

Servo- ja proportionaaliventtiilien määrittäminen



Insinööri opinnäytetyö

Konetekniikka

2022

Lauri Sundell

Työn tavoitteena oli kartoittaa Sappi Europe Kirkniemen paperitehtaan servo- ja proportionaaliventtiilien tilanne sekä selvittää vanhoille venttiilimalleille uudet korvaavat mallit sekä millaisia muutoksia venttiilien korvaaminen tulisi vaatimaan.

Työ suoritettiin kehitysprojektina, jota varten oli ennakkoon kerätty listaus työhön kuuluvista servo- ja proportionaaliventtiileistä sekä niiden valmistajista. Lista sisälsi kolmella paperikonelinjalla käytössä olevat servo- ja proportionaaliventtiilit sekä niiden toimintopaikat, joita kertyi yhteensä 77 erityyppistä venttiilimallia 290 toimintopaikalla. Tiedot koostettiin Excel-muotoiseen taulukkoon, mistä selviää servo- ja proportionaaliventtiilien varastonimike, venttiilimalli, varastosaldo ja valmistaja sekä toimittaja.

Listaukseen kerätyistä venttiilityypeistä tehtiin kyselyt venttiileiden valmistajille ja toimittajille selvittäen eri venttiilityyppien saatavuutta sekä korvaavia malleja jo tuotannosta lopetetuille tuotteille. Vastauksista koostetut tiedot siirrettiin Sappi Europe Kirkniemen pitkän tähtäimen suunnitelmaan, josta tietoja hyödynnetään tulevaisuudessa kunnossapito-organisaation toimesta.

The aim of this study was to examine the current situation of servo and proportional valves at the Sappi Europe Kirkniemi papermill, and to determine which models could be used to replace the old valve models and which changes were required when replacing the valves.

The study was carried out as a development project. A list of the servo and proportional valves involved in the work as well as information about their manufacturers had been compiled in advance for the purposes of this project. The list included all servo and proportional valves used in three paper machine lines and information about their locations. In total, there were 77 different types of valve models in 290 locations. This data was compiled on an Excel sheet, which provided information on the storage titles of the servo and proportional valves, the valve models, the number of units in storage, and manufacturers and suppliers.

Questionnaire surveys on the valve types compiled on the list were prepared to valve manufacturers and suppliers in an effort to examine the availability of the different valve types and models that could be used to replace products no longer in production. A summary was drawn up of the survey responses, and this was included in the long-term plan of Sappi Europe Kirkniemi to enable the maintenance organisation to utilise the information in the future.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Hydrauliteknikan perusteet	2
3	Hydrauliikkaventtiilit	3
3.1	Vastaventtiilit	4
3.2	Suuntaventtiilit.....	5
3.3	Varsinaiset suuntaventtiilit	7
3.4	Proportionaaliventtiili- ja servoventtiilit.....	8
3.5	Sähköiset ohjauselementit.....	10
4	Lähtötilanne.....	10
5	Kartoitus	11
6	Selvitys.....	13
6.1	Korvaavat venttiilimallit	16
6.2	Pitkän tähtäimen suunnitelma.....	17
7	Yhteenvedo	18
8	Loppupohdinta	19
	Lähteet.....	20

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä määritetään Kirkniemen paperitehtaan paperilinjojen 1-3 hydraulikkaventtiilit. Työssä käsitellään yleisellä tasolla mitä on hydraulikka sekä yleisimmät hydraulikkaventtiilityypit ja niiden toiminta. Tarkemmassa tarkastelussa on hydraulikkaventtiilit, jotka ovat sähköisesti ohjattuja portaattomia venttiileitä. Nämä venttiilit ovat servo- ja proportionaaliventtiileitä, jotka ovat tämän työn pääkohta.

Ensimmäisessä vaiheessa kartoitetaan kaikki käytössä olevat venttiilityypit, niiden elinkaari- ja varastotilanne. Näistä tiedoista koostetaan Excel-taulukko tarkastelua varten, mistä selvitetään kuinka paljon paperikonelinjoilla on käytössä servo- ja proportionaaliventtiileitä ja niiden venttiilityypit sekä valmistajat.

Toisessa vaiheessa kartoitetaan servo- ja proportionaaliventtiileiden saatavuus, sekä määritellään korvaavat mallit pohjautuen valmistajilta saatuihin tietoihin. Kyselyt tehtiin sähköpostitse suoraan valmistajille sekä aiemmin käytetyille toimittajille. Vastauksien pohjalta kartoitettiin paperitehtaan servo- ja proportionaaliventtiileiden saatavuutta sekä päivitystarvetta. Nämä tiedot siirretään Kirkniemen paperitehtaan pitkän tähtäimen suunnitelmaan, josta tietoja hyödynnetään tulevaisuudessa.

Kuva 1 Kirkniemen paperitehdas. Etualalla jäteveden puhdistamo ja paperivarasto, paperikonelinjat vasemmalta lukien PK3, PK2, PK1. Oikealla voimalaitos, taka-alalla liettämö ja massatehdas.

(Sappinet, 2021)



Lohjan Kirkniemessä sijaitseva paperitehdas on yksi Sappi Europen omistamista paperitehtaista. Sappi Europe kuuluu eteläafrikkalaiseen Sappi Limited -konserniin. Tehtaalla tuotetaan kolmella paperikonelinjalla korkealaatuista "Galerie"-aikakauslehtipaperia, jonka vuosituotantokapasiteetti on 750 000 tonnia ja tehtaan tuotannosta vientiin menee n. 90%. Tehtaalla raaka-aineena käytetään FSC-sertifioitua kuusta. Kirkniemessä työskentelee n. 550 henkilöä. Kuvassa 1 nähdään ilmakuva Kirkniemen paperitehtaasta. (Sappinet, 2021)

2 Hydraulitekniiikan perusteet

Vielä jokin aikaa sitten tätä alaa kutsuttiin öljyhydrauliikaksi ja pneumatiikaksi. Tätä nimitystä ei korjattu ainoastaan DIN-standardiin, vaan teollisuus on ottanut vahvasti käyttöön nimityksen hydraulitekniiikka. Aiemmin ilmestynyt nimitys öljyhydrauliikka herätti kiinnostusta

mineraaliöljyteollisuudessa, koska tämän luultiin käsittelevän putkilinjojen ongelmia. Hydrauliiikan ajateltiin olevan nesteiden virtausoppia tai tiedettä. Tosiasiassa tekniikan alueena tämä käsittelee energian siirtoa. Kun neste ei virtaa, siirto syntyy paineen avulla. (Lang, 1991, s. 23)

Hydrauliikka kuuluu fluiditekniikkaan. Osa-alueita fluiditekniikassa ovat hydrauliikka, hydrostatiikka, hydrodynamiiikka sekä pneumatiikka. (Peda.net, 2021)

Hydrostatiikassa paineensiirrossa käytetään paineenalaista nestettä, jolla järjestelmään tehdään työ paine-energian avulla. Hydrostatiikasta yleisesti käytetään lyhyempää yleisnimeä, joka on hydrauliikka. Hydrauliikassa väliaineena käytetään emulsiota, -mineraali-, -kasvi- ja synteettistä öljyä sekä vettä. (Salhydro, 2002)

