesta johtuneet pidentyneet toimitusajat ja vähäiset konelinjan seisokit viivästyttivät asennustöitä. Työn laajuus myös yllätti ja DNA-sovelluksien suunnittelu teetettiin alihankintana. Asennukset kuitenkin valmistuivat ja modernisoitu laitteisto otettiin käyttöön alkuperäisen suunnitelman mukaisesti integraattiseisokissa. Ylimääräisten sovellussuunnittelukulujen ja huuhteluveden putkimuutoksen takia alkuperäinen budjetti ylitettiin 25 prosentilla.

Opinnäytetyön loppuraportointi viivästyi huomattavasti henkilökohtaisten haasteiden takia, mutta nyt modernisoidun laitteiston toiminnasta on paljon koke-

muksia. Paperikonelinja millä modernisoitu bentoniittisuodin sijaitsee, on pysäytetty joulukuussa 2023. Suotimesta saatujen hyvien kokemusten takia se on päätetty siirtää käymään jääneelle paperikonelinjalle. Opinnäytetyössä saatuja kokemuksia voi myös käyttää hyväksi muiden tehtaalla sijaitsevien elinkaarensa päässä olevien erillislaitteistojen ohjaussovelluksien siirroissa.

## LÄHTEET

Ciba Specialty Chemicals. 2000a. Suunnitteluohje laitehankintaa ja käyttöä varten. Word-dokumentti. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Ciba Specialty Chemicals. 2000b. Käyttöohje. Word-dokumentti. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Hirvonen, P. 2022. Ajotapapalaveri 13.4.2022. Henkilökohtaiset muistiinpanot.

Mäntyneva, M. 2016. Hallittu projekti: jäntevästä suunnittelusta menestykselliseen toteutukseen. 1. painos. Helsinki: Helsingin seudun kauppakamari. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 17.10.2023].

Projektin muistilista. s.a. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Pelin, R. 2020. Projektihallinnan käsikirja. 8. uudistettu painos. Helsinki: Projektijohtaminen Oy Risto Pelin.

Ruuska, K. 2007. Pidä projekti hallinnassa: suunnittelu, menetelmät, vuorovaikutus. 7. painos. Helsinki: Talentum.

Siemens. 2020. End of SIMATIC S5 product life cycle. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109776026/end-of-the-simatic-s5-product-life-cycle?dti=0&lc=en-FI> [viitattu 3.4.2023].

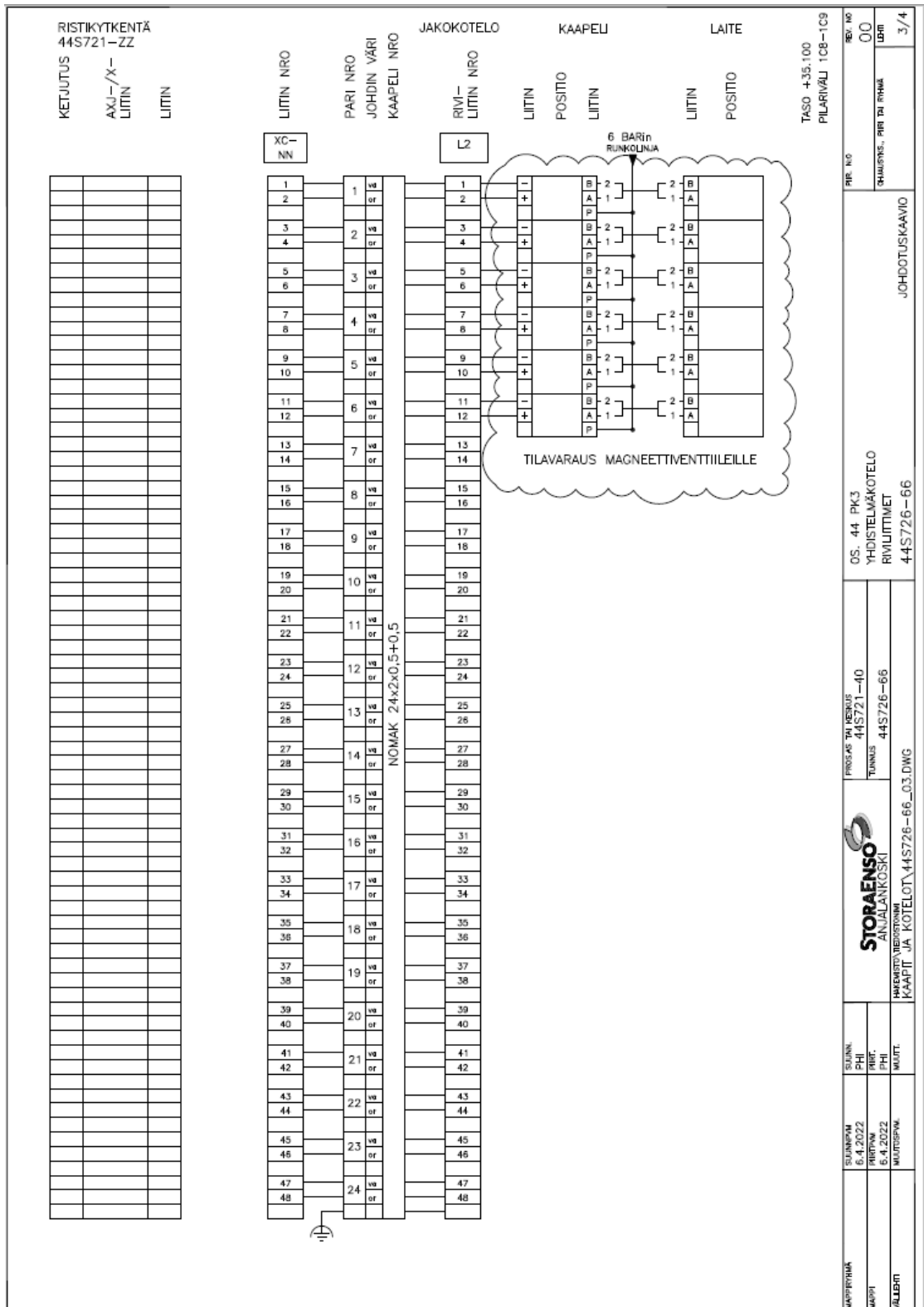
Stora Enso. 2022. Anjalan tehdas. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso/stora-enso-locations/anjalamill> [Viitattu 20.07.2022].

