



ILMANKÄSITTELY-YKSIKÖN STANDARDISOINTI

ROBERT WARGH

OPINNÄYTETYÖ
Lokakuu 2021

Konetekniikka
Tuotekehitys

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikka
Tuotekehitys

WARGH ROBERT:
Ilmankäsittely-yksikön standardisointi

Opinnäytetyö 63 sivua, joista liitteitä 27 sivua
Lokakuu 2021

Tässä opinnäytetyössä käsitellään paineilman puhdistamista, ISO 8573 standardin mukaista paineilmaa sekä paineilman jälkikäsittelyyn käytettäviä laitteita. Opinnäytetyön tilaaja Amada Automation Europe asetti projektin tavoitteeksi standardisoida heidän koneissaan käytettävät ilmankäsittely-yksiköt. Tarkoituksena oli löytää koneiden yhteiset tekijät niin, että saataisiin mahdollisimman monta konetta käyttämään samaa ilmankäsittely-yksikköä. Suurimpana tutkimusongelmana oli löytää ilmansuodatusta käsitteleviä aineistoja.

Tuloksena saatiin kattava teoriaosuus paineilman puhdistamisesta sekä entisten yhdeksän sijaan kolme erimallista ilmankäsittely-yksikköä, joista jokainen yksikkö on optimoitu ilmankulutuksen ja painehäviöiden osalta.

Tuloksiin voidaan olla tyytyväisiä koska kaikkiin asetettuihin tavoitteisiin päästiin ja puuttuvat tiedot löytyivät. Työssä huomattiin, että osa paineilmakomponenteista olivat väärin mitoitettuja ja sekä asennus- että huoltomanuaaleista puuttui jonkin verran tietoja. Kehittämissuhteeksi onkin tarkastaa manuaalit ja korjata niissä olevat puutteet sekä varmistaa että kaikki paineilmakomponentit on mitoitettu oikein.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Program in Mechanical Engineering, Product Development

WARGH ROBERT:
Standardisation of Air Handling Unit

Bachelor's thesis 63 pages, appendices 27 pages
October 2021

The objective of this thesis was to standardize air handling units for Amada Automation Europe. The aim was to find the common factors such as air consumption, outlet pressure and port sizes to get as many machines as possible to use the same air handling unit. The information about air consumption, pressure ratio, and the number of outputs was collected from the company's database. The theory part of this thesis contains information about air purity classification in accordance with the ISO 8573 standard and devices used for handling compressed air.

As a result of the project, three different air handling units were made to fulfil the needs of all the company's machines, where every unit is optimized according to air consumption and pressure drop. This was a significant improvement to the company's management of different units compare to about 10 different air handling units at the beginning of the project.

All the goals set were achieved. During the thesis work it was found that some of the air handling units where incorrectly dimensioned and some information was missing in the mounting- and service manuals. The recommendation is therefore to check the dimensioning of other pneumatic components and also read through the manuals to check for missing information.

Key words: air handling, compressed air, ISO 8573, air filtration

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	YRITYSESITTELY	8
	2.1 Amada konsernina	8
	2.2 Amada Automation Europe	8
	2.2.1 FO	9
	2.2.2 NCT	10
	2.2.3 CS	11
3	PNEUMATIikka	12
	3.1 Paineilman koostumukset	12
	3.1.1 Kosteus	12
	3.1.2 Muut sisällöt	12
	3.2 Paineilman puhdistaminen	13
	3.3 Huoltolaitteet	15
	3.3.1 Suodatus	15
	3.3.2 Paineensäätö ja mittaus	19
	3.4 Painehäviö ja ilmankulutus.....	20
4	TOTEUTUS	21
	4.1 Koneiden spesifikaatiot	21
	4.1.1 Ilmankulutukset.....	21
	4.1.2 Tilantarve.....	22
	4.1.3 Paineilma-ulosottojen määrä, koko ja paine	23
	4.2 Käytössä olevat ilmankäsittely-yksiköt	24
	4.2.1 Eroavaisuudet.....	24
	4.3 Ilmankäsittely-yksiköiden valinta	26
	4.3.1 Suodatinyksikön valinta	26
	4.3.2 Eri variaatiot	28
5	IMPLEMENTOINTI	31
	5.1 Tarvittavien muutosten listaus.....	31
	5.1.1 Paineenrajoitusventtiilin asentaminen	31
6	POHDINTA	34
	LÄHTEET	35
	LIITTEET	37
	Liite 1. Kuvakollaasi 1(3).....	37
	Liite 1. Kuvakollaasi 2(3).....	38
	Liite 1. Kuvakollaasi 3(3).....	39
	Liite 2. Ilmankulutuskaskuri.....	40

Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	1(22).....	41
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	2(22).....	42
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	3(22).....	43
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	4(22).....	44
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	5(22).....	45
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	6(22).....	46
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	7(22).....	47
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	8(22).....	48
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	9(22).....	49
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	10(22).....	50
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	11(22).....	51
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	12(22).....	52
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	13(22).....	53
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	14(22).....	54
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	15(22).....	55
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	16(22).....	56
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	17(22).....	57
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	18(22).....	58
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	19(22).....	59
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	20(22).....	60
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	21(22).....	61
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.	22(22).....	62
Liite 5. Käytössä olevat ilmankäsittely-yksiköt		63

TERMIT

Taittokone	Kone, jolla taivutetaan peltejä.
Laserleikkuri	Laite, jossa peltejä leikataan lasersäteen avulla.
Paletti	Alusta, jota Amada käyttää siirtääkseen peltejä laserleikkureihin ja sieltä pois, alustat käytetään myös AAE:n varastohyllyissä.
Painekatkaisin	Katkaisin, joka antaa hälytyksen, jos paine tippuu säädetyn rajan alle.