Hydrodynaamisessa järjestelmässä käytetään hyväksi nesteen liike-energiaa. Paine synnytetään joko käsivoimin tai moottorikäyttöisellä pumpulla ja paineen avulla pystytään siirtämään suuria tehoja, sekä tuotetaan suuria voimia pienikokoisilla laitteilla. Hydrauliiikan selvinä etuina on komponenttien hyvä teho-paino- suhde ja joustavuus. Lisäksi nesteen ominaisuutta käytetään hydrauliikassa hyväksi, koska neste ei puristu kokoon. (Peda.net, 2021)

3 Hydrauliikkaventtiilit

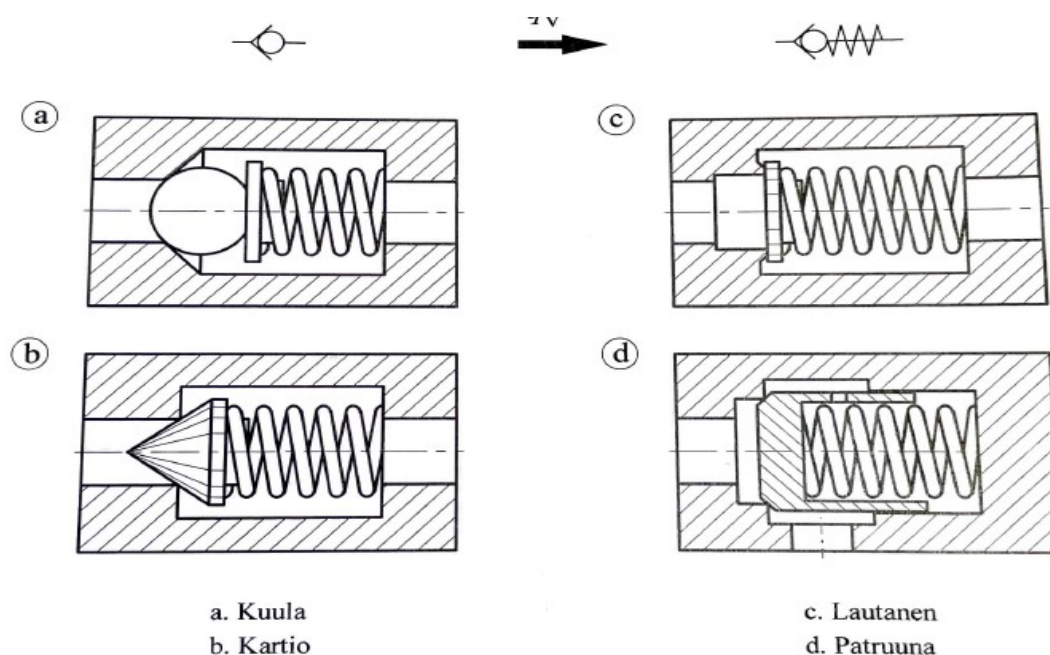
Hydrauliikkaventtiileillä säädetään tai ohjataan hydraulijärjestelmissä tilavuusvirran tai paineen suuruutta sekä ohjataan tilavuusvirran suuntaa. Toimilaitteista saataviin momentteihin ja voimiin vaikutetaan paineen säädöllä, toimilaitteiden liikenopeuksiin tilavuusvirran säädöllä ja toimilaitteiden liikesuuntiin tilavuusvirran suunnan ohjauksella. (Kauranne;Kajaste;& Vilenius, 2013, s. 224)

Hydrauliikkaventtiilit jaotellaan kolmeen tyyppiin, suunta-, virta ja paineventtiileihin. Näiden toisistaan selvästi erottavien venttiilityyppien lisäksi omat tyyppinsä muodostavat proportionaali-, servo ja patruunaventtiilit, joita jokaista voidaan käyttää edellämainituissa käyttötarkoituksissa. (Kauranne;Kajaste;& Vilenius, 2013, s. 224)

3.1 Vastaventtiilit

Vastaventtiilit ovat istukkatyyppisiä, joten niiden virtauksen estotoiminto on vuodoton. Sulkueliminä käytetään kartioita, kuulia, lautasia sekä pehmeällä tiivisteellä varustettuja kartioita. Tämän tyyppiset vastaventtiilirakenteet nähdään kuvassa 2. Tiivistyselimenä käytettäessä kuulaa on etuna matalat valmistuskustannukset. Toiminnallisena haittana on kuulan kuluminen käytön aikana, näin istukka painaa kuulaan uran ja pitempiaikainen kuluminen aiheuttaa tiivistysongelmia. Tämän lisäksi kuulaa pitää ohjata, jottei istukkaan kohdistuisi jousikuormituksen tai virtausvoimien aiheuttamia iskuja. (Lang, 1991, s. 179)

Kuva 2 Vastaventtiilirakenteita (Kauranne;Kajaste;& Vilenius, 2013, s. 231)

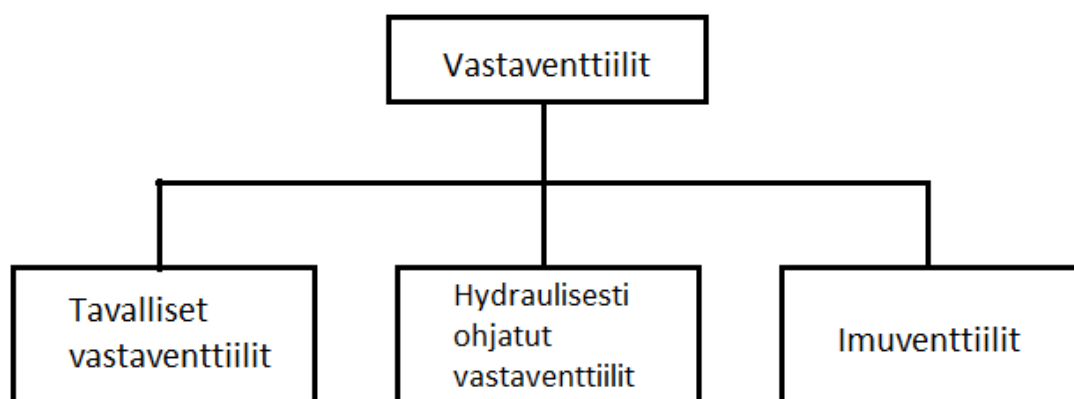


Sulkueliminä käytettäessä kartiota asettuu sen muotonsa takia aina samaan asentoon. Lyhyen käyttöajan jälkeen venttiili on täysin tiivis, kun kartio on muotoutunut. Kartiokarat ovat valmistukseltaan vaikeampia ja kalliimpia kuin kuulanmuotoisten sulkuelimien. Mutta korkean toimintavarmuutensa takia vastaventtiileissä käytetään ensisijaisesti kartioita sulkueliminä. (Lang, 1991, s. 179)

Kun virtausnopeudet ja paineet ovat alhaiset, käytetään suuntaventtiileissä pehmeillä tiivisteillä varustettuja kartioita. Näillä tiivisteille on kuitenkin suurena etuna kompensoida istukan valmistusepätkätkuudet. (Lang, 1991, s. 179)

Vastaventtiilit voidaan jakaa kolmeen ryhmään käyttökohteen mukaan, kuvan 3 mukaisesti.