Suomen Automaatioseura ry. 2007. Automaatiosuunnittelun prosessimalli. E-kirja. Helsinki: Suomen Automaatioseura ry. Saatavissa: [https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1426/automaatiosuunnittelun\\_prosessimalli.pdf](https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1426/automaatiosuunnittelun_prosessimalli.pdf) [viitattu 16.10.2023].

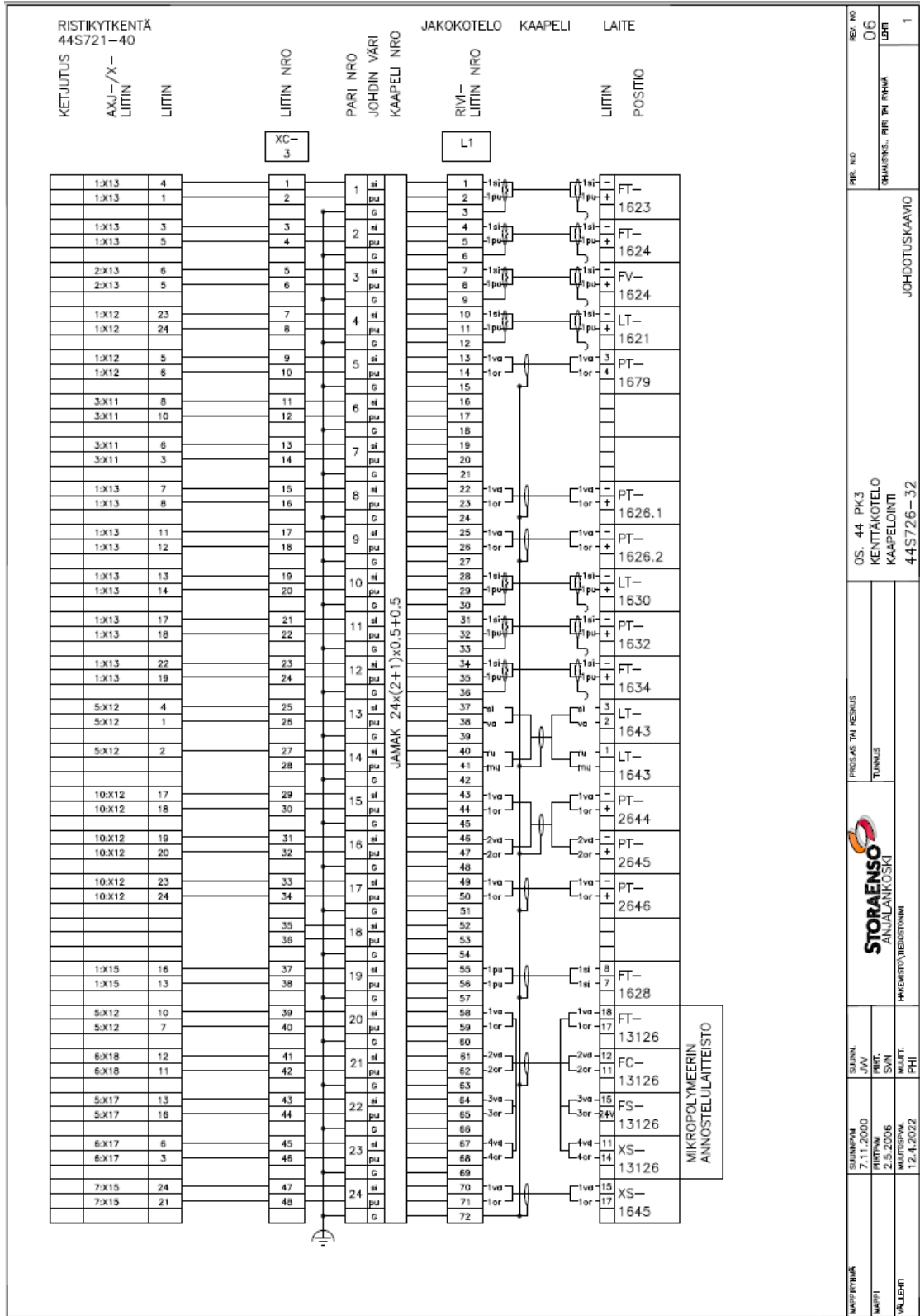
Taitotalo. 2023. KnowPap Versio 24.0. WWW-dokumentti. Saatavissa: [Know-Pap – paperitekniikan ja tehtaan automaation oppimisympäristö](#) [viitattu 20.7.2023].

Valmet. 2020. Paperikone PK3 järjestelmäkaavio. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Valmet. 2023. Lifecycle Approach. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.valmet.com/automation/distributed-control-system/life-cycle-approach/> [viitattu 20.7.2023].



