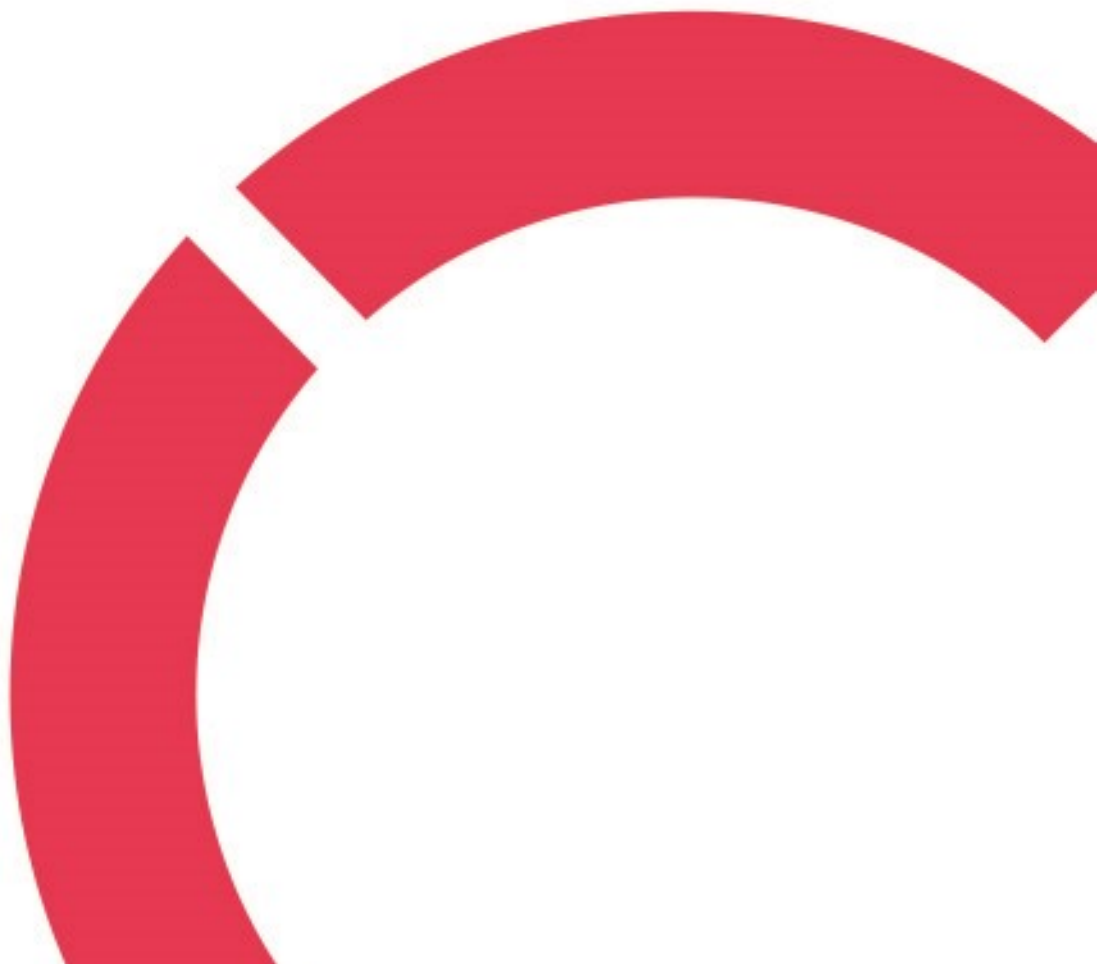


Teemu Hänninen

**KOKOONPANO-OHJEIDEN LUOMINEN JA KOKOONPANON
KEHITTÄMINEN**

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotalouden koulutus
Kesäkuu 2023**



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Kesäkuu 2023	Tekijä/tekijät Teemu Hänninen
Koulutus Tuotantotalous		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
Työn nimi KOKOONPANO-OHJEIDEN LUOMINEN JA KOKOONPANON KEHITTÄMINEN		
Työn ohjaaja Jari Kaarela, Sakari Pieskä		Sivumäärä 19 + 2
Työelämäohjaaja Tapio Karhu		
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää kokoonpanoprosessia luomalla kokoonpanolle kattava kokoonpano-ohje ja osaluettelo. Prosessin kehittämiseksi pyrittiin lyhentämään kokoonpanon läpäisyäikää, tehostamaan prosessia ja helpottamaan työntekijöiden työntekoa. Työohjeet auttavat työntekijöitä kokoonpanon ongelmatilanteissa ja ne ovat apuvälineenä uusien työntekijöiden tekemisissä kokoonpanoprosesseissa. Opinnäytetyön kohteena oli Boliden Kokkola Oy:n käytössä oleva laite, jota he itse valmistavat.</p> <p>Opinnäytetyössä on käsitelty teoriaa kokoonpanosta, kokoonpano-ohjeiden luomisesta ja prosessin kehittämisestä. Työssä on käyty läpi, kuinka työohjeet on suunniteltu, kokoonpanoprosessi suoritettu ja työohjeet kirjattu ylös.</p> <p>Työn tuloksena saatiin yritykselle tarpeelliset ja toimivat työohjeet sekä osaluettelo. Työn tuloksena saadut dokumentaatiot otettiin käyttöön yrityksessä heti niiden valmistuttua.</p>		
Asiasanat Boliden Kokkola Oy, kokoonpano-ohjeet, materiaalinhallinta, osaluettelo, prosessin kehittäminen		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date June 2023	Author Teemu Hänninen
Degree programme Industrial Management		
Name of thesis Creating the assembly instructions and developing assembly		
Centria supervisor Jari Kaarela, Sakari Pieskä		Pages 19 + 2
Instructor representing commissioning institution or company Tapio Karhu		
<p>The objective of this thesis was to develop production more efficient by creating the assembly instructions and part list for assembly. The goal for developing the process was to reduce process lead time, streamline process and make working easier for employees. Assembly instructions are helping employees in difficult situations and work as a tool for new employees at assembly process. The subject to this thesis was a machine that they are producing in Boliden Kokkola Oy.</p> <p>The theory part of the thesis has dealt with assembly, creating assembly instructions and streamlining process. There has been told in this thesis how assembly instructions are planned, how assembly process was made and how work instructions are written down.</p> <p>The result of the work was necessary and functional assembly instructions and part list. Documentations, a result of this thesis, were taken to use immediately after the work was completed.</p>		

<p>Key words Assembly instruction, Boliden Kokkola Oy, material control, part list, process development</p>
--

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

Atrain

Laite, joka nostaa anodi-, ja katodilevyjä elektrolyysialtaaseen ja purkupaikalle.

FluidSim

Simulointiohjelma, jolla pystytään havainnollistamaan pneumatiikkaa tai sähköautomaatiota.

MRP

Laskentatapa, jolla lasketaan tarvittavat osat ja materiaalit tuotteen valmistamiseen.

SIPOC

Kaavio, joka mallintaa prosessin toimintaa

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 ASIAKASYRITYKSEN ESITTELY	2
2.1 Kehitettävän kohteen esittely	3
2.2 Opinnäytetyön merkitys kohteelle.....	4
3 PROSESSIN KEHITTÄMINEN.....	5
3.1 SIPOC	5
3.2 Kuinka kehittää kokoonpanoa	6
3.3 Läpäisy aika	6
4 MATERIAALIHALLINTA.....	8
4.1 Materiaalihallinnan toiminta ja tavoitteet.....	8
4.2 Materiaaliohjaus	8
4.3 Materiaalihuolto apuna kokoonpanossa.....	9
5 HYVÄN TYÖOHJEEN PERUSTEET	10
5.1 Kuinka luoda hyvä työohje	10
5.2 Työohjeiden merkitys kokoonpanossa	10
6 TYÖN TOTEUTUS.....	11
6.1 Kohteen alkukartoitus.....	11
6.2 Työn suunnittelu	12
7 KOKOONPANO-OHJEIDEN LUONTI	13
7.1 Kokoonpano-ohjeiden kirjaaminen vaihe vaiheelta.....	13
7.2 Paineilmakaavion tekeminen	14
7.3 Lopullisen kokoonpano-ohjeen viimeistely	15
8 OSALUETTELO TEKEMINEN.....	16
8.1 Osaluetteloiden yhdistäminen.....	16
8.2 Osaluettelon liittäminen kokoonpano-ohjeisiin.....	16
9 OPINNÄYTETYÖN POHDINTA JA PALAUTE.....	18
LÄHTEET	19
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Boliden Kokkola Oy:lle. Boliden Kokkola on yksi Euroopan suurimmista sinkkitehtaista. Opinnäytetyön tehtävänä oli kehittää erästä yrityksen kokoonpanoprosessia. Kokoonpantava tuote on yrityksen käytössä oleva laite, jota kutsutaan atraimeksi. Sen käyttö sijoittuu elektrolyysihalliin, jossa olosuhteet korroosiolle ovat erittäin suuret, jonka takia laitteet kuluvat nopeasti käyttökelvottomiksi. Atraimia elektrolyysihallissa on kuusi kappaletta. Yhden atraimen käyttöikä vaihtelee kahden ja neljän vuoden välillä, minkä takia atraimia joudutaan tehdä noin puolen vuoden välein.

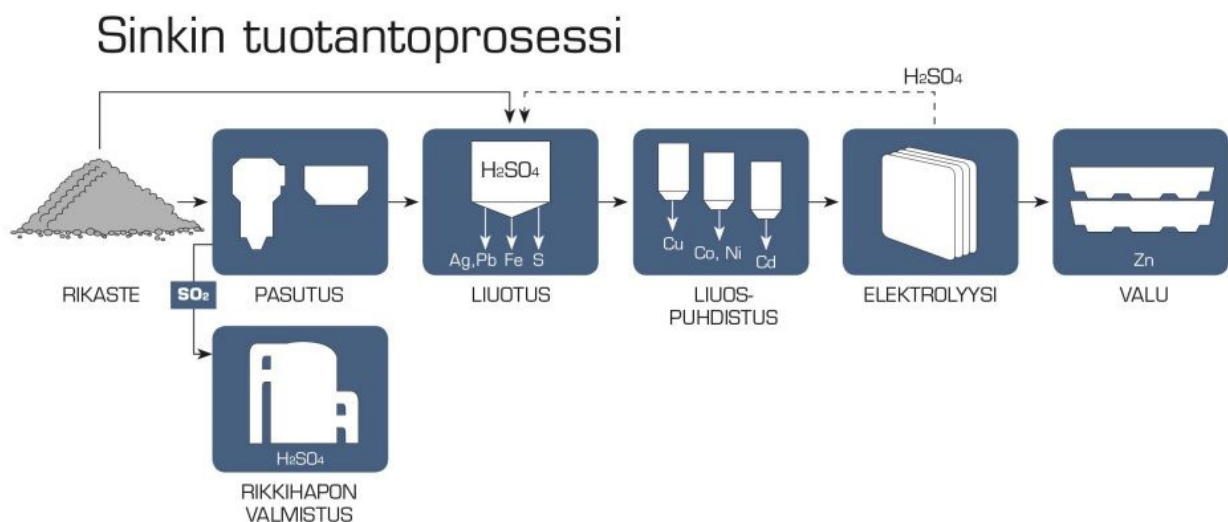
Atraimen kokoonpanon haasteita yritykselle olivat muistin varassa tehtävä työ ja osien löytäminen sekä oikea-aikainen osien tilaaminen. Kehityksen päätavoitteina oli luoda prosessille kokoonpano-ohjeet ja osalista, jotka helpottavat tuotteen kasausta ja osien tilaamista sekä hallintaa. Opinnäytetyössä perehdytään tehtaaseen, atraimen ja kokoonpanon toimintaan sekä kokoonpano-ohjeiden ja osaluettelon tekemiseen. Teoriaosuus käsittelee prosessin kehittämistä, materiaalinhallintaa ja kokoonpano-ohjeita.