Kuva 3 Vastaventtiilityypit



Hydraulisesti ohjatut vastaventtiilit toimivat päinvastaisesti kuin tavalliset vastaventtiilit. Ohjatuilla vastaventtiileillä saadan virtaus myös vastasuuntaan. Tämän tyyppisiä venttiileitä käytetään paineenalaisten piirien osien eristyksessä, kuorman putoamisen estämisessä putken rikkoutuessa sekä estetään hydraulisesti kuormitettujen toimilaitteiden ryömiminen. (Lang, 1991, s. 182)

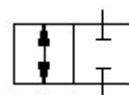
3.2 Suuntaventtiilit

Suuntaventtiileihin lukeutuvat kaikki venttiilit, joilla tehdään käynnistyksiä, pysäytyksiä sekä tilavuusvirran suunnan ohjaustoimintoja. (Lang, 1991, s. 189) Yksinkertaiset ohjaustehtävät, kuten virtauksen salliminen yhteen suuntaan tai virtauksen estäminen kokonaan, voidaan toteuttaa vasta- ja sulkuventtiilein. Varsinaisia suuntaventtiileitä eli kaksi- ja monitieventtiileitä taas tarvitaan silloin kun, ohjaustehtävät ja kytkennät ovat monimutkaisempia. (Kauranne;Kajaste;& Vilenius, 2013, s. 229)

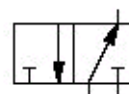
Käytettävät nimitykset suuntaventtiileistä viittaavat liitäntäaukkojen sekä toiminta-asentojen lukumäärään, poislukien ohjausaukot. Venttiilimallia, jossa on kaksi liitäntäaukkoa sekä kaksi luistinasentoa, kutsutaan 2/2-suuntaventtiiliksi ja puolestaan suuntaventtiiliä, jossa neljä liitäntäaukkoa ja kolme toiminta-asentoa kutsutaan 4/3-suuntaventtiiliksi. (Lang, 1991, s. 189) Kuvassa 4 nähdään tyypillisimmät suuntaventtiilinimitykset.

Kuva 4 Suuntaventtiilien piirrosmerkit. (Metropolia, 2021)

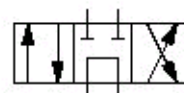
– 2/2 directional control valve



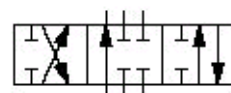
– 3/2 directional control valve



– 4/3 directional control valve



– 6/3 directional control valve



Seuraavien kriteerien mukaan voidaan päätellä suuntaventtiilien teho sekä laatu. Näitä ovat dynaaminen -ja staattinen tehoraja, virtausvastus ja kytkentäaika.

Dynaamisen tehorajan suuntaventtiilille antaa käyttöpaineen ja tilavuusvirran riippuvuus. Jousen puoleinen, ohjauksen puoleinen tai magneetin tehoraja eroaa toisistaan. Venttiilin luistintyyppistä riippuen, jokin näistä kolmesta parametrasta määrää tehorajan. Ohjausvoiman täytyy olla suurempi kuin jousivoiman ja venttiilissä oleva aksiaalivoiman, kun taas luistin palautuessa täytyy jousivoiman yksistään olla suurempi kuin aksiaalivoiman. Aksiaalivoimat jotka vaikuttavat suuntaventtiileissä eivät ole yhtä suuria saman nimelliskoon luistinvariaatioilla. Aksiaalivoiman mukaan määräytyy dynaaminen tehoraja, mikä antaa tilavuusvirran suuruuden tietyllä painella. (Lang, 1991, s. 191)

Staattinen tehoraja suuntaventtiileissä riippuu suuresti käyttöpaineen vaikutusajasta. Paineen, ajan ja muiden tekijöiden esimerkiksi lian vaikuttaessa muodostuu rungon ja luistin väliin tartuntavoima, joka vaikuttaa luistin liikettä vastaan. Jos venttiiliä liikutetaan usein, ei juuri havaita tartuntavoimaa. Vasta pidempi seisonta-aika korkealla paineella aiheuttaa luistien jumiutumista. Vaikutus havaitaan erityisen selvästi suoraanohjatuissa venttiileissä, koska vain niissä ovat pienet ohjausvoimat mahdollisia. (Lang, 1991, s. 191)

Suuntaventtiilit jaotellaan kolmeen rakennetyyppiin; luistiventtiili, istukkaventtiili ja tasoluistiventtiili. Nämä venttiilityypit eroavat toisistaan konstruktioltaan sekä toiminnaltaan. (Lang, 1991, s. 192)

3.3 Varsinaiset suuntaventtiilit

Hydraulijärjestelmässä, jossa vaadittavien toimintojen toteuttaminen vaatii useamman erilaisen kytkennän suorittamista, ainoastaan vasta- ja sulkuventtiilein tulee toteutetusta ohjausjärjestelmästä sekava sekä venttiilimäärältään suuri. Sen välttämiseksi ohjausominaisuuksiltaan monipuolisempia komponentteja tarvitaan eli varsinaisia suuntaventtiileitä. Niillä voidaan vain yhtä komponenttia käyttämällä hallita esimerkiksi toimilaitteen pysäytyksiä ja liikesuuntia. (Kauranne;Kajaste;& Vilenius, 2013, s. 236)

Suuntaventtiileitä on luisti- sekä istukkarakenteisia. Luistirakenteiset ovat toteutettu lähes kaikki aksiaalisuunnassa liikkuvalla sylinterimäisellä luistilla. Muun tyyppiset luistit ovat melko harvinaisia niihin liittyvien tasapaino-, tiivistys ja ohjausongelmien takia. Esimerkkinä kiertyväluistisen 3/3-venttiilin ongelmina on painetasapainon puuttuminen sekä kiertoliikettä vaativa käyttötapa, joka soveltuu enemmän käsikäyttöön. Kun taas aksiaalisuunnassa liikkuva luisti soveltuu sähkö-, paine-, lihas- sekä mekaaniseen ohjaukseen, toisin sanoen kaikkiin hydrauliiikassa käytettäviin ohjaustapoihin. (Kauranne;Kajaste;& Vilenius, 2013, s. 237)

Suoraanohjatussa luistityyppisessä suuntaventtiilissä luistia ohjataan suoraan pneumatikka-/hydraulisynterinin, magneetin tai mekaanisen laitteen avulla ilman vahvistusta. Kun taas esiohjatut luistityyppiset suuntaventtiilit ovat yleensä suoraan sähköohjattuja. Niissä venttiili vahvistaa

hydraulisesti ohjaussignaalin, jolla ohjataan pääluistia. Esiohjattuja suuntaventtiileitä käytetään suuremmissa hydraulisten tehojen ohjauksissa. (Lang, 1991, ss. 194-197)