1 JOHDANTO

Paineilman on oltava riittävän puhdasta paineilmakäyttöisten koneiden optimaalisen toiminnan kannalta. Likainen paineilma voi tukkia venttiilit ja muut kriittiset osat, kun taas vesi hapettaa putkistoja sekä toimilaitteita sisältäpäin. Opinnäytetyö on tehty Amada Automation Europe yritykselle (jatkossa AAE). Tarkasteltavana aiheena on paineilman puhdistaminen, ilmankäsittely-yksiköt, niiden standardisointi sekä siihen liittyvät paineilman huoltolaitteet. Tästä opinnäytetyöstä on rajattu pois kompressoreiden ilmankäsittelylaitteet koska ne eroavat jonkin verran paineilmakäyttöisten koneiden ilmankäsittelylaitteista ja opinnäytetyöstä olisi tullut liian laaja, jos nekin olisivat olleet mukana.

Yrityksellä on tällä hetkellä noin 20 erimallista konetta, ja niissä on yhteensä työn tilaajan mukaan ainakin kahdeksan erilaista ilmankäsittely-yksikköä. Opinnäytetyössä tullaan tarkastelemaan koneiden ilmakulutukset, käytössä olevien ilmankäsittely-yksiköiden määrää, mitkä suodatinkoot sopivat parhaiten, sekä ilmaliitimien, ja letkujen ym. kokoja. AAE käyttää paineilmalaitteita, joiden valmistaja on SMC Pneumatics (SMC). Tässä opinnäytetyössä tullaan käyttämään sen valmistamia komponentteja.

Opinnäytetyön tilaaja asetti opinnäytetyölle seuraavat tavoitteet:

1. kartoittaa koneiden tarpeet (ilmanpaine, ilmakulutus, koko, paineanturit ja ulosottojen määrä)
2. listata tällä hetkellä käytössä olevat ilmankäsittely-yksiköt ja niiden tiedot
3. dokumentoida, missä kohtaa ilmankäsittely-yksiköt ovat asennettuja tällä hetkellä, sekä varmistaa, että uusi yksikkö mahtuu samalle paikalle
4. tehdä ehdotuksia siitä, mitkä yksiköt voitaisiin yhdistää ja mitä olisi tehtävä, että tämä on mahdollista
5. implementoida ehdotuksia niin pitkälle, kun on mahdollista

2 YRITYSESITTELY

2.1 Amada konsernina

Amada perustettiin Japanissa vuonna 1946 Hr. Isamu Amada:n toimesta. Yrityksen ensimmäisiin tuotteisiin kuuluivat mm. vannesahat, jotka vieläkin kuuluvat Amada:n tuotevalikoimaan. Toiminta laajeni myöhemmin taittokoneisiin sekä levytyöstökeskuksiin ja laserleikkauskoneisiin. Amada on tänä päivänä yksi isoimmista korkeateknologisia pellintyöstökoneiden valmistajista. Konserni käsittää globaalisti yli 100 yritystä, joilla on yhteensä enemmän kuin 9000 työntekijää, joista noin 2000 työskentelee Euroopassa. (Snellman. 2021.)

2.2 Amada Automation Europe

AAE on perustettu nimellä Leif Käldman Innovation (LKI) Pännäisissä vuonna 1979. Yritys aloitti yhden miehen yrityksenä teollisuuden alihankkijana, ja pysyi sellaisena vuoteen 1987 saakka. Yrityksen ensimmäinen oma tuote oli taittokoneeseen suunniteltu, ohjelmoitava pysäytin, joka valmistui vuonna 1984. (Bäck. 2020). Pysäyttimellä saadaan säädettyä levyn syvyyttä taittokoneessa, jolloin saadaan levy taitettua oikeasta kohdasta.

1990-luvulla aloitettiin levynhallintalaitteiden pienimuotoinen valmistus ja 1995 valmistettiin ensimmäinen levynhallinta-automaatio, joka oli yhteensopiva Amada:n levyntyöstökeskuksen kanssa. Samaan aikaan EU:ssa tuli voimaan uusia CE-vaatimuksia, jotka myötävaikuttivat siihen, että Amada:n mielestä oli helpompaa myydä eurooppalaisille asiakkailleen Euroopassa valmistuneita koneita. Tästä alkoi Amada:n ja LKI:n yhteistyö. Amada:n avulla LKI:n liikevaihto nousi neljässä vuodessa 30-kertaiseksi ollen vuonna 1999 n. 9 miljoonaa euroa. (Bäck. 2020.)

Amada osti 20 % yrityksestä vuonna 2009, tämän jälkeen he ovat pikkuhiljaa kasvattanut omistustaan yrityksestä, kunnes vuonna 2020 he ostivat LKI:n kokonaan ja yrityksen nimeksi tuli Amada Automation Europe (AAE). (Bäck. 2020.)

Yrityksen päämarkkina-alue on Eurooppa, mutta koneita myydään myös Pohjois-Amerikkaan. AAE:n liikevaihto on melkein nelinkertaistunut 20 viimeisen vuoden aikana ja henkilöstö on kasvanut n.130 henkilöllä (ollen vuonna 2021 n.170 henkilöä). (Snellman. 2021.)

AAE tekee pääasiassa koneita kolmelle eri levykoolle:

1. 3015 joka on 3x1,5 m (NCT malleissa nimellä 300)
2. 4020 joka on 4x2m
3. 300/40 joka on 4x1,5 m (käytetään vain NCT malleissa).

Alaluvuissa 2.2.1–2.2.3 listataan kaikki opinnäytetyöhön liittyvät koneet, sekä kerrotaan hieman niiden toiminnasta. Kuvakollaasi koneista löytyy liitteestä 1.

2.2.1 FO

Amada:n laserleikkureiden nimi on FO (Flying Optics), nimi tulee siitä, että pellit pysyvät paikallaan ja optinen leikkauspää liikkuu. AAE valmistaa FO-leikkureihin seuraavia automaatiojärjestelmiä.