Tutustuin opinnäytetyötä varten atraimen toimintaan Boliden Kokkolan tehtaalla kesätyön ohessa sekä tehdasvierailulla. Sain opinnäytetyötä varten tietoa ja toiveita yrityksen toimihenkilöiltä ja työntekijöiltä. Opinnäytetyön onnistumisen edellytyksiä olivat aiemmat kesätyöt kyseisessä yrityksessä, opinnoissa suoritettut tekniikan alan kurssit sekä hyvät ja luotettavat lähteet.

2 ASIAKASYRITYKSEN ESITTELY

Boliden Kokkola on yksi maailman suurimpia ja samalla Euroopan toiseksi suurin sinkin valmistaja. Sen pääasiallinen tuote on puhdas sinkki ja sivutuotteita esim. hopea ja erilaiset sinkkituotteet. Sinkkitehdas oli alun perin Outokummun omistuksessa, mutta se siirtyi ruotsalaisomistuksessa olevalle Bolidenille vuonna 2004 tapahtuneen yritysjärjestelmän yhteydessä. Henkilöstöä Kokkolan Bolidenilla vuonna 2022 oli 558. Lisäksi kesätyöläisiä palkataan vuosittain noin 140 henkilöä. (Boliden Kokkola 2022.)

Ennen sinkin valmistusprosessia sinkki täytyy löytää ja kaivaa maaperästä. Näihin toimiin Bolidenilla on sekä malmin etsintää että kaivostoimintaa ympäri Eurooppaa. Sinkkirikaste tuodaan Kokkolan tehtaalle laivoilla eri puolilta maailmaa. Suomalainen sinkkirikaste tuodaan junilla. Sinkin valmistuksen olennaisimmat prosessit ovat rikasteen liuotus, pasutus, liuoksen puhdistus, elektrolyysi ja sinkin valaminen (KUVA 1). Lisäksi Boliden tuottaa samassa prosessissa myös rikkihappoa tehtaalla, jonka se osti Kemiralta vuonna 2010. (Boliden Kokkola Sinkkiakatemia 2023.)



KUVA 1. Sinkin tuotantoprosessi (Boliden Kokkola Sinkkiakatemia 2023).

2.1 Kehitettävän kohteen esittely

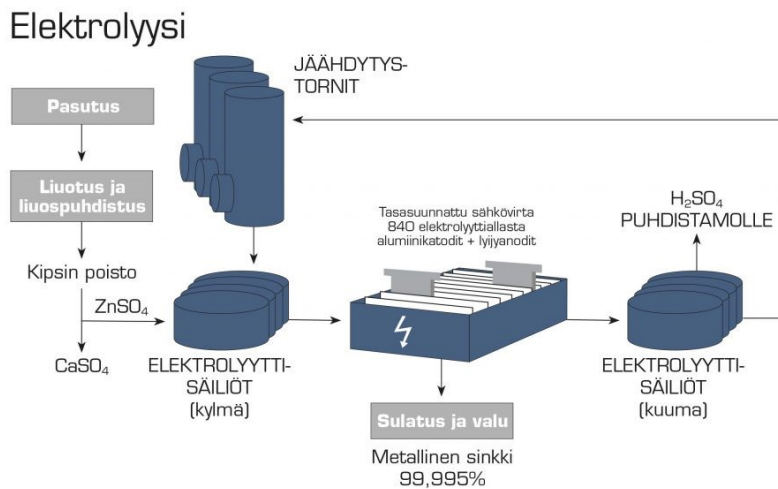
Opinnäytetyöni kohdistuu atraimen kokoonpanoon. Atrain on elektrolyysihallissa käytettävä nostovälinelaitte (KUVA 2). Atrainin tehtävä on laskea anodi-, ja katodilevyjä elektrolyysialtaaseen ja nostaa ne sieltä pois. Atrainet liikkuvat nosturin avulla elektrolyysialtaiden ja purkupaikan välillä. Atrainia elektrolyysihallissa on 6 kappaletta ja niiden vaihtoväli on noin 2–3 vuotta. Atrainissa on paljon kuluvia osia ja niille kohdistuu erityisen suuri korroosiorasitus elektrolyysin olosuhteiden takia. Tämän vuoksi atraimen kaikkien metalliosien tulee olla haponkestävää terästä.



KUVA 2. Vasemmalla elektrolyysihalli, oikealla atrain.

Elektrolyysihalli on noin 300 metriä pitkä osasto, jonka tehtävänä on erottaa sinkki liuoksesta. Sinkin saostaminen tapahtuu elektrolyysialtaissa, joita elektrolyysillä on 840 kappaletta. Jokaisessa altaassa on 44 alumiinikatodilevyä ja 45 lyijyanodilevyä. Sinkkisulfaattiliuos ohjataan altaisiin, joihin syötetään sähkövirtaa. Sähkökemiallinen reaktio aiheuttaa sinkin saostumisen liuoksessa, jolloin alumiinikatodilevyn pinnalle muodostuu sinkkilevy. Noin 35 tunnin jälkeen katodit nostetaan altaista ja sinkki irrotetaan katodeista irrotuskoneiden avulla. Elektrolyysiprosessin jälkeen sinkki siirretään välivarastolle ja viedään seuraavaksi valimoon,

jossa sinkki sulatetaan ja valetaan myyntituotteiksi. Kuvassa 3 esitetään kaavio elektrolyysiprosessin kulusta (KUVA 3). (Boliden Kokkola Sinkkiakatemia 2023.)



KUVA 3. Elektrolyysin tuotanto (Boliden Kokkola Sinkkiakatemia 2023).

2.2 Opinnäytetyön merkitys kohteelle

Osakokoonpanon haasteita yritykselle ovat olleet osatilausten tekeminen sekä kokoonpanon tekeminen muutaman henkilön muistin varasta. Konkreettisimmat kehityskohteet ovat siis järkevän osatilauslistan tekeminen ja työohjeiden tekeminen kokoonpanon avuksi. Työohjeet auttavat yritystä tekemään atraimen kokoonpanon siinä tilanteessa, jos työntekijät vaihtuvat yrityksessä tai muisti ei kaikilta osin riitä suureen ja aikaväliltään harvoin suoritettavaan ka-sausprosessiin. Työohjeista on myös helppo varmistaa osakokoonpanon eri vaiheiden järjes-tystä ja vertailla meneillä olevaa osakokoonpanoa työohjeisiin. Edellä mainittujen toimintojen avulla mahdolliset virheet kokoonpanossa vähenevät, turha tiedonhaku vähenee ja kasauksen läpimenoaika lyhenee.

Ennen opinnäytetyötä atraimen osalistoja oli useita, eivätkä ne olleet missään järjestyksessä. Opinnäytetyön yhtenä tavoitteena oli tehdä osaluettelo. Osaluettelossa olisi lueteltu kaikki at-raitimen osat, jotka olisi lajiteltu omasta varastosta löytyviin osiin, sekä tilattaviin osiin. Osa-luettelossa tulisi myös näkyä osien määrä ja niiden varastokoodit. Tällaisella osaluettelolla on helpompaa hakea tuotteita varastosta sekä tilata tarvittavat osat etukäteen toimittajilta.

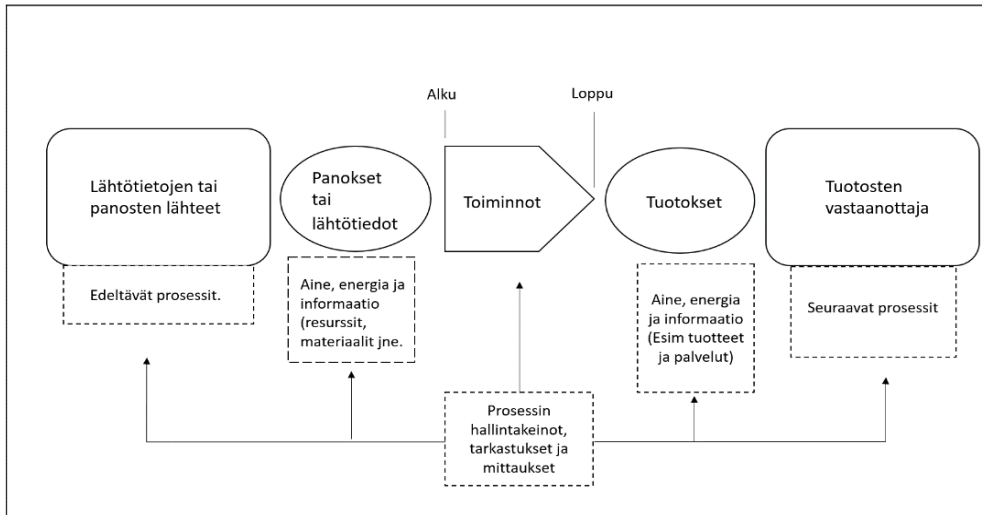
3 PROSESSIN KEHITTÄMINEN

Prosessi on tapahtumaketju, jossa yritys tuottaa asiakkaalle lisäarvoa tuotoksella. Asiakas voi olla ulkoinen tai sisäinen toimija, joka kohdistaa prosessille odotuksia, tarpeita tai vaatimuksia. Prosessin yhtenä tunnusmerkkinä ovat resurssit. Resursseilla tarkoitetaan aineellisia ja aineettomia resursseja, joita prosessi tarvitsee toimiakseen. (Blomqvist & Martinsuo 2010, 4.)