Suoraanohjatussa istukkatyyppisessä suuntaventtiilissä vaikutetaan suoraan ohjauseliimiin mekaanisilla laitteilla. Toiminta-asentojen määrä istukkatyyppisillä suuntaventtiileillä on kuitenkin rajoittuneempi kuin luistiventtiileillä. (Lang, 1991, ss. 203-204.) Istukkarakenteisten suuntaventtiileiden etuna on vuodottomuus, mutta ongelmana on hydraulisen tasapainon puuttumisen suuri ohjausvoiman tarve. (Kauranne;Kajaste;& Vilenius, 2013, s. 237)

3.4 Proportionaaliventtiili- ja servoventtiilit

Proportionaali- ja servoventtiileillä toteutetaan samat toiminnot kuin aiemmin esitetyissä venttiilityypeissä eli tilavuusvirran määrän ja suunnan ohjaukset, sekä järjestelmän paineohjaukset. Proportionaali- ja servoventtiilien ohjaustapa eroaa kuitenkin huomattavasti tavallisista suunta- ja vastaventtiileistä, sillä käytössä on portaaton ohjaus ja aiemmin mainituilla venttiilityypeillä ohjaus on kerta-asetteista tai portaallinen ON/OFF-tyyppinen joko kahden tai useamman tilan välinen. (Kauranne;Kajaste;& Vilenius, 2013, s. 327)

Kuva 5 Bosch Rexrothin proportionaaliventtiili integroidulla ohjauselektroniikalla. (Bosch Rexroth, 2019)



Toimintaperiaateltaan proportionaali- ja servoventtiilit ovat jatkuvatoimisiavahvistimia, joihin tuleva ohjaussignaali vahvistetaan ja muunnetaan hydrauliseksi lähtösignaaliksi. Jatkuvatoimivuus tarkoittaa, että lähtösignaali seuraa jatkuvasti tulosignaalia portaattomasti. Venttiileitä pystytään ohjaamaan kaikilla yleisesti käytettävillä tavoilla, eli ohjaussignaali voi olla sähköinen, mekaaninen, pneumaattinen, hydraulinen tai lihasohjauksella tuotettu. Venttiileiltä saatavat vahvistetut lähtösignaalit ovat joko tilavuusvirta tai paine. (Kauranne;Kajaste;& Vilenius, 2013, s. 327)

Kuva 6 Moog 62-sarjan servoventtiili. (Moog, 2021)



Proportionaalitekniikka terminä tarkoittaa yleisesti kaikkia jatkuvatoimisia laitteita, joiden vahvistettu lähtösignaali tietyssä suhteessa riippuu tulosignaalista. Hydraulitekniikassa kuitenkin tarkoitetaan vain varsinaisia proportionaaliventtiileitä sekä laitteistoja ja järjestelmiä, joissa tämän tyyppisiä venttiileitä käytetään. Kun taas servotekniikka termillä tarkoitetaan laitteita, jotka ovat jatkuvatoimisia, sekä joissa on tulo- ja lähtösignaalien välisen proportionaalisuuden lisäksi tulosignaalin jatkuva valvonta ja vertailu tulosignaaliin eli takaisinkytkentä. Sen tehtävä on varmistaa, että mahdollisista häiriötekijöistä huolimatta lähtösignaali pysyy tulosignaalin osoittamassa arvossa. (Kauranne;Kajaste;& Vilenius, 2013, s. 327) Kuvissa 5 ja 6 nähdään esimerkkejä käytettävistä proportionaali- ja servoventtiileistä.

3.5 Sähköiset ohjauselementit

Ohjauselektronikan tuottama sähköinen käskyarvo on venttiileiden toimintatavan vuoksi muunnettava joko liikkeeksi tai voimaksi, jonka avulla voidaan hallita venttiilin karaa sekä venttiilin lähtösignaalia eli joko tilavuusvirtaa tai painetta. Sähköisten käskyarvojen muuntaminen mekaaniseksi tapahtuu sähkömekaanisilla muuntimilla, joita hydrauliventtiileissä käytetään yleisimmin joko vääntöliikettä tuottavia vääntömoottoreita tai lineaariliikettä tuottavia lineaarimoottoreita. (Kauranne;Kajaste;& Vilenius, 2013, s. 331)

Lähes poikkeuksetta lineaarimoottoreita käytetään sähkömekaanisena muuntimena proportionaaliventtiileissä, kun taas servoventtiileissä voi olla joko lineaari- tai vääntömoottori muuntimena. (Kauranne;Kajaste;& Vilenius, 2013, s. 332)

Hydrauliventtiileissä yleisin käytettävä lineaarimoottorityyppi on virtaohjattu tasavirtamagneetti, josta käytetään nimitystä proportionaalimagneetti. Tasavirtamagneetti muuntaa syötetyn käskyarvon mekaaniseksi lineaariliikkeeksi ja samalla tuottaa voiman, jonka suuruus riippuu annetusta ohjausvirrasta. (Kauranne;Kajaste;& Vilenius, 2013, s. 332)

Servoventtiileissä muunnetaan vääntömoottoreilla sähköinen käskyarvo mekaaniseksi, mutta myös muita sähkömekaanisia muunninrakenteita käytetään, kuten proportionaalimagneettien kaltaisia lineaarimoottoreita ja askelmoottoreita. Vääntömoottorit ovat virtaohjattuja kestromagneettimoottoreita ja ne tuottavat syötettyyn ohjausvirtaan nähden proportionaalisen momentin. Vääntömoottorit ovat nestetilasta eristettyjä, toisin kuin proportionaalimagneetit. (Kauranne;Kajaste;& Vilenius, 2013, s. 334)

4 Lähtötilanne

Kirkniemen paperitehtaan kunnossapito-organisaatio oli tunnistanut kehitystarpeen tehtaan servo- ja proportionaaliventtiileiden laitekannan kartoituksesta, joka sisälsi laitekannan tiedonkeruun ja selvityksen käytössä olevien venttiilityyppien saatavuudesta ja huollettavuudesta. Yhteisenä tavoitteena oli laitekannan kartoittaminen, jonka avulla nähtäisiin venttiilityyppien päivitystarve.

Taustamateriaaliksi insinööriyölle koostettiin työhön kuuluvista servo- ja proportionaaliventtiileistä lista, josta kävi ilmi kunkin venttiilityypin position kuvaus ja itse venttiilityyppi.

Työn lähtötilanteena oli tehdä ensin selvitys Kirkniemen paperitehtaan paperilinjailla käytettävistä servo- ja proportionaaliventtiileistä, joiden tiedot sekä positiot löytyivät tehtaan toiminnanohjausjärjestelmästä. Työn kartoitusta rajattiin pitämään sisällä vain paperikonelinjojen servo- ja proportionaaliventtiilien tilanne johtuen niiden välittömästä vaikutuksesta paperintuotantoon. Selvityksestä jätettiin pois massaosaston sekä voimalaitoksen servo- ja proportionaaliventtiilit perustuen näiden laitosten vähemmän kriittisempään tarpeeseen, joka vaikuttaa tuotantoon suuremmalla viiveellä. Näistä tiedoista laadittiin Excel-taulukko, josta havainnollistettiin jokainen venttiilityyppi sekä valmistaja ja toimittaja.