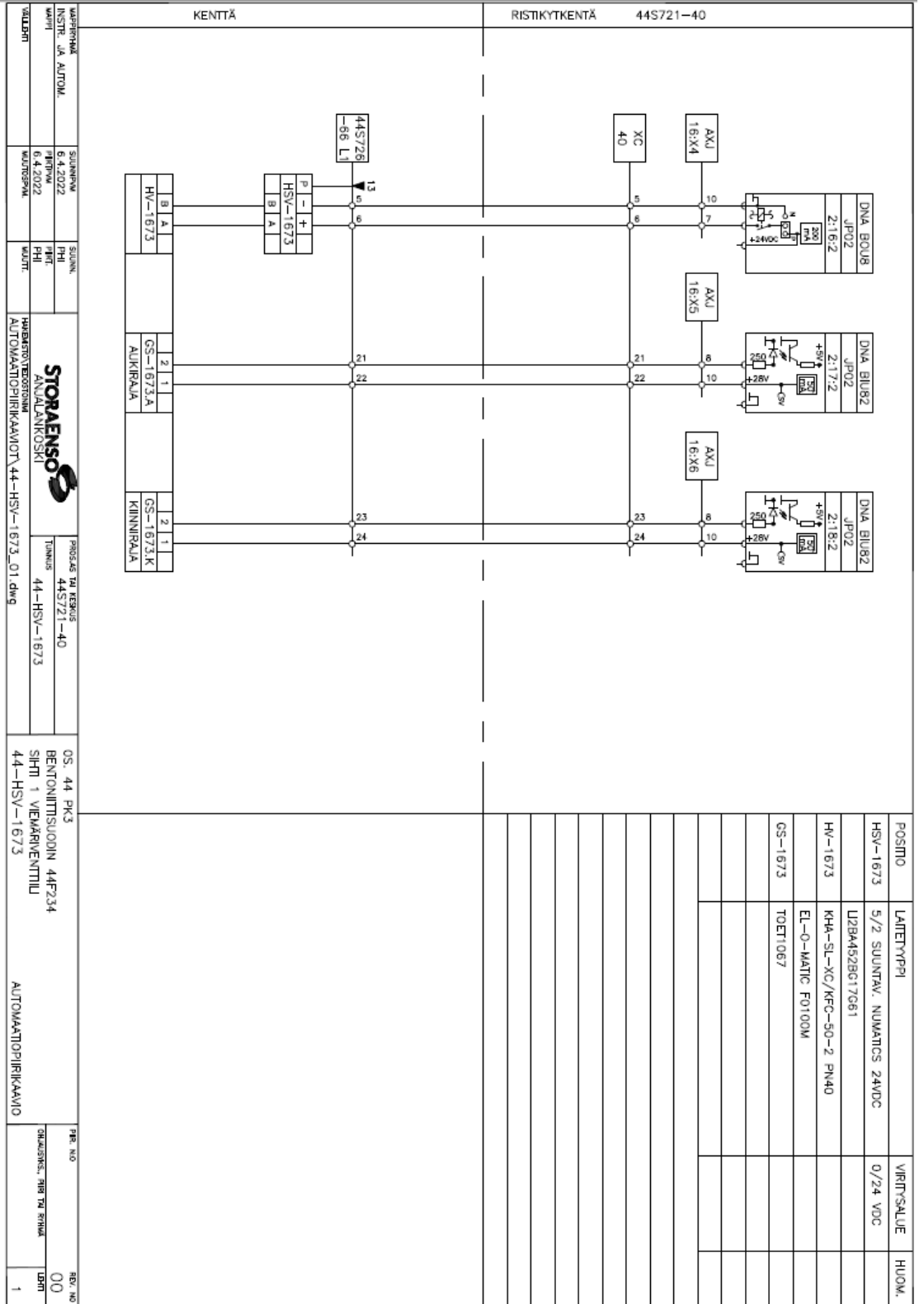




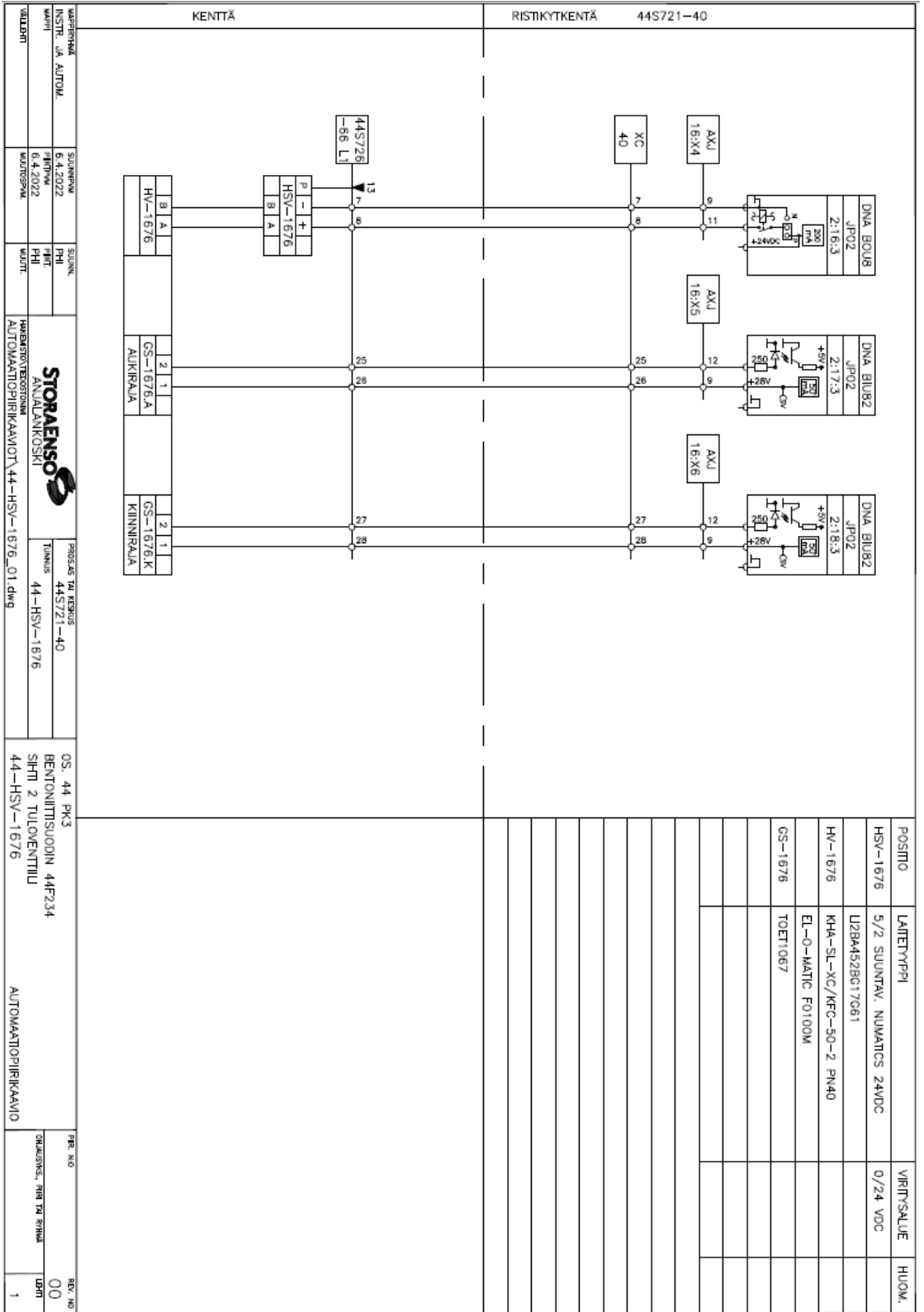


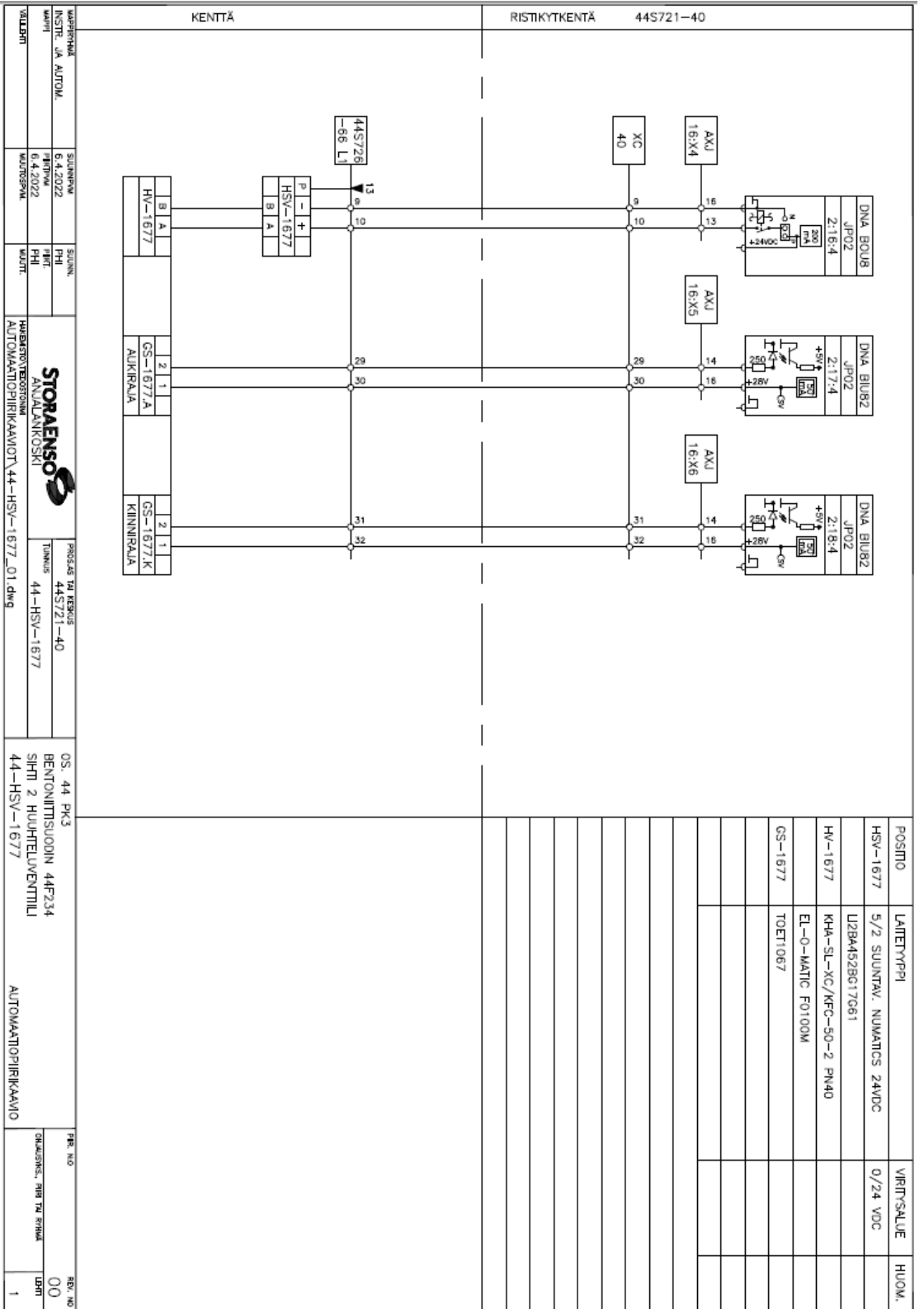




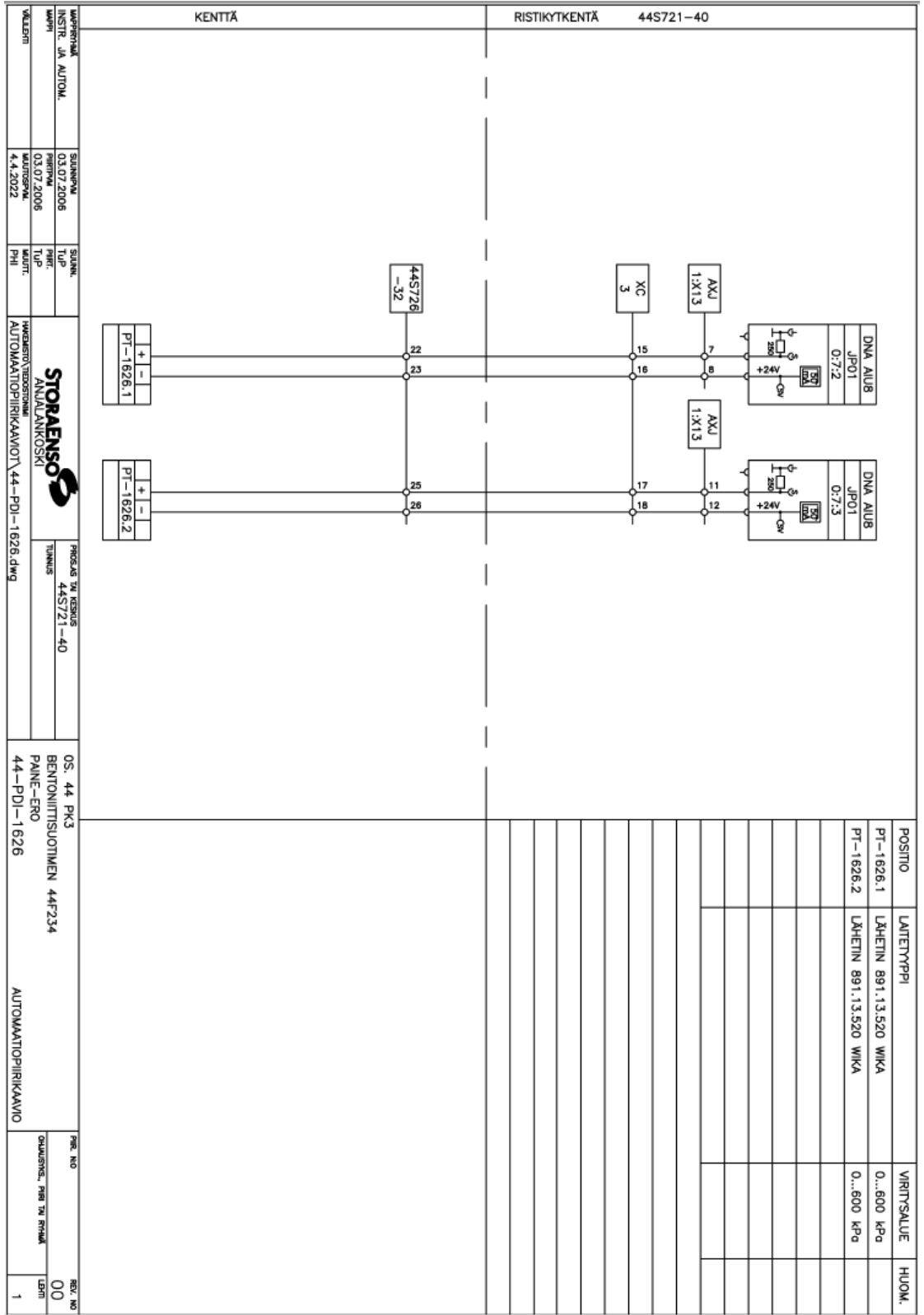


YHTEYSTIETOJA INSTR. JA AUTOM. MÄÄRIT. TÄLLÖN	SUUNTAUS 6.4.2022 6.4.2022 MUTTOSEPAL	SUUNN. PHI PHI KULTT	PROJEKTIN TITELI <b>STORAENSO</b> ANJALANKOSKI ALTOAAMATTORIRIKKAAMIO 44-HSV-1673_01.dwg	PROJEKTIN NIMI 44S721-40 44-HSV-1673	05.44 PK3 BENTONITUSUODIN 44F234 SIHTI 1 VIERASRENTTUU 44-HSV-1673	PER.NO OHJASTIN: REB TU RINNA 00 LEHTI	REK.NO 00 1
--	--	-------------------------------	--	--	---	---	-------------------