1. MPF 3015 (ManiPulator Flexit), joka on ns. lähtötason palettivaihtaja. Tämä on nykyään yksinkertaisin AAE:n tekemä lasereille saatava automaatio. Sillä on kaksi palettia, jossa toisella voidaan pitää valmiiksi leikat-
tujen peltejä ja toisella raakamateriaalia, ja näin ollen uusi pelti on lähdössä sisälle, kun leikattu pelti tulee ulos.
2. ASF 3015 EU (Advanced Storage system for Flying optics laser cutting machine) on MPF 3015 kone, jossa on lisänä vielä automaattinen varastohylly. Tämä tarkoittaa, että koneeseen mahtuu yhteensä 30 000 kg materiaalia.
3. ASF II 3015 EU on jatkokehitetty ASF 3015 EU:sta, (mm. palettivaihtajaa on saatu parannettua merkittävästi) ja tulee lähitulevaisuudessa korvaamaan edeltäjänsä.
4. ASLUL 3015 (Automatic Storage for Loading and UnLoading) on yksi AAE:n tunnetuimmista koneista, jota on valmistettu yli 700kpl. Se on ASF

3015 EU:ta yksinkertaisempi ja vankempi, mutta sen sykli aika on merkittävästi pidempi.

5. ASLUL II 4020 (Automatic Storage for Loading and UnLoading) kone on 3015 mallin isovelji, jolla saadaan käsiteltyä 4 x 2 m:n peltejä. Koneessa on AAE:n koneista suurin kapasiteetti. Sillä pystytään käsittelemään 10 palettia, joiden yhteenlaskettu kapasiteetti on 33000 kg.
6. MP 4020 on matalampi versio ASLUL II 4020:sta, ja se on samalla isoimpien peltikokojen lähtötason automaatio.
7. TK 3015 EU (TaKe Out) on poimintarobotti, jolla pystytään poimimaan ja lajittelemaan laserleikattuja osia.

2.2.2 NCT

Amada:n levyntyoöstokeskukset ovat nimeltään NCT (Numeric Controlled Turret). Levyntyoöstokeskuksissa on lävistyspää, jolla pystytään reiättämään, muotoilemaan ja leikkaamaan peltejä. NCT-kombikoneissa löytyy lyöntipään lisäksi laserleikkauspää. AAE valmistaa NCT-koneisiin seuraavia automaatiojärjestelmiä.

1. L III 300, L III 300/40 (Loader) on automaattinen levynsyöttöasema, joka syöttää NCT koneeseen uusia peltejä.
2. MP Sheetcat 3015 (ManiPulator) on L III:sta seuraava askel, joka pystyy sekä syöttämään koneeseen uusia peltejä että poistamaan stanssattuja peltejä poimintapöydälle, josta kone tai ihminen pystyy poimimaan ja lajittelemaan valmiita osia.
3. AS III MP 300, AS III MP 300/40 (Automatic Storage ManiPulator) on muuten sama kone, kun MP Sheetcat mutta sillä on lisäksi 9 paletin automaattinen varastohylly.
4. PR III UL 300 (Picking Robot) on poimintarobotti, joka poistaa ja lajittelee valmiiksi stanssatut kappaleet.
5. R 3015 TK (Rear TaKe Out) on kehittyneempi poimintarobotti, joka pystyy poistamaan huomattavasti monimutkaisempia stanssattuja osia kuin PR III.

2.2.3 CS

CS II (Compact Storage) on AAE:n automaattivarastojärjestelmä. Järjestelmä koostuu varastohyllyistä sekä automatisoidusta nosturista. CS voidaan modulisoida asiakkaan toiveiden mukaan. Varastohyllyjä saa eri korkuisina ja hyllyjen määrä on periaatteessa ääretön. Järjestelmään voidaan yhdistää AAE:n eri koneita, jolloin saadaan aikaan täysin automaattisoitu tehdasjärjestelmä.

3 PNEUMATIikka

3.1 Paineilman koostumukset

Paineilman puhtaus on paineilmakäyttöisissä laitteissa äärimmäisen tärkeää, ja vaikka otettaisiin luonnosta puhtain mahdollinen ilma se ei sovi paineilmalaitteisiin ilman käsittelyä. Ilman on kuljettava erilaisten puhdistusvaiheiden läpi, aina kompressorin ilmanotosta, käyttölaitteen toimilaitteisiin saakka ollakseen riittävän puhdasta käytettäväksi teollisuudessa. Paineilman saasteet voidaan jakaa kolmeen eri tyyppiin. Kosteus, isommat molekyylit kuten öljy ja terva sekä partikkelit kuten ruoste ja hiilijäämät. (SMC Pneumatics n.d. 6.)

3.1.1 Kosteus

Jotta ilmasta olisi hyötyä teollisuudessa, se yleensä paineistetaan, mikä lisää sen vesikapasiteettia. Kun paine vapautuu työkalun tai muun laitteen käyttämiseen, ympäristön olosuhteet ovat yleensä täydelliset kondenssiveden muodostamiseksi. Nämä vesipisarot, jotka ovat usein paljaalla silmällä näkymättömiä, voivat aiheuttaa kielteisiä vaikutuksia moniin prosesseihin. Normaaleissa olosuhteissa, jolloin imuilman lämpötila on 20 astetta ja paineilmajärjestelmän paine on 10 bar, yhteen kilogrammaan ilmaa mahtuu noin 15 grammaa vettä. Mittakaavan vuoksi, jos kompressori on käynnissä muutaman tunnin se voi absorboida useita satoja litroja vettä ilmasta ja tästä huomattava määrä vettä liukenee edelleen paineilmaverkostoon. (SMC Pneumatics n.d. 6.)

3.1.2 Muut sisällöt

Muut epäpuhtaudet, kuten öljy, hiili, terva ja ruoste ovat sen sijaan osana isoimmissa molekyyleissa ja partikkeleissa esimerkiksi hiilivedyissä ja metallioksidoissa. Nämä eroavat kosteudesta siten, että ne eivät tule järjestelmään kompressorin sisääntuloilman mukaan, vaan nämä tulevat paineilmaan vasta kompressointi ja kuljetusvaiheessa. (SMC Pneumatics n.d. 7.)