5 Kartoitus

Kartoituksen tarkoituksena oli selvittää tämänhetkinen paperikonelinjoilla käytettävien servo- ja proportionaaliventtiilien määrä, sekä selvittää Kirkniemen paperitehtaan keskusvaraston varastotilanne ja kulutushistoria.

Kartoituksen ensimmäisessä vaiheessa käytiin läpi Kirkniemen paperitehtaan toiminnanohjausjärjestelmässä olevat servo- ja proportionaaliventtiilit, jotka ovat käytössä paperikonelinjoilla. Tiedonkeruun pohjalta luotiin Excel-taulukko nimikkeen, nimityksen, valmistajan sekä toimittajan mukaan, jotka nähdään kuvassa 7. Taulukkoon rajattiin venttiilityypit, joiden toimintopaikkana oli paperikonelinjat tai venttiilityypit joita käytetään paperikonelinjojen lisäksi muualla tehtaalla. Venttiilit joiden toimintopaikkana oli vain massaosasto tai voimalaitos, sekä venttiilityypit joilla ei ole suoranaista toimintopaikkaa eikä kulutushistoriaa viimeisen kahden vuoden ajalta otettiin pois kartoituksesta.

Kuva 7 Toiminnanohjausjärjestelmän pohjalta luotua taulukkoa proportionaaliventtiileistä.

Nimike	Nimitys	Varasto	Määrä	Valmistaja	Toimittaja
231655	Proportionaaliventtiili STW0195> PROFIBU	V001	3	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
6864	Proportionaaliventtiili KBFDG5V-5-33C80N	V001	2	VICKERS	PMC Hydraulics Oy
8126161	Proportionaaliventtiili 4WRKE 10 R100P-3	V001	1	BOSCH REXROTH	Räihä Hydraulics
8145281	Proportionaaliventtiili STW0195> CANBUS	V007	1	BOSCH REXROTH	ProTest

Kartoituksessa huomattiin, että viisi (5) erityyppistä proportionaaliventtiiliä, sekä kaksi (2) servoventtiiliä oli varastossa saldolla nolla. Nämä venttiilit nousivat kartoituksessa päällimmäiseksi selvityskohteeksi. Proportionaaliventtiilit joiden varastosaldo oli nolla nähdään kuvassa 8.

Kuva 8 Kartoitus proportionaaliventtiileistä, joiden varastosaldo oli nolla.

Venttiilit joita ei varastossa					
Nimike	Nimitys	Varasto	Määrä	Toimintopaikka	Toimintopaikan nimitys
6871	PROPORTIONAALIVENTTIILI KFTG4V-5-2B70N>	V001	0	LOH_09H0106HV	PURISTINASEMA, PURISTUS/SIVUSIIRTO
				LOH_09H0107HV	PURISTINASEMA, KÄÄNTÖ
				LOH_58700-GSV3	PROPOVENTT. PURISTINL. 1 SIVUSIIR. NOP.
				LOH_58700-GSV4	PROPOVENTT. PURISTINL. 2 SIVUSIIR. NOP.
				LOH/BH0001	TANKOPURK. 2 HYDRAULINEN KÄYTTÖ
6874	PROPORTIONAALIVENTTIILI D691Z2049G-4	V007	0	LOH_52113-PCM1	NIPPI 1 HP KUORMITUSPAINE MOOG-V.
				LOH_52114-PCM1	NIPPI 1 KP KUORMITUSPAINE MOOG-V.
				LOH_52313-PCM1	NIPPI 2 HP KUORM.PAINE MOOG-V.
				LOH_52314-PCM1	NIPPI 2 KP KUORM.PAINE MOOG-V.
6906	PROPORTIONAALIVENTTIILI KTG1-5A-2S-V>	V001	0	LOH/BH0007	HYDR. KONEIKKO
165034	PROPORTIONAALIVENTTIILI 0811402083 BOSCH	V001	0	LOH_04H0031HVT	RULLAUSHAARUKKA HYDR.VENTTIILITELINE 1
				LOH_04H0032HVT	RULLAUSHAARUKKA HYDR.VENTTIILITELINE 2
				LOH_04H0156HV	PK1 POPE TAMPUURIN KEVENNYS
				LOH_04H0159HV	LUKITUSLEUAT KUORMITUSPAINEEN OHJAUS
				LOH_05H0068HVT	PK2 PPK POPEN HYDR.VENTTIILIKOTELO
				LOH_48060-PMC1	LUKITUSLEUAT KUOR.PAINEOHJ.PROPO.VENTTII
				LOH_48060-PMC2	VAIHTOHAAR. KEVEN.PAINEOHJ.PROPO.VENTTII
				LOH_48060-PMC403	RULL.HAARUK.KUORM.PAINEOHJ.HP.PROPO.VENT
				LOH_48060-PMC404	RULL.HAARUK.KUORM.PAINEOHJ.KP.PROPO.VENT
				LOH_65955-PCM1	PPK3 PAINOLAITE KUORMITUS PROPOVENTT.
				LOH_PV1-625910	PPK2 KR toisiohaarukoiden kuormitus
				LOH_PV2-625910	PPK2 KR toisiohaarukoiden kuormitus
8140971	Proportionaaliventtiili STW0195> CANBUS	V007	0	LOH_56130.01GSV1	PL31 RULLAUSASEMA 1 KEVENNYS JB22
				LOH_56130.02GSV1	PL31 RULLAUSASEMA 2 KEVENNYS JB24
				LOH_56130.03GSV1	PL31 RULLAUSASEMA 3 KEVENNYS JB22
				LOH_56130.04GSV1	PL31 RULLAUSASEMA 4 KEVENNYS JB24
				LOH_56130.05GSV1	PL31 RULLAUSASEMA 5 KEVENNYS JB22
				LOH_56130.06GSV1	PL31 RULLAUSASEMA 6 KEVENNYS JB24
				LOH_56130.07GSV1	PL31 RULLAUSASEMA 7 KEVENNYS JB26
				LOH_56130.08GSV1	PL31 RULLAUSASEMA 8 KEVENNYS JB28
				LOH_56130.09GSV1	PL31 RULLAUSASEMA 9 KEVENNYS JB26
				LOH_56130.10GSV1	PL31 RULLAUSASEMA 10 KEVENNYS JB28
				LOH_56130.11GSV1	PL31 RULLAUSASEMA 11 KEVENNYS JB26
				LOH_56130.12GSV1	PL31 RULLAUSASEMA 12 KEVENNYS JB28

Toiminnanohjausjärjestelmän tiedonkeruun pohjalta koostettu Excel-taulukko, joka määriteltiin venttiilien varastonimikkeen, tyypin, toimintopaikan, varastomäärän sekä valmistajan ja toimittajan mukaan. Toiminnanohjausjärjestelmän kartoituksesta ja venttiilien rajauksista määrällinen tulos oli proportionaaliventtiilien osalta 43 erityyppistä venttiiliä 218 toimintopaikalla. Servoventtiilien määrä oli neljä (4) erityyppistä venttiiliä 72 toimintopaikalla.