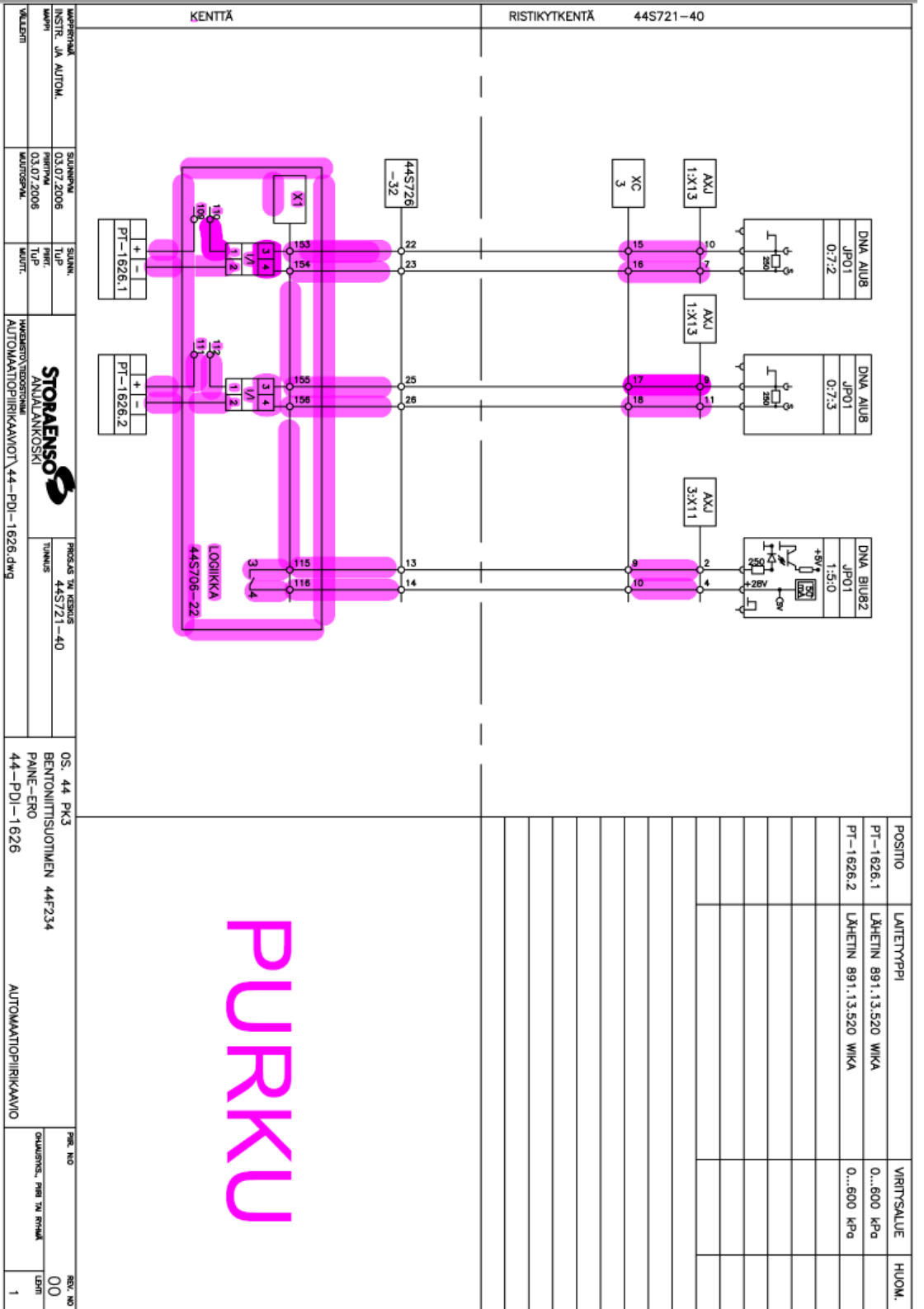








KENTÄ		RISTIKYKENTÄ 44S721-40	
AVOINNAK	SUUNNITELMA	SIUNNIT.	
INSTR. JA AUTOM.	03.07.2006	TUP	
WPH	03.07.2006	MUTT.	
VALMIST.	4.4.2022	PHI	
		PROJEKTI NIMI 44S721-40	
HÄNENKÖYDÖSSTÖNÄ AUTOMAATIOPIIRIKKAAVIO\44-PDI-1626.dwg		OS. 44 PK3 BENTONITUSJÄRJELMÄN 44F234 PAINE-ERO 44-PDI-1626	
PER. NO 00		REV. NO 00	
OIKUUSKESKUS 1		1	



MAAPERINNAK	SIUNNITUS	PROJ. ALUE	PROJ. N:o
PK3 AUTOMAATIO	30.07.1997	44S272-25	383570
MAPPI	21.01.1997	INSTRUMENTTIKESKUS	REV. NO
VALMISTAJA	14.11.2017	44S272-25	22
YKLEHTI		KYTKENTÄKAAVIO	2



PURKU

41	PE
42	L2
43	N
44	L3
45	N
46	PE
47	L1
48	N
49	PE
50	L2
51	L3
52	N

44D215-W1	KV	PE	51
MMJ 3x1,5S	M	L3	
	S	N	
FT-12490-W2	KV	PE	52
MMJ 3x1,5S	M	L1	
	S	N	
FT-12492-W2	KV	PE	53
MMJ 3x1,5S	M	L2	
	S	N	
FT-13048-W2	KV	PE	54
MMJ 3x1,5S	M	L3	
	S	N	
FT-15540-W2	KV	PE	55
MMJ 3x1,5S	M	L1	
	S	N	
FT-1628-W2	KV	PE	56
MMJ 3x1,5S	M	L2	
	S	N	
QT-1520-W2	KV	PE	57
MMJ 3x1,5S	M	L3	
	S	N	
FT-1258-W2	KV	PE	58
MMJ 3x1,5S	M	L1	
	S	N	
FT-32016-W2	KV	PE	59
MMJ 3x1,5S	M	L2	
	S	N	