Esimerkiksi öljy- terva- ja hiili- saasteet tulevat järjestelmään kompressorin huonojen tiivisteiden ja tiivistuspintojen kautta, kun taas ruoste voi irrota putkistoista niiden vanhentumisen myötä. Olkoon lähde mikä tahansa niin nämä on poistettava osittain tai kokonaan ennen käyttölaitteeseen tuloa. (SMC Pneumatics n.d. 7.)

3.2 Paineilman puhdistaminen

Koska paineilman käyttö kattaa kaiken paineilman puhaltamisesta aina puhtas- huoneessa tehtäviin puolijohteiden valmistukseen niin sen puhtausvaatimuksetkin ovat laidasta laitaan. Tähän tarkoitukseen on kehitelty standardi ISO 8573 (taulukko 1). Tämä standardi koostuu kolmen numeron sarjasta, jossa ensimmäinen on kiinteiden partikkelien määrä, toinen veden kondensaatiopiste (tai huonoimmissa luokissa kondenssiveden maksimimäärä kuutiometrissä ilmaa) ja kolmas on ilman sisältämä öljymäärä. Luokka 1, 1, 1 on kaikista puhtain ilma, kun taas luokka -, -, -, on liian saastunut tähän standardiin. (SMC Pneumatics n.d. 8.)

TAULUKKO 1. ISO 8573.1 & ISO 12500 (SMC Pneumatics n.d. 8.)

Class	Solid particles, particle size, d(mm)			Humidity and liquid water		Oil	
	Maximum number of particles per cubic meter as a function of particle size d [µm]			Mass concentration Cp	Pressure dew point	Concentration of liquid water Cw	Concentration of total oil
	0.10 <d ≤0.5	0.5 <d ≤1.0	1.0 <d ≤5.0	[mg/m ³]	[°C]	[mg/m ³]	[mg/m ³]
0	As specified by the equipment user or supplier and more stringent than class 1						
1	≤20000	≤400	≤10	—	≤-70	—	≤0.01
2	≤400000	≤6000	≤100	—	≤-40	—	≤0.1
3	—	≤90000	≤1000	—	≤-20	—	≤1
4	—	—	≤10000	—	≤3	—	≤5
5	—	—	≤100000	—	≤7	—	—
6	—	—	—	0 <Cp ≤5	≤10	—	—
7	—	—	—	5 <Cp ≤10	—	Cw ≤0.5	—
8	—	—	—	—	—	0.5 <Cw ≤5	—
9	—	—	—	—	—	5 <Cw ≤10	—
x	—	—	—	Cp >10	—	Cw >10	<5

Seuraavassa on lueteltu ilman puhdistamisen eri vaiheet:

Kompressorista tuleva paineistettu, lämmin ja karkeasti suodatettu ilma on kuljettava päälinjan öljy/ lika erottimen ja vesipisaraerottimen kautta ennen kuin sillä

tekee teollisuudessa mitään. Jos lämpötila laskee paljon kompressorin ja paineilmaa käyttävien laitteiden välillä on suuri riski siitä, että paineilmaan joutuu suodattamisen jälkeenkin paljon kondensointua vettä. Sellaisissa tapauksissa on käytettävä jäähdytinkuivainta, joka ensin jäähdyttää ilman, jonka jälkeen siitä erotetaan vettä. Näiden vaiheiden jälkeen paineilman laatuluokka on [4,4,-]. Tämä laatuluokka on hyväksyttävä mutta ei ideaali erilaisiin puhallustoimintoihin ja paineilmatyökaluihin, työkalujen keston kannalta olisi kuitenkin vielä suositeltava puhdistaa ilmaa yhden askeleen lisää. (SMC Pneumatics n.d. 10.)

Tästä seuraava askel on sumunerotin. Sumuerottimella poistetaan iso osa suurista partikkeleista sekä vähennetään öljy ja tervajäämät alle 1 mg/m^3 . Nyt on käytössä paineilma, joka soveltuu hyvin esimerkiksi pneumaattisiin sylintereihin, solenoidiventtiileihin sekä karkeampaan paineilmaamaalaamiseen. Tämän paineilman laatuluokka on [2, 4, 3]. (SMC Pneumatics n.d. 11–12.)

Mikrosumunerottimeen on mentävä, jos halutaan tästä vielä puhtaampaa ilmaa. Mikrosumuerottimella puhdistettua ilmaa voidaan käyttää esimerkiksi korkealaatuisessa ruiskumaalaamisessa sekä pneumaattisten laakereiden ja mittausjärjestelmien paineilmana. Tämän askeleen jälkeen paineilman laatuluokka on [1, 4, 2]. (SMC Pneumatics n.d. 13.) Jos tällaisella paineilmalla kuivataan elektronisia laitteita, säiliöitä, jossa säilytetään kemikaaleja tai jos sitä käytetään jauheiden kuljettamiseen tai levittämiseen, siinä on vielä liikaa kosteutta. Tämän kosteuden poistamiseksi on käytettävä kalvokuivainta. Kalvokuivaimella saadaan paineilmaa, jonka laatuluokkaa on kompressorin imuilmasta, ja ilman virtausnopeudesta riippuen joko [1, 3, 1], [1, 2, 1], tai jopa [1, 1, 1]. (SMC Pneumatics n.d. 16.)

Jos paineilmaa halutaan käyttää puhdastilassa, esimerkiksi puolijohteiden ja mikroelektronikan valmistuksessa sen on vielä kuljettava ns. puhdasilmansuodattimen läpi, jonka jälkeen vuorossa on vielä puhdaskaasusuodatin. Jos tällaisen suodatusjärjestelmän läpi työnnetään [1, 1, 1] puhtausluokan ilmaa, ilmasta saadaan niin puhdasta, että se sisältää korkeintaan 1 partikkelia saasteita per 100 m^3 ilmaa. (SMC Pneumatics n.d. 17,18.)