Prosessin kehittämisen alkuvaiheessa on syytä tutkia prosessia ja pohtia millaisesta kehitystyöstä on käytännössä kyse. Prosessin kehitystyö tulee rajata tiettyihin prosesseihin tai prosessin osa-alueisiin. Rajauksessa tulee ottaa huomioon yrityksen tavoitteet ja päämäärät prosessin toiminnalle sekä rajata kehitystyötä niiden mukaan. Kohteen rajauksen jälkeen prosessista on etsittävä kaikki mahdollinen luotettava tieto, jotta kehitystyötä pystytään tekemään. Tiedonkeruussa kannattaa tutkia prosessin nykytilannetta, yleistä mittaustietoa sekä prosessin toteutustapaa. Prosessin tiedonkeruussa voidaan käyttää monia eri tiedonkeruumenetelmiä. Niistä yleisimpiä ovat erilaiset haastattelut, prosessin havainnointi, aikaisempien prosessien läpikäynti, aikaisempi kehitystyö ja prosessin mallintaminen. Tiedonkeruun ja prosessin analysoimisen jälkeen tulee tunnistaa prosessista ne osa-alueet, joita olisi syytä läheteä kehittämään tai uudistamaan. Kehitystyön tavoitteet ja osa-alueet tulee kirjata ylös, jotta prosessinkehitys ei poikkea aiheesta, eivätkä tavoitteet tai päämäärät unohdu. (Blomqvist & Martinsuo 2010, 6–7.)

3.1 SIPOC

Tuotantoprosessin määrittämiseen hyvänä työkaluna toimii SIPOC. SIPOC toimii prosessikarttana ja se pyrkii kuvaamaan valitun prosessin mahdollisimman tarkasti. SIPOC-prosessikartassa kuvataan toimittajat, syötteet, prosessi, tuotos ja asiakkaat (KUVA 4). Se auttaa esimerkiksi yrityksen johtoa ymmärtämään paremmin prosessin kulkua, ja mitä ollaan tekemässä. (Karjalainen & Karjalainen 2002, 101.)



KUVA 4. SIPOC-kaavio (Mukaillen SFS-EN ISO 9001: 2015, 7).

3.2 Kuinka kehittää kokoonpanoa

Kokoonpanon kehittämiseen kuuluu kaksi varsinaista osa-aluetta, jotka ovat turhan työn poistaminen ja tarpeellisen työn kehittäminen. Kokoonpanon kehittäminen alkaa jo aikaisessa vaiheessa osavalmistuksessa. Kaikkien kokoonpantavien osien tulee sopia yhteen ja niitä on oltava saatavissa tarpeen mukaan. Turhaa työtä poistaessa kitketään kokoonpanosta kaikki sellainen työ, joka ei jalosta tai edesauta tuotteen valmistumista. Tarpeellista työtä on mahdollisuus kehittää nopeammaksi ja järkevämmäksi hyvien työkalujen, apuvälineiden ja työmenetelmien kehittämisen avulla. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 124.)

3.3 Lämpäisy aika

Lämpäisy aika kuvaa toimintaketjuun tarvittavaa kokonaisaikaa. Normaalisti lämpäisyajalla tarkoitetaan tuotteen valmistuksen lämpäisyajaa tai lämpäisyajaa tuotteen tilauksesta tuotteen toimittamiseen. Tuotteen valmistuksen lämpäisyajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu tuotteen valmistuksen aloittamisesta tuotteen valmistumiseen. Lämpäisy aika kuvaa toimintaketjun tarvitsemaa kokonaisaikaa, eikä se kerro mitä tuotteelle ja tapahtumaketjulle tapahtuu sen aikana. Itse työntekoon käytettävä aika on usein vain pieni osa lämpäisyajasta. Lämpäisyajoja lyhentämällä

yritys voi kasvattaa huomattavasti sen kilpailukykyä ja parantaa liiketoimintaa. Aikajänteiden lyhentäminen on nykyään yksi tärkeimmistä tavoitteista tuotannon kehittämisessä. Lämpäisyai-
kaa lyhentämällä yritys pystyy vähentämään toimintaan sitoutettua pääomaa ja samaan ai-
kaan ylläpitämään sekä parantamaan hyvää toimituskykyä. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri &
Miettinen 2005, 443.)

Lämpäisyajoja lyhettäessä tulee ensin tarkastella prosessin läpimenoaikaa, jonka jälkeen py-
ritään ymmärtämään, miten se jakaantuu prosessin eri toimintojen kesken. Prosessin kuvaa-
minen ja pilkkominen pienempiin osiin on tärkeää, jotta prosessin ongelmakohdat ja pullon-
kaulat löytyvät. (Logistiikan maailma 2023b.)

4 MATERIAALIHALLINTA

Materiaalinhallinnalla tarkoitetaan yleisesti erilaisten tuotteiden tai raaka-aineiden hankinnan, varastoinnin ja jakelun hallintaa. Materiaalinhallinta ohjaa yrityksen kaikkia sisäisiä ja ulkoisia materiaalivirtoja toimittajilta asiakkaille saakka. Materiaalinhallinnan ja hankintatoimen merkitys on noussut yritysten toiminnassa merkittävästi. Varastojen kapasiteettia on pyritty pienentämään viime vuosina, kun taas tilaus-toimitusketjujen aikajänteitä on pyritty lyhentämään. Kyseiset toiminnot vaativat yritykseltä entistä tehokkaampaa materiaalinhallinnan organisointia ja hallintaa. (Haverila ym. 2005, 443.)

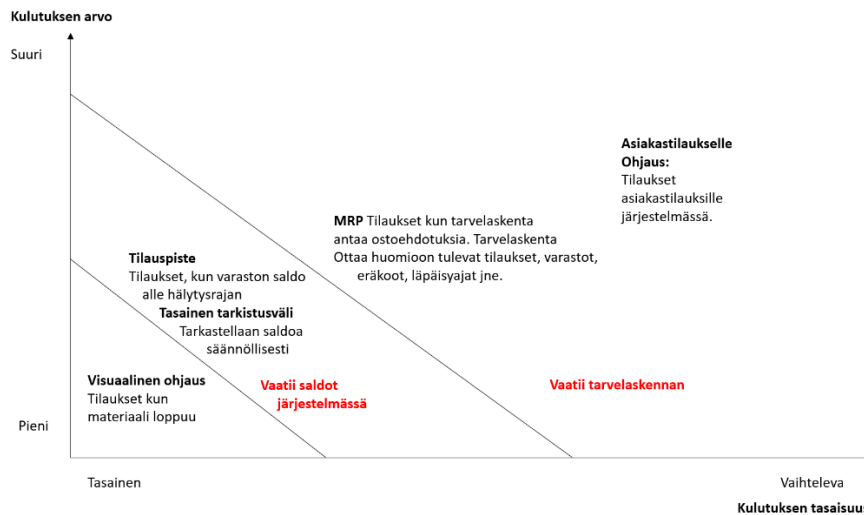
4.1 Materiaalihallinnan toiminta ja tavoitteet

Materiaalihallintaan kuuluu useita eri tehtäviä, joista se on vastuussa. Näitä tehtäviä ovat mm. varastojen hallinta, suunnittelu ja valvonta, hankintatoimi, logistiikan ja toimitusketjujen hallinta sekä verkostointitoiminta. Materiaalihallinnan tavoitteita on jokaisessa yrityksessä ainakin kaksi. Nämä tavoitteet ovat halutun palvelutason ylläpito ja materiaalihallinnan kokonaiskustannusten minimointi. Materiaalihallinnan tulee voida vastata haluttua palvelutasoa ja sen pitää pystyä hoitamaan laaditut tavoitteet. Toimintaa tulee kehittää jatkuvasti siten, että materiaalihallinto pystyy palvelemaan omaa tuotantoa sekä toimittamaan asiakkaalle tuotteet oikeaan aikaan. Kokonaiskustannusten minimoimisessa on useita haasteita. Materiaalitoimintoja ja hankintoja tehdessä tulee aina huomioida, miten hankintapäätökset vaikuttavat kokonaiskustannuksiin. Myös varastointikustannusten vaikutus kokonaiskustannuksiin on otettava huomioon. Varastojen minimoiminen laskee varastointikustannuksia, mutta saattaa lisätä puute-, ja hankintakustannuksia huomattavasti. (Haverila ym. 2005, 443–444.)

4.2 Materiaalinohjaus

Materiaalia voidaan ohjata useilla eri tavoilla. Menetelmän valintaan vaikuttaa erityisesti se, onko materiaalin tarve johdettua vai itsenäistä. Itsenäinen kysyntä tarkoittaa sellaista kysyntää, joka ei ole riippuvainen minkään muun tuotteen tai tarvikkeen kysynnästä. Esimerkkejä

itsenäisen kysynnän nimikkeelle ovat mm. lopputuotteet tai varaosat. Johdettu kysyntä tarkoittaa sellaista kysyntää, joka määräytyy lopputuotteen kysynnällä. Johdetun kysynnän voi laskea, koska se kohdistuu jo tiettyyn nimikkeeseen, jolla on oma kysyntä. Johdetun kysynnän tarvetta voidaan laskea tarvelaskennalla (MRP). Itsenäisen kysynnän ohjaamiseen käytetään usein tilauspistettä tai visuaalista ohjausta. Ohjaustapojen käyttöä on esitetty alla olevassa taulukossa (KUVA5). (Logistiikan maailma 2023a.)



KUVA 5. Materiaalin ohjaus nimiketasolla (Mukaillen Logistiikan maailma 2023a.)

4.3 Materiaalihuolto apuna kokoonpanossa

Materiaalihuolto on hyvin merkittävässä asemassa onnistuneessa osakokoonpanossa. Materiaalihuollon tehtävänä on saada oikeat materiaalit oikeaan aikaan kokoonpanopaikalle. Materiaalihuoltoa voivat hoitaa kokoonpanijat itse tai kokoonpanon ulkopuolinen taho, kuten materiaalin toimittaja tai keräilijä. Toimivan ja häiriöttömän kokoonpanon edellytyksenä ovat oikea-aikainen materiaalihuolto sekä toimiva tarvelaskenta. Materiaalihuollon ongelmia ovat haasteellisen ajoituksen lisäksi suuret tilaus-, ja nimikemäärät sekä tilan käyttöön liittyvät haasteet. Varastointiin ja tilan käytön haasteisiin toimivana ratkaisuna on usein varastoautomaatit, joita näkee nykyään hyvin usein käytettävän teollisuudessa. (Lapinleimu ym. 1997, 124.)

5 HYVÄN TYÖOHJEEN PERUSTEET

Työohjeet ovat työntekijän apuväline työnteossa. Työohjeet kertovat työntekijälle, miten jokainen työvaihe tulee suorittaa. Työohjeet sisältävät yleensä kuvia ja tekstiä, joiden avulla työntekijä pystyy välttämään ylimääräiset virheet ja suorittamaan työvaiheen oikein.

5.1 Kuinka luoda hyvä työohje

Työohjeiden tekemisessä on otettava huomioon useita eri asioita, joiden avulla työohjeista saadaan mahdollisimman selkeät ja ytimekkäät. Työohjeista ei kannata tehdä liian pitkiä vaan kaikki oleellinen tieto tulisi kirjata työohjeisiin lyhyesti ja ytimekkäästi, jotta työohjeiden seuraaminen töiden ohessa olisi jouhevaa. Työohjeiden jäsentely oikeaan järjestykseen on myös tärkeää, jotta työohjeiden seuraaminen onnistuu mahdollisimman helposti. Työohjeisiin kannattaa lisätä kuvia mahdollisimman paljon, sillä työntekijät saavat kuvista paljon enemmän informaatioita, kuin pelkästä tekstistä. (Makkonen & Lavikainen 2020.)