51	PE
52	L3
53	N
54	PE
55	L1
56	N
57	PE
58	L2
59	N
60	PE
61	L3
62	N

FT-1601-W2	KV	PE	1
MMJ 3x1,5S	M	L1	
	S	N	
FT-1602-W2	KV	PE	2
MMJ 3x1,5S	M	L2	
	S	N	
FT-1605-W2	KV	PE	3
MMJ 3x1,5S	M	L3	
	S	N	
FT-1556-W2	KV	PE	4
MMJ 3x1,5S	M	L1	
	S	N	
QT-1291-W2	KV	PE	5
MMJ 3x1,5S	M	L2	
	S	N	
FT-1335-W2	KV	PE	6
MMJ 3x1,5S	M	L3	
	S	N	
FT-1336-W2	KV	PE	7
MMJ 3x1,5S	M	L1	
	S	N	
FT-1354-W2	KV	PE	8
MMJ 3x1,5S	M	L2	
	S	N	
44S706-21-W2	KV	PE	9
MMJ 3x1,5S	M	L3	
	S	N	
FT-1577-W2	KV	PE	10
MMJ 3x1,5S	M	L1	
	S	N	

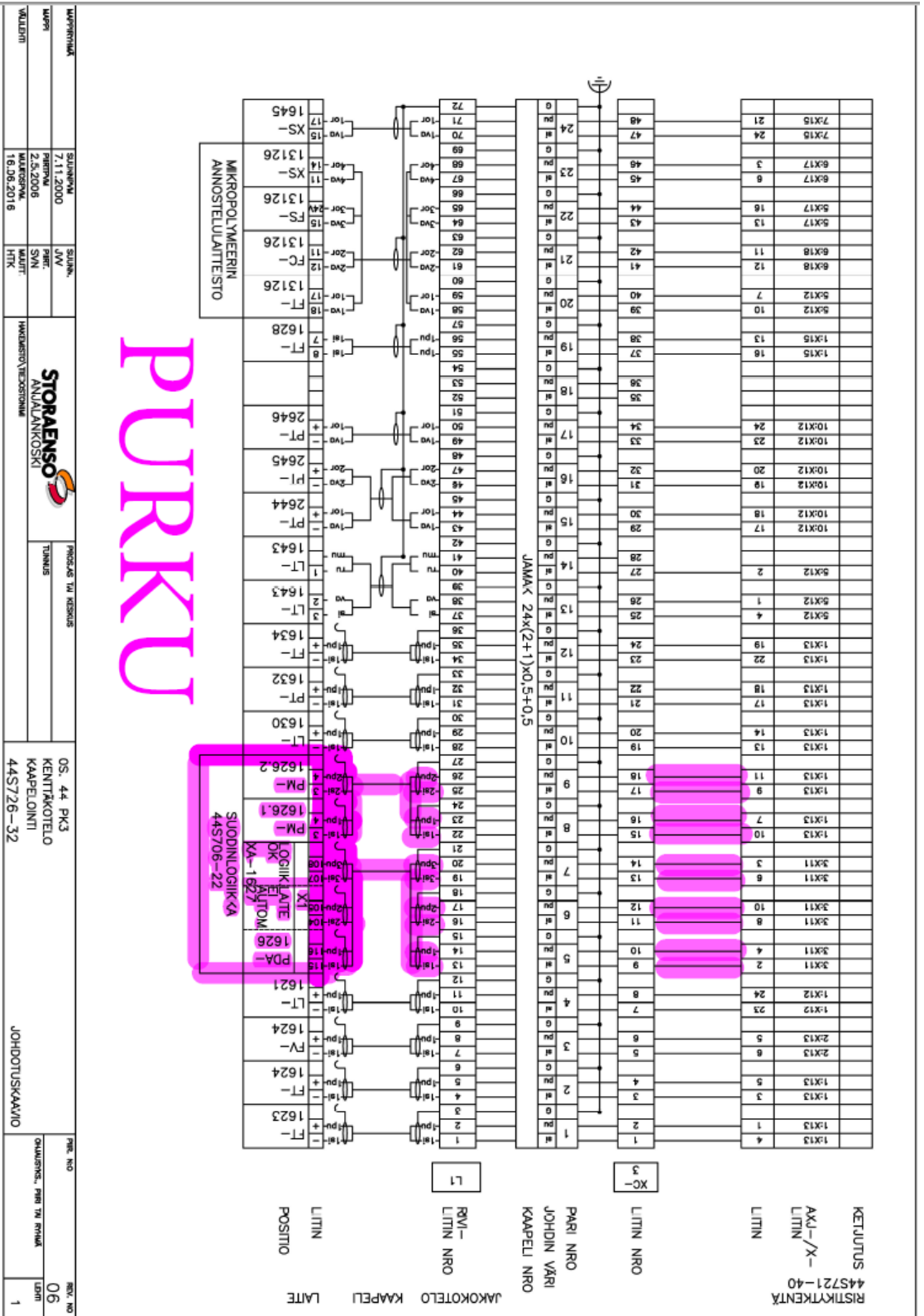
RYHMÄ			
1	PE		
2	L1		
3	N		
4	PE		
5	L2		
6	N		
7	PE		
8	L3		
9	N		
10	PE		
11	L1		
12	N		
13	PE		
14	L2		
15	N		
16	PE		
17	L3		
18	N		
19	PE		
20	L1		
21	N		

23S727-30-W3	KV	PE	31
MMJ 3x6S	M	L1	
	S	N	
QT-0119-W2	KV	PE	32
MMJ 3x1,5S	M	L2	
	S	N	
QT-0120-W2	KV	PE	33
MMJ 3x1,5S	M	L3	
	S	N	
23-QT-13810-W2	KV	PE	34
MMJ 3x1,5S	M	L1	
	S	N	
FT-2408-W2	KV	PE	35
MMJ 3x1,5S	M	L2	
	S	N	
QT-3274-W2	KV	PE	36
MMJ 3x1,5S	M	L3	
	S	N	