3.3 Huoltolaitteet

Koska tässä opinnäytetyössä on rajattu pois kaikki kompressoreihin liittyvät huolto- ja suodatuslaitteet niin tässä keskitytään vain kompressorin jälkeisiin huoltolaitteisiin. Tässä ja seuraavissa kappaleissa olevat suorat lainaukset ISO 4414:2010 standardista antavat kehykset ilmankäsittely-yksikön suunnitteluun, sekä niissä olevien suodattimien/vedenerottimien valintaan. Koneiden suunnittelussa on tärkeää noudattaa kaikki niitä koskevat standardit, jotta saadaan aikaan hyväksytty kone.

Jotta saavutettaisiin vaadittu puhtaus, ilmankäsittely-yksikkö on asennettava laitteen pneumaattisen piirin sisääntulon kohdalle. Lisäksi voidaan vaadittaessa asentaa ilmankäsittely-yksiköitä myös osajärjestelmiin. Ilmankäsittely-yksikkö on asennettava niin lähelle suojeltavaa laitetta kuin mahdollista ja siihen pitää myös päästä helposti käsiksi huoltotilanteissa. (ISO 4414:2010, 10.)

3.3.1 Suodatus

Suodattimilla ja usein niiden sisään rakennetuilla vedenerottimilla erotetaan paineilmaista epäpuhtaudet ja putkistoon tiivistynyt vesi. Suodattimien käyttö on järjestelmän toiminnan kannalta välttämätöntä, sillä lähes kaikki pneumatiikkakomponenttien toimintahäiriöt johtuvat järjestelmään kertyneistä epäpuhtauksista. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 42.)

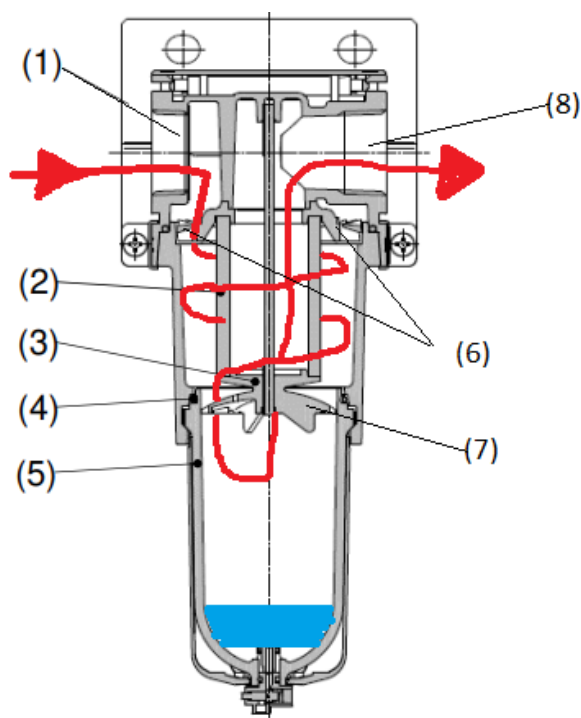
Suodattimia koskevat seuraavat vaatimukset:

Jos suodattimen suorituskyvyn heikkeneminen, josta joskus on osoituksena suodattimen painehäviön lisääntyminen, voi johtaa vaaralliseen tilanteeseen, laitteen on ilmoitettava selvästi huononemisesta. Suodattimet ja erottimet on voitava puhdistaa ja tyhjentää tai vaihtaa ilman että ympäristön putkistot häiritsevät työntekoa. Tarvittaessa on toimitettava suodattimet, joissa on irrotettavat tai vaihdettavat elementit. Suodatinelementin luokitus on oltava tunnistettavissa, jos saatavilla on useampi kuin yksi luokitus. Vedenerottimien tyhjentämiseen on käytettävä tyhjennysventtiiliä, mieluiten automaattisia. Missä tyhjennysventtiilit on suojattava jäätymisen aiheuttamilta vaurioilta. Ympäristö- ja turvallisuuskysymysten on otettava huomioon jätevesien keräämisessä ja hävittämisessä. (ISO 4414:2010, 11.)

Ilmankuivausta koskevat seuraavat vaatimukset:

Jos vesihöyryn määrää on vähennettävä, on käytettävä ilma-kuivainta. Ilmankuivaimen tyyppi riippuu ympäristöstä ja järjestelmävaatimuksista. Ilmankuivain on mitoitettava siten, että se tuottaa vaaditut ilmavirtaukset määrättyllä painekastepisteellä. (ISO 4414:2010, 11.)

Suodatin-vedenerottimen toimintatapa on esillä kuvassa 1. Puhdistamaton ilma tulee sisään liittimestä (1.) ja menee ohjaimen (6) läpi, jolloin ilmasta tulee turbulentsia ja ilmaan kondensoituneet vesipisarat lentävät keskipakovoiman ansiosta suodattimen seinämiin ja tippuu suodatinkupin (5) pohjaan. Turbulenttinen ilma kulkee ohjauslevyn (7) läpi, jolloin siitä saadaan taas laminaarista. Ilma puhdistuu suodatinelementin (2) läpi, jolloin pienemmät partikkelit jäävät siihen ja siitä puhdistettu ilma jatkaa eteenpäin liittimestä (8).