5.2 Työohjeiden merkitys kokoonpanossa

Työohjeet toimivat hyvänä apuvälineenä ja muistilistana töitä tehdessä. Kokoonpanossa on usein tilanteita, esimerkiksi kesälomakausilla, jolloin työntekijät ovat uusia. Silloin voi aiheutua ongelmia, joissa työohjeet voivat olla suureksi avuksi. Työohjeiden avulla voidaan säästää työhön kuluva aikaa ja näin saada tehostettua kyseistä prosessia. (Makkonen & Lavikainen 2020.)

Työohjeiden tulisi olla mukana kokoonpanossa ja helposti saatavilla, jotta ohjeiden seuranta työnteon ohella olisi mahdollista. Hyvät ja selkeät työohjeet vähentävät virheiden mahdollisuutta ja näin ollen vähentävät mahdollista materiaalin ja ajan hukkaa.

6 TYÖN TOTEUTUS

Opinnäytetyön toiminnallinen vaihe keskittyy kokoonpanon ja tuotteen kehittämiseen. Keskeisiä toimintoja kokoonpanon kehittämisessä ovat työhöjien teko kokoonpanon tueksi sekä osalistan laatiminen tilausten ja osien etsimisen helpottamiseksi. Kyseisten toimintojen pääprioriteetina on vähentää prosessissa tapahtuvaa hukkaa, joita ovat mahdolliset virheet kokoonpanossa, turhan työn tekeminen, odottaminen ja etsiminen sekä korjaustöiden tekeminen. Kaikki edellä mainitut hukat ovat osa Lean-ajatteluun perustuvaa ajatusmallia.

6.1 Kohteen alkukartoitus

Opinnäytetyön tekeminen kyseiseen yritykseen ja kokoonpanoon tuli minulle luonnostaan kesätyön pohjalta. Selvitimme yhdessä työnantajani kanssa yrityksen tarpeita ja kehitysmahdollisuuksia, joista minulle valikoitui atraimen kokoonpanon kehittäminen. Kyseinen kokoonpano ei ollut minulle aikaisemmin tuttu, sillä atraimen kokoonpanoja ei ollut osunut kummallekaan työjaksolleni. Atraimen kokoonpanoon ja toimintaan tutustuminen oli opinnäytetyön onnistumisen kannalta ensiarvoisen tärkeää.

Kohteen alkukartoituksessa keskustelimme työnjohtajan kanssa yrityksen tarpeista kyseisen kokoonpanon kehittämiseksi ja kävimme läpi edeltävän kokoonpanoprojektin. Yrityksen työnhoidolla ei ollut toiveita työhöjien asiakirjan pohjalle, joten näimme parhaaksi kirjata työhöjeet Word-pohjalle. Pääsin käymään elektrolyysihallissa katsomassa atraimen toimintaa ja sen toimintaolosuhteita, mistä sain hyvän pohjan opinnäytetyön suunnitteluun. Alkukartoituksen aikana selvitin kokoonpanoa suorittavilta työntekijöiltä heidän mielteitään kokoonpanosta ja kehitysehdotuksiaan tulevia kokoonpanoprojekteja varten. Työntekijöiden mielestä kokoonpano-ohjeet olivat tarpeelliset ja ne saivat sisältää mahdollisimman paljon kuvia kokoonpanon eri vaiheista. Työntekijät kertoivat myös, että atraimesta löytyy hyvät ja selkeät räjäytyskuvat, joten jokaista mutteria tai pulttia ei tarvitse merkata kokoonpano-ohjeisiin. Päätin kirjata työhöjeisiin erikoiskoon pultit ja ruuvit, koska niissä tulee usein haasteita ja kokoonpanossa tapahtuvat virheet saattavat johtua juuri niistä.

6.2 Työn suunnittelu

Alkukartoituksen jälkeen suunnittelin tulevaa opinnäytetyötä ja siihen liittyvää osalistan ja työohjeen tekemistä. Pyrin tekemään työohjeista mahdollisimman tarkat ja selkeät. Pyrin käyttämään ohjeissa mahdollisimman paljon kuvia ja tiivistämään olennaiset työvaiheet tekstiksi kuvien yhteyteen hyvän työohjeen perusteiden ja työnjohdon sekä työntekijöiden toiveiden mukaisesti. Osalistan selkeyttämiseksi liitän eri osa-, ja osatilauslistat yhdeksi listaksi. Lisään listoihin varastopaikat ja järjestelen eri osat varastosta löytyviin sekä tilattaviin osiin. Lopuksi liitän osalistan työohjeiden yhteyteen, jotta kaikki osat ovat helposti löydettävissä ja työntekijöiden saatavilla.

7 KOKOONPANO-OHJEIDEN LUONTI

Kokoonpano-ohjeiden luominen ja kirjaaminen tapahtui atraimen kokoonpanon yhteydessä. Kokoonpanon aikana pyrin olemaan mahdollisimman paljon läsnä ja mukana kokoonpanossa, jotta sain kaiken oleellisen kirjattua kokoonpano-ohjeisiin. Kyseinen kokoonpano sujui pääosin hyvin, eikä suurempia ongelmia tullut vastaan. Kirjasin kokoonpano-ohjeet Wordiin, johon lisäsin tekstiä ja kuvia atraimen valmistuessa.

7.1 Kokoonpano-ohjeiden kirjaaminen vaihe vaiheelta

Kokoonpano alkoi atraimen rungon ja kasauksen valmistelulla. Tein jokaiselle työvaiheelle työohjeisiin omat otsikot, joiden alle lisäsin kuvia ja tekstiä havainnollistamaan kyseistä työvaihetta mahdollisimman tarkasti (KUVA 6).

Eristeiden kiinnittäminen johdepalkkeihin ja atraimen rungon poikittaispalkkeihin.

Eristeet kiinnitetään johde-, ja poikittaispalkkeihin ruuveilla. Reikien päälle lisätään lopuksi rtv-supersilikoni ja siistitään pinnat silikonin kuivuttua.



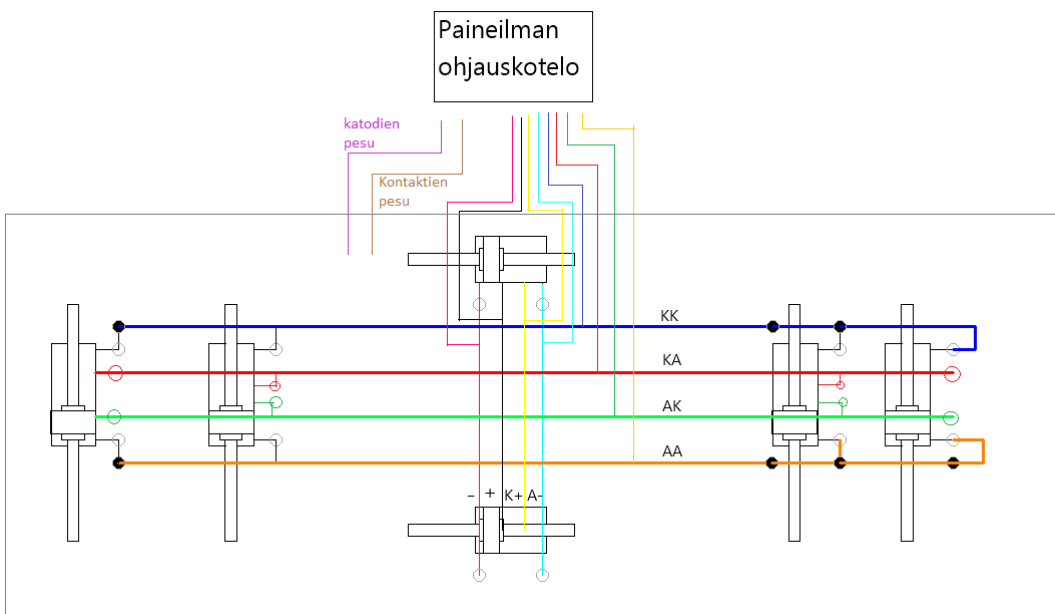
KUVA 6. Esimerkki yhdestä työvaiheesta.

Työvaiheita työohjeisiin tuli yhteensä 16 kappaletta ja kuvia 35. Pyrin ottamaan kuvat mahdollisimman tarkasti jokaisen työvaiheen olennaisesta osasta. Näin työohjeista saisi mahdolli-

simman selkeät ja niillä pystyttäisiin ratkaisemaan mahdolliset kasauksen haasteet ja ongelmakohdat. Työn tuloksena sain aikaiseksi 13 sivua pitkän työohjeen, joka on mielestäni selkeä ja hyvä apu kokoonpanoprosessille.

7.2 Paineilmakaavion tekeminen

Atraimessa yksi suurimmista työvaiheista oli sylinterien valmistelu ja asennus sekä paineilmalinjaston kasaus. Atraimeen asennettiin 16 eripituista paineilmaletkua, yhteensä noin 40 metriä, ja paineilmaletkut kulkivat hyvin lähellä toisiaan. Työntekijät toivoivat asennuksen helpottamiseksi paineilmaakaaviota, josta olisi helppo nähdä, miten paineilmaletkut tulisi asentaa. Opintoissani oli ollut koneautomaation toimilaitteet -kurssi, jossa käytettiin FluidSim-ohjelmaa juuri pneumatiikan simuloimiseen. Päätin käyttää kyseistä ohjelmaa atraimen paineilmaakaavion simuloimiseen. FluidSimin käyttö oli melko tuttua, joten sen käytössä ei tullut vastaan suurempia haasteita. Sain havainnollistettua FluidSimin avulla atraimen sylinterit, paineilmakotelon sekä paineilmaletkujen kulun helposti ymmärrettävään muotoon (KUVA 7).



KUVA 7. Atraimen paineilmaakaavio.

Lisäsin paineilmaakaavioon jokaiselle omalle painelinjalle oman värin, jotta eri paineilmalinjat olisivat helposti havaittavissa. Lisäksi jokainen paineilmalinja menee oikeassa järjestyksessä paineilmakotelolle, joka toimii atraimen paineilman ohjausyksikkönä. Paineilmakaavioon on lisätty myös merkintöjä, jotka auttavat paineilmalinjaston kasauksessa ja ymmärtämisessä.

Esimerkiksi lyhenne "KA" tarkoittaa katodi auki.