6 Selvitys

Tarkemmassa selvityksessä käytettiin hyväksi toiminnanohjausjärjestelmän pohjalta tehtyä Excel- taulukkoa. Taulukossa selvitettyissä venttiilien tiedoista saatiin tämänhetkiset venttiilimallit sekä niiden valmistajat. Näiden tietojen pohjalta aloitettiin kysely suoraan valmistajilta sekä vanhojen ostotilaushistorien pohjalta myös viimeisimpien päivityksien tehneiltä toimittajilta.

Kyselyt venttiileistä tehtiin valmistajille ja toimittajille sähköpostitse. Sähköposteissa tiedusteltiin tarkempia selvityksiä venttiileiden saatavuudesta. Lisäksi toimittajilta ja valmistajilta kysyttiin onko venttiileistä malleja, jotka ovat huollettavissa sekä onko jokin venttiilimalleista korvautunut uudella mallilla. Mitkä olisivat korvaavat mallit tuotannosta jo loppuneille venttiilimalleille, sekä millaisia muutoksia uudenmalliset venttiilit tarvitsevat vai ovatko mahdollisesti yhteensopivia vanhentuneiden venttiilimallien kanssa. Samalla korvattavista venttiilimalleista kysyttiin tarjoukset. Tarjouksien kysynnällä on tarkoituksena selvittää tulevaisuutta varten venttiileiden uusintatarvetta varten budjetti.

Tällä hetkellä Sappi Kirkniemen paperikonelinjalla käytettyjen servo- ja proportionaaliventtiileiden valmistajia ovat Bosch Rexroth, Vickers, Herion ja Moog. Näistä venttiileistä tehtiin kyselyt valmistajille ja toimittajille jotka Auser, PMC Hydraulics, ProTest Engineering ja Bosch Rexroth. Kyselyt lähetettiin 20.12.2021. Kuvissa 9-14 nähdään Kirkniemen keskusvaraston varastotilanne proportionaali- ja servoventtiileiden osalta.

Kyselyiden vastauksista ilmeni päällimmäisenä se, että paperikonelinjoilla käytössä olevien Moog proportionaaliventtiileiden tuotanto on lopetettu. Moog proportionaaliventtiileiden huolto ei ole kannattavaa korkean huoltohinnan takia, lisäksi huoltaminen ei pidennä venttiilien elinikää. Moog proportionaaliventtiilien varastotilanne Kirkniemen paperitehtaan keskusvarastolla tällä hetkellä on vielä kohtuullisen hyvä, kuudesta (6) proportionaaliventtilistä viisi (5) on saatavilla 1-3 kappaletta uutta venttiiliä mallista riippuen ja yhden (1) venttiilimallin varastosaldo on nolla (0). Moogien osalta kyselystä selvisi, että nämä olisi paras korvata uusilla Bosch Rexrothin proportionaaliventtiileillä. Tästä lähetettiin kysely Bosch Rexrothille sekä pyydettiin tarjous uusista venttiileistä.

Kuva 9 Moog proportionaaliventtiilien varastotilanne.

Nimike	Nimitys	Varasto	Määrä	Valmistaja
6878	PROPORTIONAALIVENTTIILI D635 Z650	V007	3	MOOG
6879	PROPORTIONAALIVENTTIILI D691 E2085Q30FB>	V007	2	MOOG
6891	PROPORTIONAALIVENTTIILI D656 Z 038 D80>	V001	2	MOOG
6894	PROPORTIONAALIVENTTIILI D691 E2086/Z2086	V007	1	MOOG
6874	PROPORTIONAALIVENTTIILI D691Z2049G-4	V007	0	MOOG
6880	PROPORTIONAALIVENTTIILI D691 E2084Q60FU>	V007	3	MOOG

Herionin proportionaaliventtiileitä paperikonelinjoilla on käytössä kaksi (2) erityyppistä venttiiliä, joita molempia on keskusvarastolla saldoilla yksi (1) ja kaksi (2) kappaletta. Auserilta saadun vastauksen mukaan molemmat venttiilimallit ovat tuotannosta lopetettuja. Tosin venttiilimallia 4088110.7040 on vielä saatavilla.

Kuva 10 Herion proportionaaliventtiilien varastotilanne.

Nimike	Nimitys	Varasto	Määrä	Valmistaja
6981	Proportionaaliventtiili VP2310BD461MB200	V001	2	HERION
7014	PROPORTIONAALIVENTTIILI 4088110.7040	V001	1	HERION

Vickersin servo- ja proportionaaliventtiileiden saatavuutta kysyttiin PMC Hydraulicsilta. Vickers servoventtiileitä on paperikonelinjoilla käytössä vain yhtä (1) mallia ja sen varastosaldo keskusvarastolla on kaksi (2) kappaletta. Proportionaaliventtiileitä on käytössä kuusitoista (16) erityyppistä venttiiliä ja varastossa kaksi (2) eri venttiiliä on saldolla nolla (0). Paperikonelinjoilla käytettävien Vickersin servo- ja proportionaaliventtiileiden saatavuudesta ei saanut tietoa, mutta uudenmallisista venttiileistä tuli tarjous.

Kuva 11 Vickers servoventtiilin varastotilanne.

Nimike	Nimitys	Varasto	Määrä	Valmistaja
6905	SERVOVENTTIILI KXCG-6W-160-Z-M-U-H1-10	V001	2	VICKERS

Kuva 12 Vickers proportionaaliventtiilien varastotilanne.

Nimike	Nimitys	Varasto	Määrä	Valmistaja
6864	Proportionaaliventtiili KBFDG5V-5-33C80N	V001	2	VICKERS
209792	Proportionaaliventtiili KFDG4V-5-33C-80N	V001	1	VICKERS
25444	Proportionaaliventtiili KDG5V-7-33C170N>	V001	2	VICKERS
25447	PROPORTIONAALIVENTTIILI F3-CVU-25-EFP1B	V007	2	VICKERS
6901	PROPORTIONAALIVENTTIILI KFDG5V-7-33C160N	V001	1	VICKERS
6861	PROPORTIONAALIVENTTIILI KFDG5V-8-2C->	V001	1	VICKERS
6862	PROPORTIONAALIVENTTIILI KFDG4V-5-33C-50N	V007	1	VICKERS
98798	PROPORTIONAALIVENTTIILI KFDG4V-3-33C-13N	V001	1	VICKERS
108583	PROPORTIONAALIVENTTIILI KCG-3-250D-Z-MU	V001	2	VICKERS
198454	PROPORTIONAALIVENTTIILI KDG4V-3-33C-30X>	V007	1	VICKERS
60698	PROPORTIONAALIVENTTIILI KCG-3-160D-Z-M-U	V001	1	VICKERS
6231975	PROPORTIONAALIVENTTIILI KBXG-6-W-250-3-Z	V001	2	VICKERS
209818	PROPORTIONAALIVENTTIILI KDG5V-5-33C80N >	V007	1	VICKERS
6871	PROPORTIONAALIVENTTIILI KFTG4V-5-2B70N>	V001	0	VICKERS
6906	PROPORTIONAALIVENTTIILI KTG1-5A-2S-V>	V001	0	VICKERS
6909	PROPORTIONAALIVENTTIILI KFDG 4V-3-33C	V001	1	VICKERS