31	PE
32	L1
33	N
34	PE
35	L2
36	N
37	PE
38	L3
39	N
40	PE
41	L1
42	N
43	PE
44	L2
45	N
46	PE
47	L3
48	N
49	PE
50	L1
51	N
52	PE
53	L2
54	N
55	PE
56	L3
57	N
58	PE
59	L1
60	N

44S706-22-W1	KV	PE	11
MMJ 3x1,5S	M	L2	
	S	N	
FT-1623-W2	KV	PE	12
MMJ 3x1,5S	M	L3	
	S	N	
FT-1624-W2	KV	PE	13
MMJ 3x1,5S	M	L1	
	S	N	
FT-0112-W2	KV	PE	14
MMJ 3x1,5S	M	L2	
	S	N	
44S716-56-W1	KV	PE	15
MMJ 3x1,5S	M	L3	
	S	N	
44FT-1634-W2	KV	PE	16
MMJ 3x1,5S	M	L1	
	S	N	
WIC-xxx VARAUS ?	KV	PE	17
	M	L2	
	S	N	
SUJ0. F401 OHJUKOYELÖ	KV	PE	18
44S716-45-W1	M	L3	
MMJ 3x1,5S	S	N	
QT-1250-W2	M	PE	19
MMJ 3x1,5S	S	N	
FT-12065-W2	KV	PE	20
MMJ 3x1,5S	M	L2	
	S	N	

11	PE
12	L2
13	N
14	PE
15	L3
16	N
17	PE
18	L1
19	N
20	PE
21	L2
22	N
23	PE
24	L3
25	N
26	PE
27	L1
28	N
29	PE
30	L2
31	N



LAITIN  
MATERIAALI  
KÄYTTÖ  
VALMISTUS  
18.06.2016

STORAENSO  
ANILANKOSKI

OS. 44 PK3  
KENTTÄKOTILO  
KAAPPELOINTI  
44S726-32

REV. NO  
06



<b>SST muistilista</b>	SAP nro:	
SST projektinohittaja	WO nro:	
	Valmius	Lisätietoja
<b>ALOITUS</b>		
o	Toteutuksen lähtökohtien varmistaminen	
	Lähtötiedot ja reunaehdot (tekniikka, kapasiteettivaatimukset)	
	Toteutuksen aikataulutavoitteet, varmistaminen (esim. seisokit)	
o	Perustamistoimet järjestelmiin	
	SAP-työtilaus -> tarvittaessa hankkarin teko Enersenselle (>1000€)	
	Enersensen WO-numeron avaus	
	Projektitkansion luonti (ProjekointiTYÖT Osastoittain)	
o	Kustannusseuranta	
<b>SUUNNITTELU</b>		
o	Toteutusaikataulun laatiminen, seisokkitarpeiden- ja töiden määrittely	
o	Suunnittelun hankinta, laitetarjoukset	
o	Teknisten ratkaisujen ja aikataulujen hyväksyttäminen tilaajalla (tuotanto)	
o	Suunnittelussa mahdollisesti tulleiden muutosten vaikutus kustannusarvioon ja aikatauluun.	
o	Kunnossapidettävyyden suunnittelu ja varmistus	
	Olemassa olevan laitekannan huomiointi laitehankinnoissa (varaosat)	
o	Ennakkohuoltojen suunnittelu (toimittajan ohjeistuksen ja käytännön kokemuksen pohjalta)	
o	Kilpailut	
o	SAP:iin uusien toimintopaikkojen/laitteiden luonti	
<b>HANKINNAT</b>		
o	Tarjouskyselyt (aloitus jo suunnitteluvaiheessa)	
o	Komponentti- ja laitevalinnat	
o	Varaosien hankinta ja/tai varmistaminen (tehdassuosituks), varaosien osalta tarkistettava aina omat olevat varaosat sekä muilla tehtaila olevat, kriittisyysarvio, tilaajan edustaja päättää.	
o	Varaosien ilmoittaminen tarvesuunnittelijalle (nimikkeiden luonti SAP:iin)	
o	Hankintojen suorittaminen (osittain jo ennen suunnittelua tai sen aikana)	
	Hankintaehdotusten tekeminen SAPssa työtilauksen komponentti-välilehdelle (materiaalit) ja vaiheet-välilehdelle (alhankinta)	
<b>ASENNUKSET</b>		
o	Kululupakäytännöt (Zeroni)	
o	Asennusten ja työmaan vaarojen tunnistus ja riskienarviointi	
o	Työturvallisuus tehtaan käytäntöjen mukaan, ohjeistus/perehdytys ja työluupa	
	Tarvittavat erillisluvat (tulityö, säiliötyö, telinetyö, nostotyöt, jne.)	
	Kytkenohjeet	
	Työhjeet	
o	Kilvet ja kyltit kentälle	
o	Työmaan loppusiivous	
<b>KÄYTTÖÖNOTTO</b>		
o	Käyttöönottoresurssien varaus	
o	Testauslistojen läpikäynti	
<b>LOPETUS</b>		
o	As-built tiedot ja loppudokumentointi	
	Piirikaavioiden päivitys (ASU/kentälle/arkisto)	
	Kenttäkotelot (ASU/kentälle/arkisto)	
	DNA-muutokset (liuskat, toimintakuvaukset)	
	Pöytäkirjat (ASU-asiakirjat)	
	Turvallisuusdokumenttien varmistus ja arkistointi	
o	SAP-tiedot (laitekortit, takuuaikamäärittelyt, toimintopaikkojen/laitteiden purku)	
o	Varaosat toimitettu tehtaalle ja tiedot lisätty SAP:iin	
o	Ennakkohuollot lisätty SAP:iin	
o	Sovittava mitä tehdään purettaville osille	