7.3 Lopullisen kokoonpano-ohjeen viimeistely

Kokoonpano-ohjeiden viimeistely tapahtui tekstin korjauksena ja jäsentelynä sekä joitain lisäyksiä tekemällä. Tulostin, laminoin ja tein kokoonpano-ohjeista kansion, jonka toimitin Bolidenille. Lisäksi palautin sähköisen version työnjohdolle mahdollisten kokoonpanomuutosten tai vastaavien tapausten takia.

8 OSALUETTELON TEKEMINEN

Yrityksen yhtenä toiveena kokoonpanon kehittämiseksi oli eri osalistojen yhdistäminen yhdeksi osalistaksi. Osaluettelossa tulisi olla eriteltyinä omasta varastosta löytyvät osat, tilattavat osat sekä pientarvikkeet. Kaikki osat olivat listattuna räjäytyskuvan alle peräkkäin, jonka lisäksi tilattavista osista ja pientarvikkeista oli omat listat. Päätin yhdistää ja kirjata osalistat Excel-taulukkoon, josta löytyy osien varastopaikat, tilausnumerot ja tarvittavat osien määrät. Myös tähän toimenpiteeseen koulusta oli hyötyä, sillä olin käynyt Excel tehokäyttöön yritysissä -kurssin, joka helpotti osaluettelon kasaamista.

8.1 Osaluetteloiden yhdistäminen

Osalistojen yhdistäminen Excelissä oli melko vaivatonta ja sain yhdisteltyä osalistat loogiseen järjestykseen. Kaikki tarvittava tieto osalistaan, kuten varastopaikat ja tilausnumerot, löytyi aiemmista osaluetteloista. Tämän vuoksi niiden lisääminen omiin sarakkeisiin onnistui myös melko vaivatta. Uuden osaluettelon ansiosta työntekijöiden on helpompi löytää tarvittavat osat. Uusi osalista auttaa tilaajaa myös hahmottamaan, mitä kaikkea atraimeen tarvitsee tilata.

8.2 Osaluettelon liittäminen kokoonpano-ohjeisiin

Liitin osalistan Excel-taulukkona kokoonpano-ohjeen loppuun, jotta osalista on aina työntekijöiden saatavilla. Työntekijöiden toiveesta lisäsin työhohjeisiin vielä erikseen pienosalistan helpottamaan pienosien löytämistä.

Materiaali	TAKO	Määrä	Muu (Tilattava) materiaali	Määrä
LÄHTÖLITIN N/JST 8/6-G/4 UK	585118	2	LETKUNSIDE 40-60	9
SUORANILUUVI R174N AISI316L	147906	2	LETKUNSIDE 38-50	12
POIKOKURISTIN HDV-1/4 AL G1/4	585117	2	PUTKIKIINNITIN PUTKENKIINNIKE A4-36,9 3/4 MUOVIOSAPARI	8
LAIPPASETTI B10014-PM	253691	6	SUOJAKUUMI 1051404 SBR D20/38 L120	
TIIVISTE MK 10438 II	269954	6	JOUSIOKKA 12x40 DIN1481	2
EK-KOTELON KANSIRUUVI	442771	12	O-RENGAS, OR 24,2 X 3MM	8
KANSI LÄPINÄKYVÄ	128036	2	VALAISIN	1
TYHJÄ KOTELO 560x380x150 EKH6X11	287258	2	SYLINTERI PHC-03-63-70-70 PIMATEC	4
VESILETKU PYTHON NY30 EPDM ID19 OD30	585114	1	ALUSLAATTA M16 DIN125 AISI316	16
T-HAARALITIN 8/6 1540 HAPONKESTÄVÄ	583663	16	ALUSLAATTA 10.5 DIN125 AISI316	2
PE-PUTKI PVC-VAIPPA 1XPE-8/6	442173	1	KUUSIOMUTTERI M8 DIN 934 AISI316	34
SUORA LÄHTÖLITIN 8/6-3/8 C1 HAPONKESTÄVÄ	583665	8	KUUSIOMUTTERI NYLOC M20 DIN934 AISI316	2
KULMALÄHTÖLITIN 8/6-3/8 CS HAPONKESTÄVÄ	583664	16	KUUSIOMUTTERI NYLOC M16	12
SUPISTUSNIPPA R1/2x3/8IN AISI316	169218	8	KUUSIOMUTTERI M6	8
KAAPELIHYLLY LEVEYS 200	585115	1	KUUSIOKOLORUUVI M12X50 DIN7984 AISI316	4
PALLONVIELYTKIN PALLONVENTTIILIKIINNITIN	401904	4	KUUSIOKOLORUUVI M12X25 DIN7984 AISI316	20
PALLONVIELYTKIN PALLONVIELYKIINNITIN KJ16D	583203	8	KUUSIOKOLORUUVI M10X40 DIN912 AISI 316	14
TIIVISTERENGAS SIMRIT 50 72 08 BA	205821	8	KUUSIOKOLORUUVI M8X80 DIN912 AISI316	16
URAKUULALAAKERI SKF 6210 2RS	100175	8	KUUSIOKOLORUUVI M8X12 DIN7984 AISI316	180
SYLINTERI P2020/23T-100/25-37.5-37.5-75	401033	2	KUUSIOKOLORUUVI M6X60 DIN912	16
KUUSIOMUTTERI M16 DIN934 AISI316	107606	28	KUUSIOKOLORUUVI M6X30 DIN912	12
VENTTIILIKOTELO KOKOONPANO	584773	1	KUUSIORUUVI M20X100 DIN931 AISI316 LYHENNETÄÄN 20mm	2
VALOKENNON TELINE	584778	2	KUUSIORUUVI M16X160 DIN933 AISI316	16
PESUPUTKI LAITA	585112	2	KUUSIORUUVI M16X80 DIN933 AISI316 LYHENNETÄÄN 20mm	8
PESUPUTKI KESKELLÄ	585111	1	KUUSIORUUVI M16X40 DIN933 AISI316	4
VASTIN	409598	2	KUUSIORUUVI M10X60 DIN933 AISI316	8
ALA-ASENTO RAJAHAITTA	585104	2	KUUSIORUUVI M10X30 DIN933 AISI316	12
SYLINTERIN KORVAKE	584776	1	KUUSIORUUVI M10X20 DIN933 AISI316	118
VALOKENNON TELINE	585113	2	KUUSIORUUVI M8X110 DIN933 AISI316	2
HOLKKI	583202	2	KUUSIORUUVI M8X70 DIN933 AISI316	8
ERISTE	583202	4	KUUSIORUUVI M8X50 DIN933 AISI316	4
SYLINTERIN KORVAKE	584775	2	KUUSIORUUVI M8X30 DIN933 AISI316	12
OHIAUSHOLKKI	406668	4	KUUSIORUUVI M8X20 DIN933 AISI316	8
OHIAUSHOLKKI	585110	2	KUUSIORUUVI M8X16 DIN933 AISI316	2
HOLKKI	585107	4	KUUSIORUUVI M6X12 DIN933 AISI316	124
AKSELI	585102	4	MUOVILEVY 5X38X58 ST1000	8
AKSELIHOLKKI	585103	4	SÄHKÖVENTTIILIKOTELON TELINE	2
OHIAUSPYÖRÄ	442127	4	LIINAKURSTIN	4
JOHDE	417757	4	PESUPUTRIEN VEDEN TULOPUTKET	1
JOHDE	417757	4	SYLINTERIN PYÖRIMISEN ESTOLEVY	4
JOHDE	417755	4	HYLLYN KIINNIKE	3
JOHDE	417755	4	MÄNNÄVÄRREN SUOJAT	
JOHDE	417753	8	SÄÄTÖLEVY	4
JOHDEPALKKI	585109	1	RAIOJEN TELINE	1
JOHDEPALKKI	585108	1	RAIOJEN TELINE	1
ATRAIMEN RUNKO	585105	1	PITKITTÄISSIIRRON RAJAHAITTA	2
			AUKU/KIINNI RAJA	2
			SÄÄTÖLEVY	4
			SÄÄTÖLEVY	8
			SÄÄTÖLEVY	8
			TIIVISTELAIPPA	8
			LEVY B	2
			LEVY A	2
			LEVY	4
			KOUKKUPALKKI KOKOONPANO	2
			LUISTI	4

KUVA 8. Yhdistetty osaluettelo.

Osaluettelossa on eritelty selkeästi omasta varastosta löytyvät osat vasemmalle ja tilattavat osat ja materiaalit oikealle (KUVA 8).

9 OPINNÄYTETYÖN POHDINTA JA PALAUTE

Opinnäytetyössä perehdyttiin prosessin kehittämiseen ja sen tavoitteena oli tehostaa yrityksessä suoritettavaa kokoonpanoprosessia. Kokoonpanoprosessin tueksi luotiin kokoonpano-ohjeet (liite1) ja osaluettelo (liite 2). Työohjeita varten yrityksellä oli tiettyjä toiveita, jotka saatiin toteutettua opinnäytetyön tuloksessa varsin hyvin. Yritys otti työohjeet ja osaluettelon erittäin positiivisesti vastaan, ja ne saivat kehuja niin työntekijöiltä, kuin työnjohdolta. Työohjeissa kuvien määrä ja laatu sekä paineilmakaavio saivat kehuja.

Kokoonpano on yritykselle pitkä prosessi, joka on vaatinut todella paljon ulkomuistista tehtävää työtä. Opinnäytetyön tuotokset antavat hyvän valmiuden tehostaa yrityksen kokoonpanoprosessia, ja ne ovat hyvänä apuna kokoonpanoa suorittavalle työntekijälle sekä osien tilaajalle. Opinnäytetyö sai yrityksen puolesta kiitosta siitä, että työntekijöiden ei enää tarvitse tehdä kaikkea työtä ulkomuistista ja myös muiden työntekijöiden on helpompaa suorittaa kokoonpanoprosessia.

Opinnäytetyön aikatauluttaminen ja suunnittelu realistisesti oli itselleni haastavaa, mutta työnantajan kanssa sovituissa aikatauluissa pysyttiin. Opinnäytetyössä oli mielekästä päästä käyttämään koulussa opittuja taitoja, ja erityisesti paineilmakaavion tekeminen FluidSimin avulla tuotti onnistumisen tunnetta. Opinnäytetyön aikana tuli opittua paljon uusia asioita erityisesti prosessin kehittämisestä ja sen peruskäsitteistä. Opinnäytetyön ohessa opin paljon myös Leanista, Six Sigmasta ja materiaalin hallinnasta, joista sain erityisen hyvää tietoa ja taitoa itselleni tulevaisuuden työelämän kannalta.

LÄHTEET

Boliden Kokkola 2022. Maailmanluokan sinkkitehdas. Saatavissa: <https://www.boliden.com/fi/operations/smelters/boliden-kokkola>. Viitattu 23.3.2023

Boliden Kokkola Sinkkiakatemia 2023. Tietoa sinkistä ja sen valmistuksesta. Saatavissa: <https://bolidenkokkola.fi/sinkkiakatemia/>. Viitattu 23.3.2023

Lapinleimu, I., Kauppinen V. & Torvinen S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Ensimmäinen painos. Helsinki: WSOY.