Bosch Rexrothin servo- ja proportionaaliventtiileiden varastotilanne Kirkniemen paperitehtaan keskusvarastolla on vielä hyvä. Tämän valmistajan venttiileitä on paperikonelinjoilla käytössä muita enemmän jos katsotaan erityyppisten venttiilimallien määrää. Paperikonelinjoilla on käytössä kaksi (2) erityyppistä servoventtiiliä sekä kahdeksantoista (18) erityyppistä proportionaaliventtiiliä. Varastosaldo servoventtiileiden osalta kahdesta venttiilistä, malleja 3DS2EH10-2X/A2-210Z8V ja 3DS2EH10-25/A2-315K8M on molempia saatavilla yhdet kappaleet, mutta molemmat ovat tuotannosta loppuneita malleja. Proportionaaliventtiilien varastosaldona on kahdeksastatoista venttiilityypistä kahdella venttiilillä on varastosaldo nolla (0). Kuitenkin Bosch Rexrothilta saadun vastauksen mukaan molempia proportionaaliventtiilimalleja on vielä saatavilla. Kokonaisuudessaan Bosch Rexrothin proportionaaliventtiileitä on vielä hyvin saatavilla, sekä niitä pystyy vielä huoltamaan. Kuitenkin kolmea (3) venttiilimallia ei ole enää saatavilla ja ne täytyy korvata uusilla malleilla.

Kuva 13 Bosch Rexrothin servoventtiileiden varastotilanne.

Nimike	Nimitys	Varasto	Määrä	Valmistaja
6896	SERVOVENTTIILI 3DS2EH10-2X/A2-210Z8	V001	1	BOSCH REXROTH
25450	SERVOVENTTIILI 3DS2EH10-25/A2-315K8M	V007	1	BOSCH REXROTH

Kuva 14 Bosch Rexrothin proportionaaliventtiileiden varastotilanne.

Nimike	Nimitys	Varasto	Määrä	Valmistaja	Toimittaja
216705	PROPORTIONAALIVENTTIILI 0 811 404 612	V001	2	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
231655	Proportionaaliventtiili STW0195> PROFIBU	V001	3	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
220876	PROPORTIONAALIVENTTIILI 4WRZE10W6-85-7X>	V001	2	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
6895	PROPORTIONAALIVENTTIILI 3DRE10P-5X/200Y0	V007	3	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
6886	PROPORTIONAALIVENTTIILI 3SRE10P-5X/100>	V001	1	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
25440	PROPORTIONAALIVENTTIILI DREM10-52/200 >	V007	2	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
171381	PROPORTIONAALIVENTTIILI 0811404634 BOSCH	V001	2	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
233485	PROPORTIONAALIVENTTIILI 0 811 402 080	V001	3	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
171350	PROPORTIONAALIVENTTIILI 0811404631 BOSCH	V001	2	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
231809	PROPORTIONAALIVENTTIILI 0 811 404 803	V001	1	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
176543	PROPORTIONAALIVENTTIILI 0 811 404 602	V001	1	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
195592	PROPORTIONAALIVENTTIILI 4WRPEH6C4B40L-2>	V001	1	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
165034	PROPORTIONAALIVENTTIILI 0811402083 BOSCH	V001	0	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
8033968	Proportionaaliventtiili DBET-6X/50G24K4V	V007	1	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
8105127	Proportionaaliventtiili DBET-6X/200G24K4	V007	2	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
8126161	Proportionaaliventtiili 4WRKE 10 R100P-3	V001	1	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
8140971	Proportionaaliventtiili STW0195> CANBUS	V007	0	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH
8145281	Proportionaaliventtiili STW0195> CANBUS	V007	1	BOSCH REXROTH	BOSCH REXROTH

6.1 Korvaavat venttiilimallit

Valmistajilta sekä toimittajilta saaduista tiedoista ja tarjouksista kartoitetaan korvaavat venttiilimallit, joiden tuotanto on jo lopetettu. Tarkemmat muutokset korvaavissa venttiilimalleissa ovat suurilta osin paikkakohtaisia ja näihin tarvitaan konsultaatiota suoraan valmistajilta ja toimittajilta. Tarkemmassa konsultaatiossa tulisi jokainen päivitävä venttiilimalli käydä yksittäin paikkakohtaisesti läpi, jotta saataisiin tarkemmat tiedot, mitä tarkempia muutoksia venttiilien korvaaminen vaatii. Saatuihin tarjouksiin on valmistajat sekä toimittajat lisänneet yleisimmät osat, mitä muutostöissä tarvitaan. Näihin muutososiin kuuluivat uudet kaapelit sekä asennuslevyt.

Moog proportionaaliventtiileille korvaavaksi venttiilimalleiksi tarjottiin ProTest Engineeriltä Bosch Rexrothin STW0196-1X/1V5-24CF6 sekä STW0195-2X/2V5-24CF6 proportionaaliventtiileitä. STW0196-1X/1V5-24CF6 proportionaaliventtiiliä tarjottiin kokona NG10 ja STW0195-2X/2V5-24CF6 kokona NG6. Näille korvaaville venttiilimalleille muutoksena täytyy vaihtaa uusi venttiilien oma

venttiilipistoke. Tarkemmat muutostyöt tehdään ProTest Engineerin toimesta ja kartoitetaan tarkempi venttiilipäivityksissä tehtävä muutostarve. Tarvittaessa selvitetään jokainen korvattava venttiilimalli ja paikka erikseen. Tämän lisäksi määritellään tarvittavat STW-venttiilin ominaisuudet ja tarvittavat muutokset. Jokaisesta päivitettävästä venttiilimallista saadaan uusi tarjous, koskien tarkemmin päivitettävän venttiilimallin positiota.

Herion proportionaaliventtiileille korvaavaksi malliksi tarjottiin Auserilta, jo tuotannosta lopetetulle 4089222.9000 mallille Norgrenin VPPC10BC411KE000 mallia. Kirkniemen paperitehtaan paperikonelinjoilla on käytössä kahta (2) erityyppistä Herionin venttiilimallia ja nämä olisivat suoraan korvaava malli. Herionin valmistamaa 4088110704002400 on vielä saatavilla. Tarjouksessa korvattavalle venttiilimallille muutostyönä tulisi vaihtaa kaapeli sekä uusi asennuslevy.

Käytössä olevista Bosch Rexrothin proportionaaliventtiileistä kolme (3) venttiilimallia on tuotannosta lopetettuja, eikä niitä enää huolleta. Näille kolmelle mallille saatiin Bosch Rexrothilta suoraan yhteensopivista uusista venttiilimalleista tiedot. Tämän lisäksi viisi (5) proportionaaliventtiilimallia on tuotannosta loppuneita, mutta näihin malleihin saa vielä varaosia ja niitä pystytään huoltamaan. Loput yhdeksän (9) käytössä olevaa proportionaaliventtiilimallia on edelleen tuotannossa ja saatavilla. Servoventtiileiden osalta tilanne saatavuuden osalta on huono. Paperikonelinjoilla käytössä olevasta kahdesta mallista, kumpaakaan ei valmisteta. Näistä servoventtiilimalleista tarvitaan tarkempaa konsultaatiota suoraan Bosch Rexrothilta.