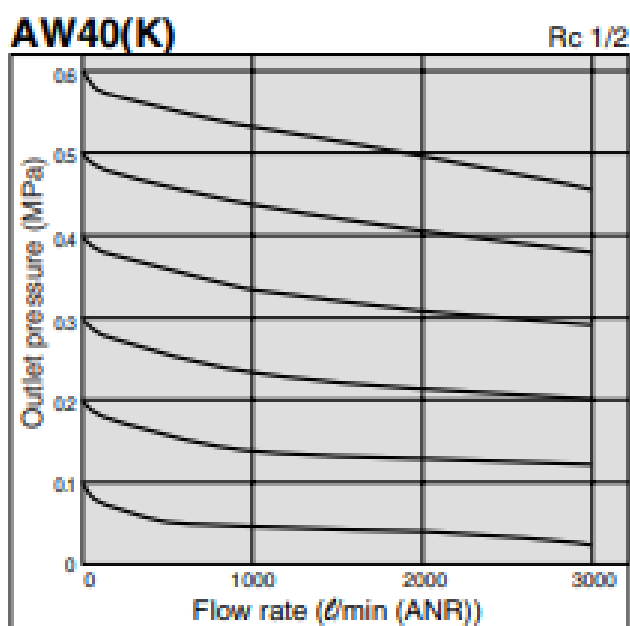


KUVA 1. Suodattimen toimintatapa. (SMC Corporation 2019. 9 (muokattu)).

Suodatinta valitessa täytyy ottaa huomioon seuraavat asiat:

1. haluttu puhtausluokka
2. ilmanvirtauksen määrä
3. kupin materiaali sekä
4. tyhjennystapa.

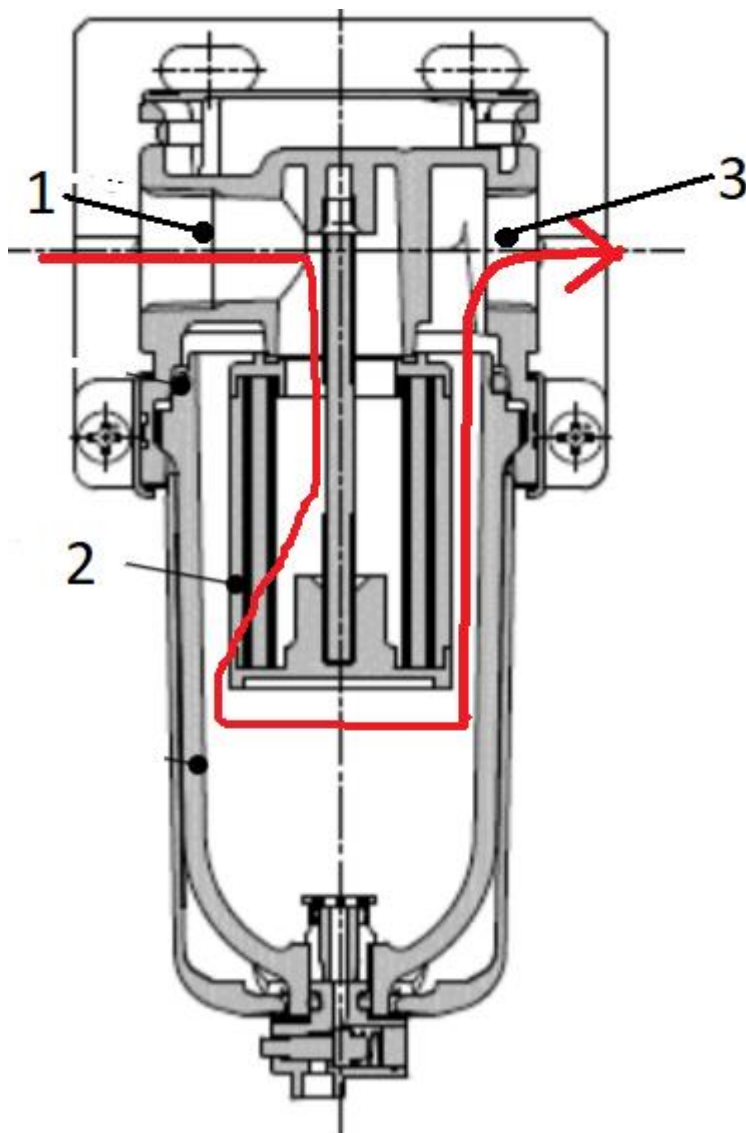
Haluttu puhtausluokka määräytyy taulukon 1 mukaan. Suodatinta valittaessa on syytä kiinnittää erityistä huomiota suodattimen läpi kulkevan ilmavirtauksen (kuvio 1). Tämä sen takia että tämä sen takia että ilmavirtauksen kasvaessa suodattimen sisäinen painehäviö kasvaa, mutta taas liian pienellä virtauksella (n. 20 % suodattimen maksimivirtauksesta) ei synny riittävästi pyörteitä ja keskipakopuhdistus ei toimi kunnolla. Tällöin suodattimen suodatuselementti voi tukkiutua enenaikaisesti. (Keski-Honkola, 2021.)



KUVIO 1. Suodattimen ominaisvirtauskäyrä (SMC Corporation 2009. 370).

Yleisin suodattimien kuppien valmistusmateriaali on läpinäkyvä polykarbonaatti, koska se on erittäin luja, jäykkä ja iskunkestävä mutta samalla läpinäkyvä materiaali. (Lahtiplast n.d.) Tämä helpottaa kupin erottaman veden määrän tarkistusta. Jos järjestelmän paine on yli 10bar, käyttölämpötila on alueen +5 - +50 °C ulkopuolella tai jos kompressori voidellaan synteettisellä öljyllä, käytetään fosfaatties-teriä tai kloorattuja hiilivetyjä sisältäviä voiteluaineita, on valittava metallista erotuskuppia. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 42.) Tyhjennystapana on suositeltava automaattista tyhjennystä, mutta manuaalinen tyhjennys on myös sallittu käyttää.