Karjalainen, E. & Karjalainen, T. 2002. Six Sigma. Uuden sukupolven johtamis- ja laatumenettelmä. 5.painos. Hollola: Quality Knowhow Karjalainen.

Kouri, I., Miettinen, A., Uusi-Rauva, E. & Haverila, M. 2005. Teollisuustalous. 5. p. Tampere: Infacs johtamistekniikka.

Logistiikan maailma 2023a. Materiaalin ohjaus nimiketasolla. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/materiaalinohjaus/materiaalin-ohjaus-nimiketasolla/>. Viitattu 6.5.2023

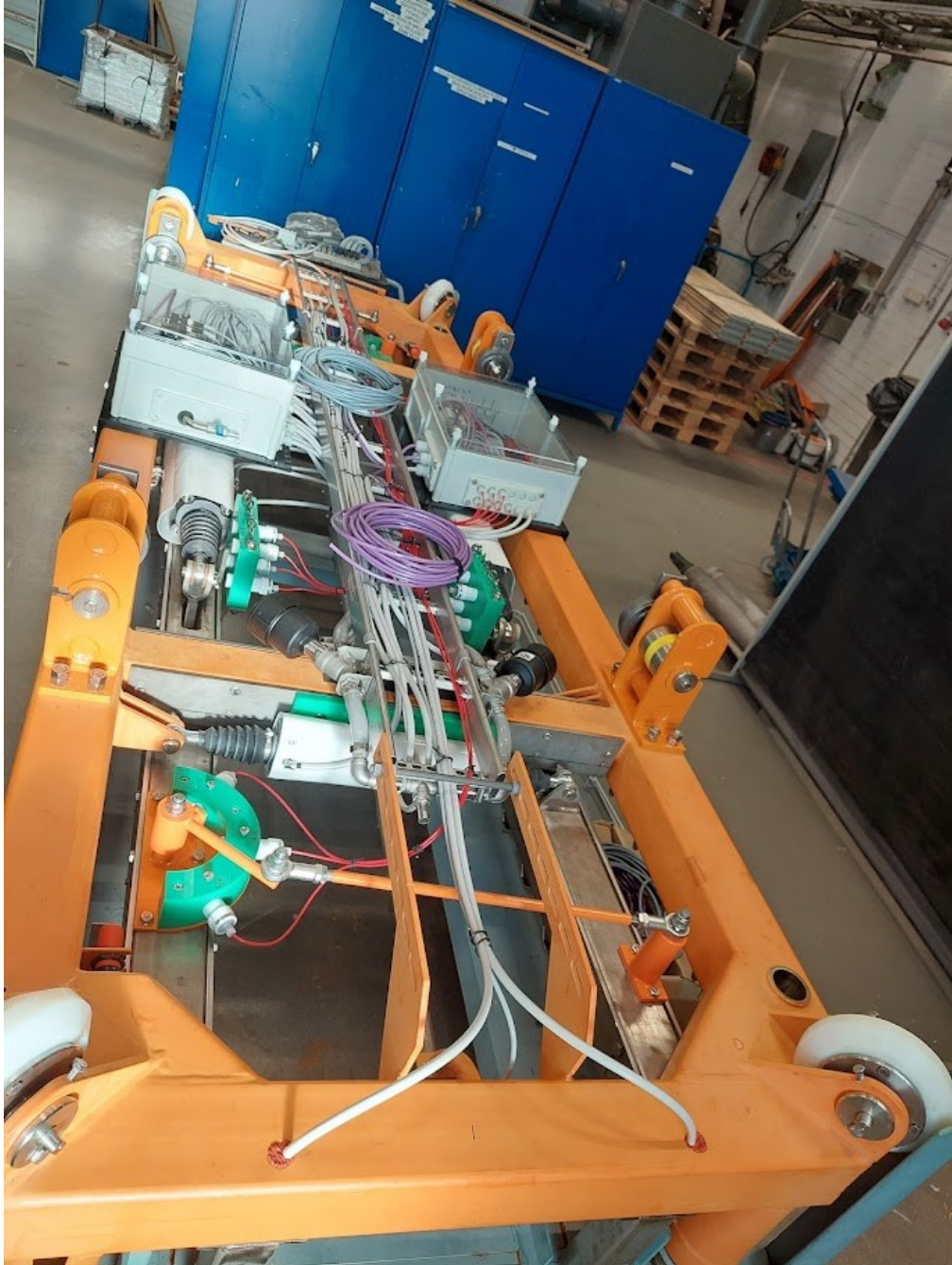
Logistiikan maailma 2023b. Lämpöajan lyhentäminen. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/lampaisyajan-lyhentaminen/>. Viitattu 25.4.2023

Martinsuo, M. & Blomqvist, M. 2010. Prosessien mallintaminen osana toiminnan kehittämistä. Opetusmoniste. Tampereen teknillinen yliopisto. Teknis-taloudellinen tiedekunta. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tyy-201012131381>. Viitattu 21.5.2023

Makkonen, S. & Lavikainen, P. 2020. Työohjeet apuna asiantuntijatyössä. LAB Pro. Saatavissa: <https://www.labopen.fi/lab-pro/tyoohjeet-apuna-asiantuntijatyossa/> Viitattu 27.4.2023

SFS-EN ISO 9001: 2015 Laatujohtamisen standardi

Atraimen kasausohjeet



Atraimen kasauksen valmistelu

- Pulttien poisto atraimen rungosta.
- Kierteiden ja korvakkeiden reikien avaus ja putsaus.

Muovien sovittaminen ja asennus poskipalkkeihin

- Palkki kiinnitetään ruuvipenkkiin pultteja avuksi käyttäen.
- Paksumpi muovi viistetty reuna kulman suuntaisesti.
- Ylempi ohut muovi paksumman alemman muovin uraan.
- Ruuveihin kierreliima ja käsin kiristys.
- Ohuempaan muoviin 5,2 mm reiät ja M6 kierteitys palkin takapuolelta, kiinnitys ruuvilla.
- Muovien viistäminen palkin päädyn mukaiseksi.
- Samat toiminnot sekä pitkiin, että lyhyihin palkkeihin.
- Lopuksi poistetaan ylimääräiset silikonit ja puhdistetaan pinnat



kontaktin ja levyn pesuputkien kiinnitys

- Pesuputket kiinnitetään runkoon kuvien mukaisesti vihreitä kiinnityspaloja käyttäen.



Liinakiristimen kasaus

- Liinakiristimiä 4kpl
- Akseliin kiinnitetään kolme kiilaa. Ruuvit kiinnitetään kierreliiman kanssa.
- Akseli ja liinatela kiinnitetään runkoon seger sokalla ja ruuvilla.
- Ylimääräinen viistetty jarrukiila laitetaan mukaan kasausta varten.

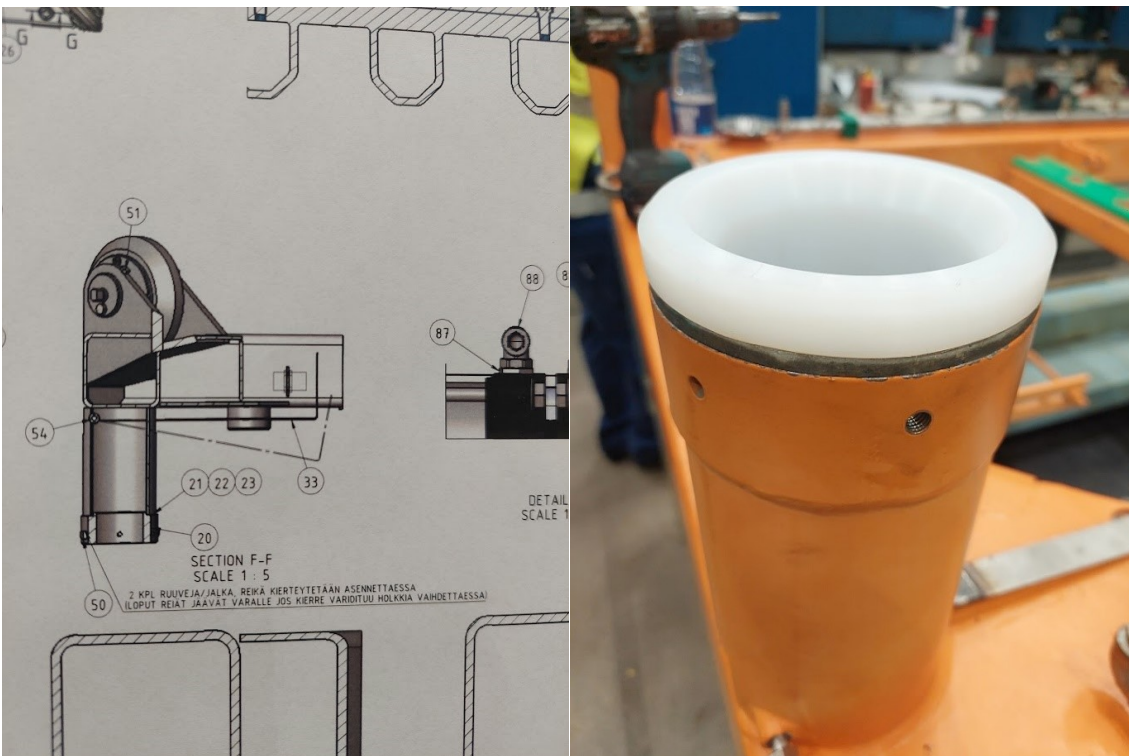


Eristeiden kiinnittäminen johdepalkkeihin ja atraimen rungon poikittaispalkkeihin.

- Eristeet kiinnitetään johde-, ja poikittaispalkkeihin ruuveilla.
- Reikien päälle lisätään lopuksi rtv-supersilikoni ja siistitään pinnat silikonin kuivuttua.



Atraimen jalaksien kiinnitys



- 2KPL ruuveja/jalka. Reikä kierteitetään asennettaessa.
- . Loput reiät jäävät varalle, jos kierre vaurioituu holkkia vaihdettaessa. 5 mm simmi holkin ja jalaksen väliin.