Vickers servo- ja proportionaaliventtiileiden osalta saatavuudesta kolme (3) venttiilimallia on tuotannosta lopetettu, mutta näille kolmelle mallille löytyy uudet korvaavat mallit. Uusista venttiilimalleista saatiin tarjous PMC Hydraulicsilta. Tarjouksessa osalle korvattavista venttiilimalleista muutostyön tarpeina on kaapelien vaihto, asennuslevyn uusinta sekä ohjauk kortin poisto, koska uudessa mallissa on integroitu ohjauselektronikka.

6.2 Pitkän tähtäimen suunnitelma

Kirkniemen paperitehtaalla on käytössä PTS eli pitkän tähtäimen suunnitelma. PTS:n tarkoituksena on kartoittaa paperitehtaan uusintojen tarvetta alueittain sekä suunnitelman pohjalta luodaan

vuosisuunnitelman budjetti. PTS:ssa jokaisen alueen työsuunnittelija listaa tarvittavien kohteiden korjaus- ja uusimistarvetta ja päivittää listaa jatkuvasti.

Tämän insinööriyön selvitysosion kartoituksen pohjalta lähetettiin kyselyt servo- ja proportionaaliventtiileiden saatavuudesta sekä korvaavista venttiimalleista valmistajille ja toimittajille. Saaduista vastauksista sekä tarjouksista koostettiin kansio, joka liitetään Kirkniemen paperitehtaan pitkän tähtäimen suunnitelmaan. Näitä tietoja tullaan hyödyntämään vuosisuunnitelman budjetin kartoituksessa saatujen tarjouksien pohjalta. Tarjoukset sisältävät kaikki korvaavat venttiilimallit sekä muutostöissä tarvittavat kaapelit, asennuslevyt ja anturielektroniikat hintoineen.

7 Yhteenveto

Työn ensimmäisessä vaiheessa luotiin Sappi Kirkniemen paperitehtaan toiminnanohjausjärjestelmän pohjalta Excel-taulukko, jolla havainnollistettiin paperikonelinjoilla käytössä olevat servo- ja proportionaaliventtiilit. Luodun taulukon pohjalta selvitettiin erityyppisten venttiilien valmistajat ja mallit, joiden saatavuutta sekä uusia korvaavia venttiilimalleja kysyttiin venttiilien valmistajilta ja toimittajilta. Saaduista vastauksista saatiin tiedot venttiilimalleista, joita on vielä markkinoilla sekä venttiilit, jotka ovat jo tuotannosta lopetettuja, lisäksi valmistajilta ja toimittajilta tulivat tiedot uusista korvaavista malleista.

Saaduista vastauksista ilmeni, että hydrauliventtiilien huoltaminen ei ole kannattavaa korkean hinnan sekä varaosien heikon saatavuuden takia. Poikkeuksena Bosch Rexrothin tiettyihin venttiilimalleihin, jotka ovat tuotannosta lopetettuja, saadaan vielä tehtyä venttiilien huoltoja. Pääasiallisesti venttiilin rikkoutuessa on kuitenkin kannattavampaa uusia koko hydrauliventtiiliä.

Toisessa vaiheessa käytiin läpi valmistajilta sekä toimittajilta saadut tarjoukset, joista löytyy uudet korvaavat venttiilimallit. Nämä tarjoukset liitetään suoraan Sappi Kirkniemen pitkän tähtäimen suunnitelmaan, josta tietoja tullaan hyödyntämään tulevaisuudessa, kun venttiilien päivitystilanne on ajankohtainen. Tarjoukset ovat hintojen puolesta suuntaa antavia, koska jokainen venttiilin toimintopaikka täytyy käydä valmistajan tai toimittajan kanssa läpi suunnitellen kokonaisvaltaisesti,

mitä muutostöitä venttiilien päivityksissä tulee ottaa huomioon. Suurilta osin päivityksissä muutosta vaativat venttiilien ohjausjärjestelmät, jotka ovat päivittyneet integroituihin ohjauselektronikoihin, eikä tällöin enää tarvita vanhoja ohjauskortteja.

8 Loppupohdinta

Oppimistehtävänä työ oli haastava käsiteltävien servo- ja proportionaaliventtiileiden suuren määrän takia. Esimerkiksi korvaavista venttiilimalleista oli haastavaa saada tietoa, millä korvattaisiin vanhentuneet hydrauliventtiilit. Lisäksi jokainen venttiili tullaan vaihtamaan toimintopaikkakohtaisesti, ja tähän tarvitaan suunnittelua sekä konsultaatiota suoraan venttiileiden valmistajilta sekä toimittajilta. Tästä syystä työssä kartoitettiin tämän hetkinen paperikonelinjoilla oleva servo- ja proportionaaliventtiileiden tilanne ja tuloksena saatiin kerättyä dataa toimittajilta, mitä tullaan hyödyntämään tulevaisuudessa.

Työssä käytiin laajasti läpi Sappi Kirkniemen paperikonelinjojen servo- ja proportionaaliventtiileiden tilanne sekä toimittajilta ja valmistajilta saadut datat. Tämän työn tulokset voidaan suoraan hyödyntää, kun toimintopaikkakohtainen hydrauliventtiilien päivitystilanne on ajankohtainen.

Oppimistehtävänä työ oli opettavainen ja mielenkiintoinen. Työ opetti hahmottamaan sekä kartoittamaan suuria määriä eri komponentteja. Lisäksi opin pitkän tähtäimen suunnitelman merkityksestä isolle teollisuuslaitokselle sekä komponenttien varastoinnin ja saatavuuden ajantasalla pitämisen merkityksestä. Työtä tehdessä minulle myös korostui systemaattisen kartoituksen tärkeys. Kokonaisuudessaan opinnäytetyö tarjosi minulle sopivasti haasteita ja pääsin hyödyntämään opittuja tietoja käytännössä.

Lähteet

Bosch Rexroth (2019). <https://www.boschrexroth.com/ics/cat/?cat=Industrial-Hydraulics-Catalog&m=DE&u=si&o=Desktop&p=p668364&pi=4C503CF3-D34F-5B5C-E6FB683E4E73AB97> ICS 82

Kauranne, H.;Kajaste, J.;& Vilenius, M. (2013). *Hydraulitekniikka*. Sanoma Pro.

Lang, R. A. (1991). *The Hydraulics Trainer, Osa 1 - Hydraulitekniikan perusteet ja komponentit*. Mannesmann Rexroth GmbH.

Metropolia (2021). *Wiki.metropolia*.

<https://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pageId=12158120>

Moog (2021). <https://www.moog.com/products/servovalves-servo-proportional-valves/industrial/flow-control/analog-without-integrated-electronics/legacy-product-direct-operated-servo-valves-for-analog-signals-62-series.html>

Peda.net (2021). <https://peda.net/jao-ammattillinen/pilotoinnit/sjap/smit1a/sja/tk2/hjp/teoriaa/teoriaa>

Salhydro. (2002). *Hydrauliikan perusteet*. <https://www.salhydro.fi/files/PDF/8.hydrauliikan-perusteet.pdf>

Sappinet (2021). *Sappi intranet*.