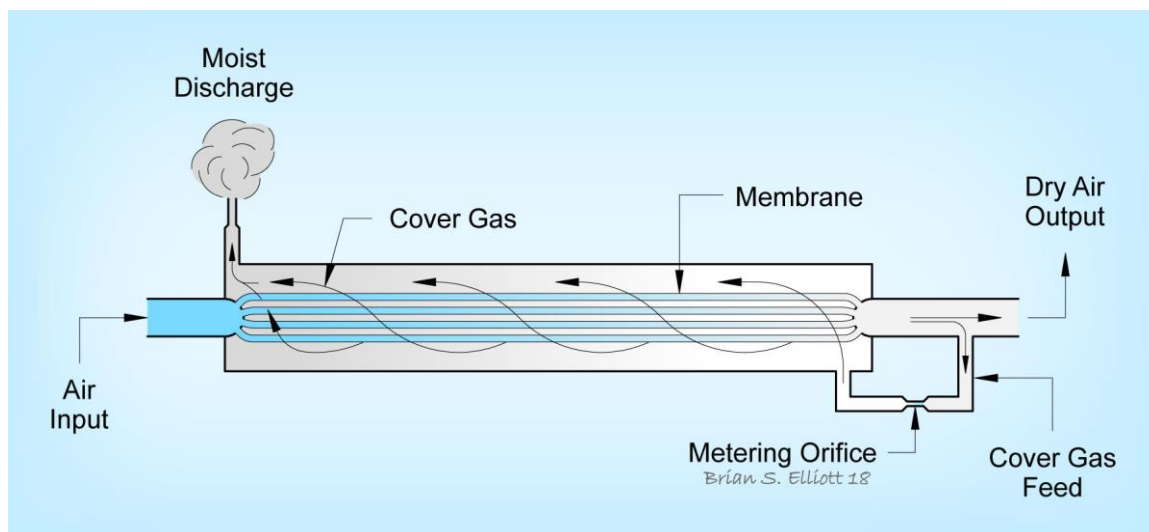
Sumunerottimen toimintaperiaate on seuraavanlainen (kuva 2). Paineilma tulee sisään liittimestä (1) työntyy suodatinelementin (2) läpi, jolloin suurin osa partikkeleista jää siihen. Tästä puhdistettu ilma jatkaa eteenpäin liittimestä (3). Mikrosumuerottimen toiminta on samanlainen, erona on, että siinä suodatinelementti on paljon tiheämpi.



KUVA 2. Sumunerotin. (SMC Corporation 2019. 10 (muokattu))

Kalvokuivain toimii seuraavalla tavalla. Kosteaa paineilmaa virtaa nipussa olevien tuhansien pienien onttojen polymeerikuitujen läpi, jolloin kosteus tiivistyy ja poistuu kuitujen seinämien läpi, ja kuiva ilma jatkaa eteenpäin. Kuivaimen lopussa pieni määrä kuivaa ilmaa johdetaan takaisin, tämä absorboi kosteuden itseensä ja kostea ilma poistuu ilmakehään (kuva 2). Kalvokuivaimien huonona puolena

on, että ne sopivat parhaiten pieniin tilavuusvirtoihin. (Ultrafilter n.d; Atlas Copco n.d.)



KUVA 2. Kalvokuivaimen toimintaperiaate (Elliot, 2018.)

3.3.2 Paineensäätö ja mittaus

Paineensäätimellä tasataan verkoston painevaihtelujen vaikutus järjestelmän toimintaan, sekä suojataan järjestelmän komponentit liian suurelta käyttöpaineelta. Sillä voidaan myös säätää toimilaitteiden (esim. sylintereiden) voimaa. Kun oikeaa säädintä valitaan, täytyy ottaa huomioon virtausmäärää, paineen säätöalue, säätöominaisuudet sekä toisiopoiston tarve. Säätöalue on valittava siten että käyttöpaine on lähellä säätimen painealueen yläosaa. Esimerkiksi 6barin paineella on valittava säädin painealueella 0–8.5 bar. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 43.)

Jos painesäädintä käytetään yhdessä poistoventtiilin kanssa, niin että säädin sijaitsee pneumaattikapiirissä poistoventtiilin jälkeen, on säätimessä hyvä olla myös nk. takaisinvirtaustoiminto, jotta järjestelmä saadaan täysin paineettomaksi, kun poistoventtiiliä käytetään. Muuten voi järjestelmään jäädä joissain tapauksissa hieman painetta paineenrajoitusventtiilin rakenteen takia. Takaisinvirtaustoiminto tarkoittaa sitä, että paineensäätimeen on sisäänrakennettu takaisinvirtausventtiili, jolloin ilman virratessa paineenrajoitusventtiilin nuolen vastaisesti se ei kulje paineenrajoittimen kautta vaan purkautuu suoraan venttiilin läpi (Keski-Honkola

2021). Paineensäädintä voidaan myös yhdistää suodattimeen, jolloin saadaan aikaan tilansäästöä.

3.4 Painehäviö ja ilmankulutus

Painehäviöt putkistossa voidaan määrittää laskemalla. Painehäviö Δp on

$$\Delta p = \frac{1,6 \cdot 10^{12} \cdot q_v^{1,85} \cdot l}{(d^5 \cdot p)} \quad (1)$$

jossa q_v on tilavuusvirta, [m³/s], p on absoluuttinen paine [kPa], d on putken halkaisija [mm] ja l on putken pituus [m] (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 90).

Sylinterin toistuvan liikkeen ilmankulutus litrana minuutissa V lasketaan

$$V = \left(\frac{D^2 \cdot \pi}{4} \right) + \left(\left(\frac{D^2 \cdot \pi}{4} \right) - \left(\frac{d^2 \cdot \pi}{4} \right) \right) \cdot l \cdot C \quad (2)$$

jossa D on sylinterin poikkileikkaus [dm], d on sylinterin tangon poikkileikkaus [dm], l on iskunpituus [dm] ja C on liikkeiden määrä per minuutti.

4 TOTEUTUS

4.1 Koneiden spesifikaatiot

Opinnäytetyön käytännön osuus alkoi listaamalla kaikkien käytössä olevien koneiden ilmankulutukset, käyttöpaineet, sisääntuloportin liittimen koko sekä tarvittavien paineilman ulosottojen paineet, koot ja määrät. Työn vaiheet käydään läpi seuraavissa kappaleissa.