Valokennon telineiden kiinnitys



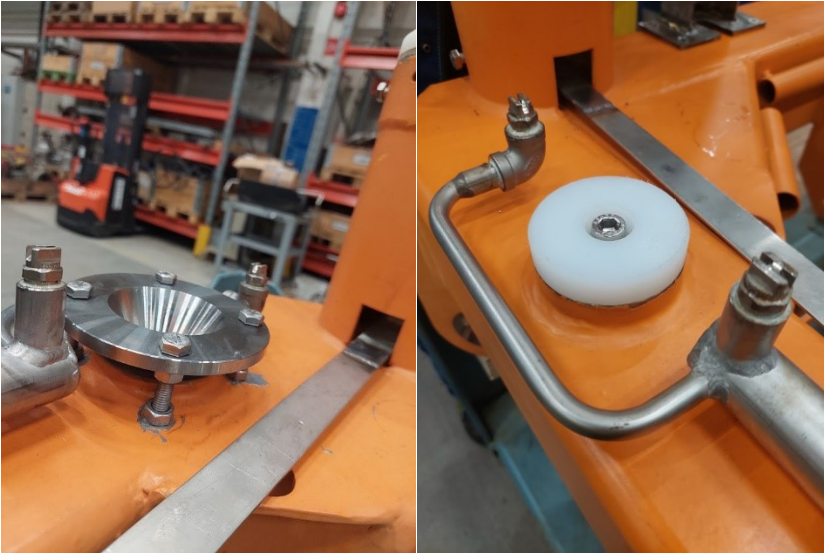
Valokennon telineet kiinnitetään atraimen runkoon neljällä pultilla. Pultit tulisi olla telineen tasalla, joten tehdään senkkaus tarvittaessa.



- Toiseen päähän atrainta valokennon telineet tulevat kiinni kuvan mukaisesti.
- Toinen kisko leikataan kahtia, jotta toinen reikä jää vapaaksi valokennon johtoa varten.

Ohjausholkkien kiinnitys

- Kiinnitetään ohjausholkit ja säätölevyt kuvien mukaisesti.
- Ruuvien kiinnityksessä käytettävä Chesterstonea kiinnileikkauksen välttämiseksi.
- Ohjausholkit ja säätölevyt simmataan myöhemmässä vaiheessa.



Sylintereiden valmistelu

- Sylintereiden suojakumiin tehdään pieni ilmanottoreikä.
- Suojakumit kiinnitetään sylinteriin klemmareilla kuvan mukaisesti.
- Päätyvaimentimien ruuvit löystytetään sylinterin rungon tasalle.
- Sylinterin nivelpäät kiinnitetään sylinterin päihin.
- Valkoiseen suojapussiin tehdään reiät supistusliittimien kohdalle ja kiinnitetään supistusliittimet.
- Pienempiin sylintereihin tehdään samat toimenpiteet.



Johdepalkkien asennus

- Johdepalkkeihin kiinnitetään aluslevyt pulteilla.
- Johdepalkit asennetaan atraimen päälle ja kiinnitetään poskilevyjen (lyhyet eristetyt palkit) avulla.
- Palkkeihin kiinnitetään sylintereiden pyörimisen esto levyt.



Koukkupalkin kiinnitys

- Koukkupalkki kiinnitetään johdepalkkiin pulteilla + kierreliima.
- Koukkupalkit kiinnitetään atraimeen lopuksi poskipalkkien avulla (pitkät eristetyt palkit). Poskipalkit pultataan kiinni johdepalkkeihin.



Sylinterin korvakkeiden ja sylintereiden kiinnitys

Sylinterin korvakkeet kiinnitetään johdepalkkien alapuolelle (yläpuolelle pöydän kääntämisen jälkeen).



- Sylintereiden kiinnitys tapahtuu pöydän atraimen kääntämisen jälkeen. Isommat sylinterit kiinnitetään korvakkeisiin bakeliitin viistetty puoli alaspäin.
- Pienemmät sylinterit kiinnitetään atraimen ja sylinterin korvakkeisiin suojakumin reikä alaspäin.



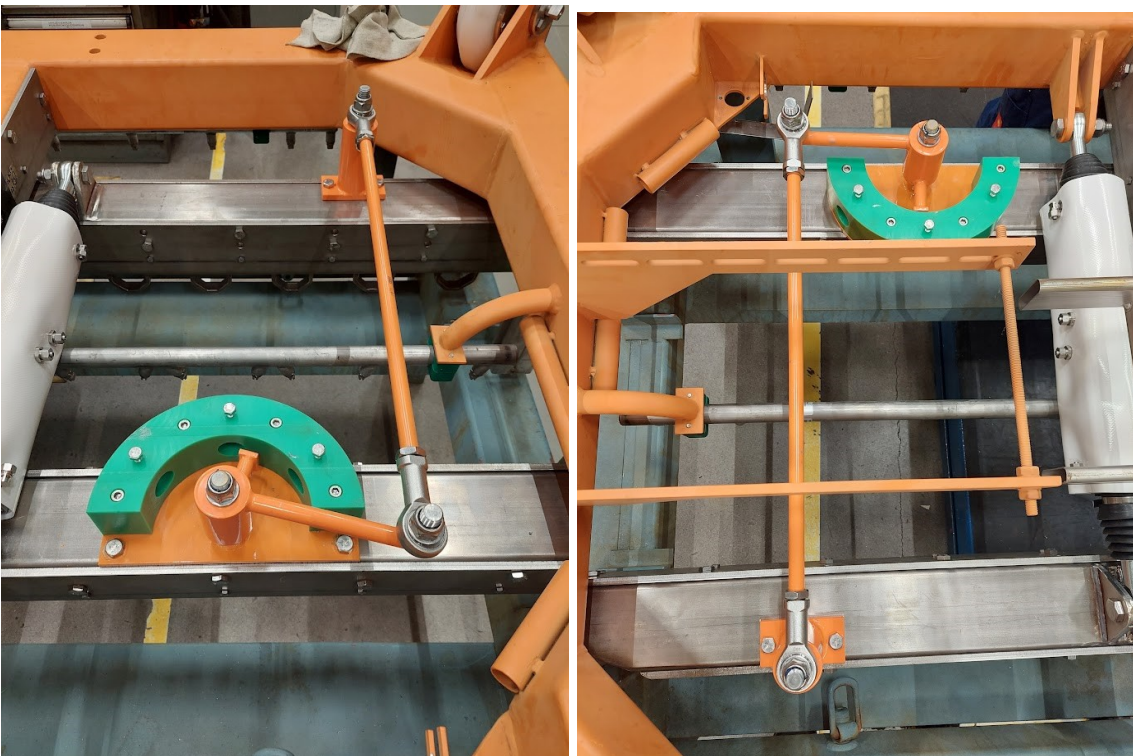
Ohjauspyörien kiinnitys

Ohjauspyörät kiinnitetään atraimen kulmiin kuvan mukaisesti Chesterstonea ja lyömätyökälua avuksi käyttäen.



Rajapaketin asennus

Rajapaketit kasataan ja asennetaan kuvien mukaisesti.

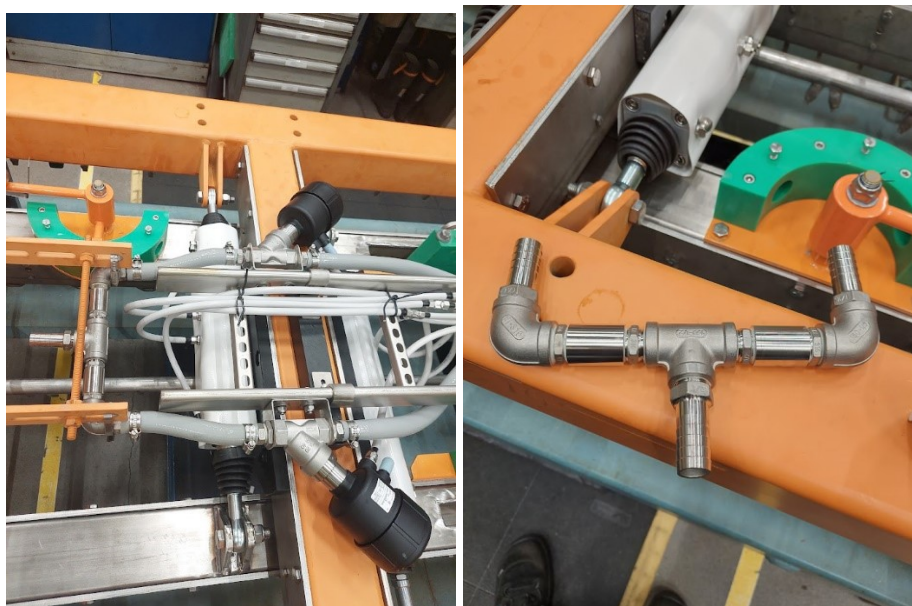


Pesulinjaston asennus

Pesuputket kiinnitetään pesulinjaan kuvien mukaisesti. Pesuputkien ja atraimen rungon väliin tulee tukipalat, ja runkoon tehdään 5,2 mm reiät, jotka kierteitetään m6 kierteitystyökalulla.

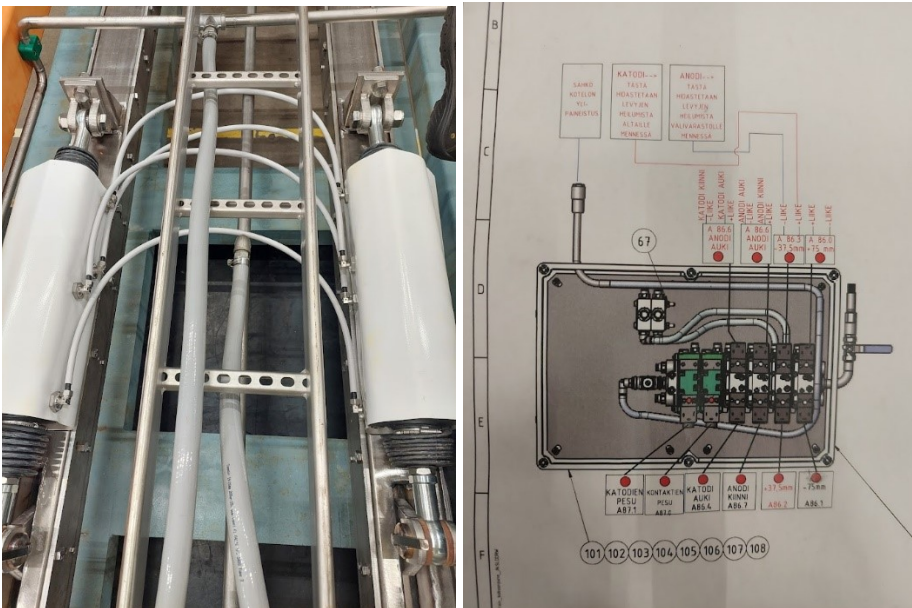


- Pesulinjaan lisätään vesiventtiilit, jotka ohjaavat veden kulkua. Venttiileihin kiinnitetään paineilmaaliitin ja äänenvaimennin.
- Venttiilit kiinnitetään kaapelihihlyyn päähän kuvan mukaisesti.
- Paineilmaventtiileiltä vedetään paineilmaletkut paineilman ohjainkoteloon ja liitetään niille tarkoitettuun paikoille, jotka löytyvät paineilmakotelon kaaviokuvasta.
- Pesulinjan päähän tehdään t-liitin, josta tulee vettä venttiileille. Venttiileiltä vedetään vesiletkut t-haaralle sekä pesulinjoille kuvien mukaisesti.

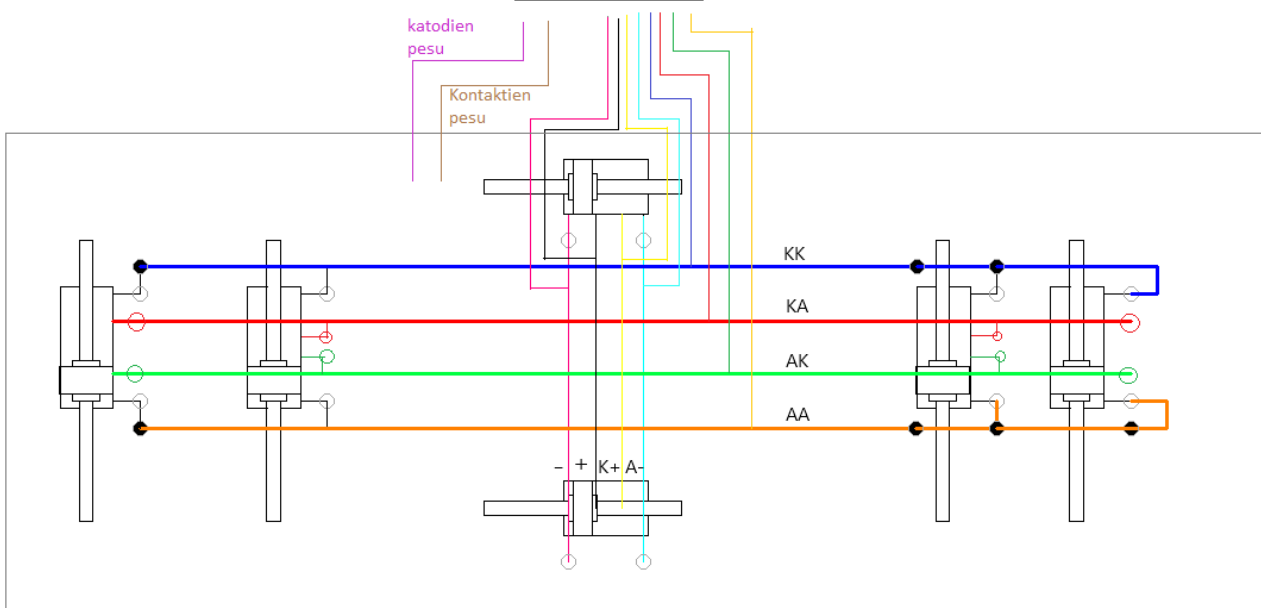


Paineilmalinjaston asennus

- Isommat sylinterit liitetään toisiinsa paineilmaletkuilla. Paineilmaletkut kulkevat kuvan ja kaaviokuvan mukaisesti.
- Pienemmät sylinterit yhdistetään toisiinsa kaaviokuvan mukaisesti. Keskimmäisten pienempien sylintereiden kohdalle tehdään t-liittimet, joista paineilma jakautuu sylintereille. T-liittimet tehdään myös paineilman ohjainkotelon kohdalle, josta paineilmaletkut johdetaan paineilman ohjauksyksikköön niille tarkoitetuille paikoille, jotka löytyvät ohjauksyksikön kaaviosta.



Paineilman ohjainkotelon kaavio



Materiaali	TAKO	Määrä	Muu (Tilattava) materiaali	Määrä
LÄHTÖLIITIN NI/ST 8/6-G1/4 UK	585118	2	LETKUNSIDE 40-60	9
SUORAMUHVI R174IN AISI316L	147906	2	LETKUNSIDE 38-50	12
POISTOKURISTIN HDV-1/4 AL G1/4	585117	2	PUTKIKIINNITIN PUTKENKIINNIKE A4-26,9 3/4 MUOVIOSAPARI	8
LAIPPASETTI B10014-PM	253691	6	SUOJAKUMI 1051404 SBR D20/38 L120	
TIIVISTE MK 10438 II	269954	6	JOUSISOKKA 12X40 DIN1481	2
EK-KOTELON KANSIRUUVI	442771	12	O-RENGAS, OR 24,2 X 3MM	8
KANSI LÄPINÄKYVÄ	128036	2	VALAISIN	1
TYHJÄ KOTELO 560X380X150 EKH6X11	287258	2	SYLINTERI PHC-03-63-70+70 PIMATEC	4
VESILETKU PYTHON NY30 EPDM ID19 OD30	585114	1	ALUSLAATTA M16 DIN125 AISI316	16
T-HAARALIITIN 8/6 1540 HAPONKESTÄVÄ	583663	16	ALUSLAATTA 10.5 DIN125 AISI316	2
PE-PUTKI PVC-VAIPPA 1XPE-8/6	442173	1	KUUSIOMUTTERI M8 DIN 934 AISI316	34
SUORA LÄHTÖLIITIN 8/6-3/8 C1 HAPONKESTÄVÄ	583665	8	KUUSIOMUTTERI NYLOC M20 DIN934 AISI316	2
KULMALÄHTÖLIITIN 8/6-3/8 C5 HAPONKESTÄVÄ	583664	16	KUUSIOMUTTERI NYLOC M16	8
SUPISTUSNIPPA R1/2X3/8IN AISI316	169218	8	KUUSIOMUTTERI M6	12
KAAPELIHYLLY LEVEYS 200	585115	1	KUUSIOKOLORUUVI M12X50 DIN7984 AISI316	4
PALLONIVELKYTKIN PALLOVENTTIILIKIINNITIN	401904	4	KUUSIOKOLORUUVI M12X25 DIN7984 AISI316	20
PALLONIVELKYTKIN PALLOVENTTIILIKIINNITIN KJ16D	583203	8	KUUSIOKOLORUUVI M10X40 DIN912 AISI 316	14
TIIVISTERENGAS SIMRIT 50 72 08 BA	205821	8	KUUSIOKOLORUUVI M8X80 DIN912 AISI316	16
URAKUULALAAKERI SKF 6210 2RS	100175	8	KUUSIOKOLORUUVI M8X12 DIN7984 AISI316	180
SYLINTERI P2020/23T-100/25-37.5-37.5-75	401033	2	KUUSIOKOLORUUVI M6X60 DIN912	16
KUUSIOMUTTERI M16 DIN934 AISI316	107606	28	KUUSIOKOLORUUVI M6X30 DIN912	12
VENTTIILIKOTELO KOKOONPANO	584773	1	KUUSIORUUVI M20X100 DIN931 AISI316 LYHENNETÄÄN 20mm	2
VALOKENNON TELINE	584778	2	KUUSIORUUVI M16X160 DIN933 AISI316	16
PESUPUTKI LAITA	585112	2	KUUSIORUUVI M16X80 DIN933 AISI316 LYHENNETÄÄN 20mm	8
PESUPUTKI KESKELLÄ	585111	1	KUUSIORUUVI M16X40 DIN933 AISI316	4
VASTIN	409598	2	KUUSIORUUVI M10X60 DIN933 AISI316	8
ALA-ASENTO RAJAHAITTA	585104	2	KUUSIORUUVI M10X30 DIN933 AISI316	12
SYLINTERIN KORVAKE	584776	1	KUUSIORUUVI M10X20 DIN933 AISI316	118
VALOKENNON TELINE	585113	2	KUUSIORUUVI M8X110 DIN933 AISI316	2
HOLKKI	583202	2	KUUSIORUUVI M8X70 DIN933 AISI316	8
ERISTE	583202	4	KUUSIORUUVI M8X50 DIN933 AISI316	4
SYLINTERIN KORVAKE	584775	2	KUUSIORUUVI M8X30 DIN933 AISI316	12
OHJAUSHOLKKI	406668	4	KUUSIORUUVI M8X20 DIN933 AISI316	8
OHJAUSHOLKKI	585110	2	KUUSIORUUVI M8X16 DIN933 AISI316	2
HOLKKI	585107	4	KUUSIORUUVI M6X12 DIN933 AISI316	124
AKSELI	585102	4	MUOVILEVY 5X38X58 ST1000	8
AKSELIHOLKKI	585103	4	SÄHKÖVENTTIILIKOTELON TELINE	2
OHJAUSPYÖRÄ	442127	4	LIINAKIRISTIN	4
JOHDE	417757	4	PESUPUTKIEK VEDEN TULOPUTKET	1
JOHDE	417757	4	SYLINTERIN PYÖRIMISEN ESTOLEVY	4
JOHDE	417755	4	HYLLYN KIINNIKE	3
JOHDE	417755	4	MÄNNÄVARREN SUOJAT	
JOHDE	417753	8	SÄÄTÖLEVY	4
JOHDEPALKKI	585109	1	RAJAJEN TELINE	1
JOHDEPALKKI	585108	1	RAJAJEN TELINE	1
ATRAIMEN RUNKO	585105	1	PITKITTÄISSIIRRON RAJAHAITTA	2
			AUKI/KIINNI RAJA	2
			SÄÄTÖLEVY	4
			SÄÄTÖLEVY	8
			SÄÄTÖLEVY	8
			TIIVISTELAIPPA	8
			LEVY B	2
			LEVY A	2
			LEVY	4
			KOUKKUPALKKI KOKOONPANO	2
			LUISTI	4

	määrä (kp)
aluslaatta M16 DIN125 AISI316	32
aluslaatta 10.5 DIN125 AISI316	4
kuusiomutteri M8 DIN 934 AISI316	68
kuusiomutteri nyloc M20 DIN934 AISI316	4
kuusiomutteri M16 DIN934 AISI316	56
kuusiomutteri nyloc M16	16
kuusiomutteri M6	24
kuusiokoloruuvi M12x50 DIN7984 AISI316	8
kuusiokoloruuvi M12x25 DIN7984 AISI316	40
kuusiokoloruuvi M10x40 DIN912 AISI316	28
kuusiokoloruuvi M8x80 DIN912 AISI316	32
kuusiokoloruuvi M8x12 DIN7984 AISI316	360
kuusiokoloruuvi M6x60 DIN912	32
kuusiokoloruuvi M6x30 DIN912	24
kuusioruuvi M20x80 DIN931 AISI316	4
kuusioruuvi M16x160 DIN933 AISI316	32
kuusioruuvi M16x60 DIN933 AISI316	16
kuusioruuvi M16x40 DIN933 AISI316	8
kuusioruuvi M10x60 DIN933 AISI316	16
kuusioruuvi M10x30 DIN933 AISI316	24
kuusioruuvi M10x20 DIN933 AISI316	236
kuusioruuvi M8x110 DIN933 AISI316	4
kuusioruuvi M8x70 DIN933 AISI316	16
kuusioruuvi M8x50 DIN933 AISI316	8
kuusioruuvi M8x30 DIN933 AISI316	24
kuusioruuvi M8x20 DIN933 AISI316	16
kuusioruuvi M8x16 DIN933 AISI316	4
kuusioruuvi M6x12 DIN933 AISI316	248