4.1.1 Ilmankulutukset

Kaikkien käytössä olevien laitteiden ilmankulutukset ovat listattuna taulukossa 2. Jo myyntivalmiiden koneiden ilmankulutukset löytyivät AAE:n asennusmanuaaleista. Uusimmissa ei vielä markkinoilla olevat koneissa, eli ASF II 3015 EU ja ASR 3015 PR, joihin ei vielä löydy asennusmanuaalia jouduttiin tukeutumaan mittausraportteihin sekä teoreettisiin laskentakulutuksiin. Kun tilaajan ohjaaja kävi listan läpi niin hän huomasi siinä virheen, AS III:n asennusmanuaalista otettu ilmankulutustieto oli virheellinen, joten siitä piti tehdä uusi laskenta.

Samalla tehtiin myös laskentamalli, jotta edespäinkin on helppoa laskea koneen maksimikulutus. Kone kuluttaa eniten siinä vaiheessa, kun uusi pelti nostetaan pois peltinipusta, koska silloin käytössä on samaan aikaan tyhjiöinjektorit, jotka tekevät alipainetta nostokupeille ja puhallinsuutin, joka puhaltaa ilmaa peltien väliin, niin että vain yksi pelti nousee imukuppien mukaan. Laskentamallissa on mukana injektoreiden malli ja määrä sekä puhallinsuuttimen kulutus (liite 2). Separoinnin sylinteriliikkeiden ilmankulutus ei otettu huomioon koska tämä on häviävän pieni (kaavio 2). Separointiliikkeiden määrä on säädettävissä koneiden asetuksissa mutta tässä laskussa käytettiin melko yläkantissa olevaa lukua 3 x 10 separointiliikettä.

$$V = \left(\frac{0,5^2 \cdot \pi}{4} \right) + \left(\left(\frac{0,5^2 \cdot \pi}{4} \right) - \left(\frac{0,2^2 \cdot \pi}{4} \right) \right) \cdot 0,5 \cdot 30 = \frac{5,4 \text{ dm}^3}{\text{min}} \quad (2)$$

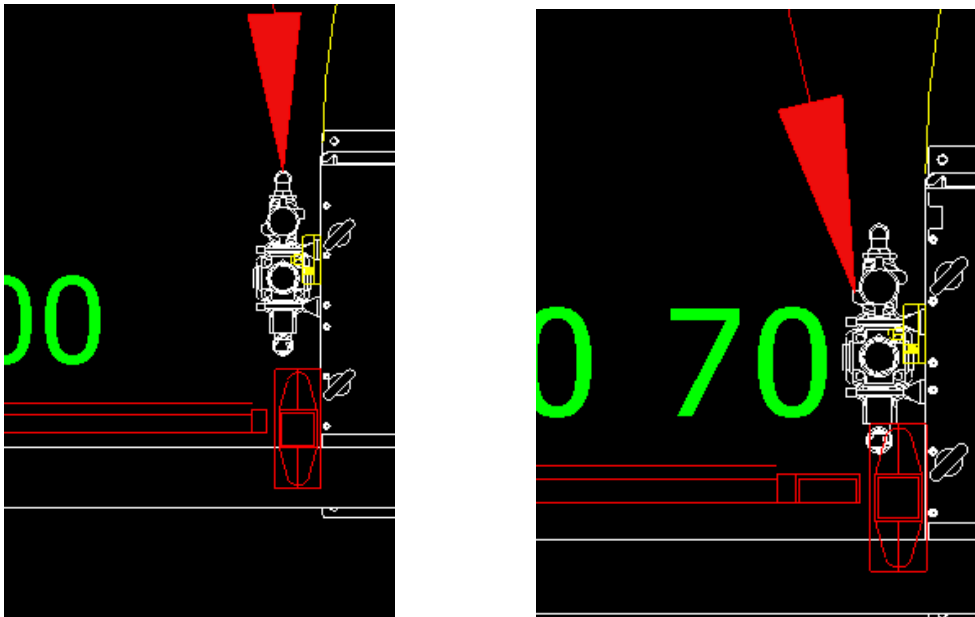
Muiden toimintojen ilmankulutukset ei myöskään otettu huomioon koska niitä ei käytetä samaan aikaan separointiliikkeen kanssa.

TAULUKKO 2. Ilmankulutukset ja käyttöpaineet

Koneet ja niiden kulutukset			
MALLI	ILMANKULUTUS	ILMANKULUTUS TILAPÄINEN	KÄYTTÖPAINE
MPF 3015	1000l/min	-	6bar
ASF 3015 EU	800l/min	2000l/min	6bar
ASF 2 3015 EU	700l/min	1800l/min	-
ASLUL 3015	800l/min	1600l/min	6bar
ASLUL 3015 STRI	-	-	-
MP 4020	1200l/min	2800l/min	6bar
ASLUL 2 4020	1200l/min	2800l/min	6bar
TK 3015 EU	500l/min	-	6bar
L 3 300/L 3 300 S	750l/min	1200l/min	6bar
MP Sheetcat 3015	650l/min	1050l/min	6bar
AS 3 MP 300	1350l/min	-	6bar
PR 3 UL/3P 300	1000l/min	-	6bar
R 3015 TK	1350l/min	-	6bar
ASR 3015 PR	2600l/min	-	6bar
CS 2 300	1000l/min	-	6bar

4.1.2 Tilantarve

Kaikissa koneissa mahtuu nykyisen kokoinen ilmankäsittely-yksikkö mutta jos yksiköt kasvavat isoimmiksi, on tarkasteltava niiden soveltuvuus uuden yksikön CAD mallin kanssa. Ilmankäsittely-yksiköiden sijaintien sopivuudet tarkastettiin myös kaikissa koneissa mihin on tehty layout suunnittelu (layout suunnitelma on 2D malli, jossa on mukana myös kaikki asennettavat turvaverkot) Yhdessä mallissa huomattiin, että saattaa ilmetä joitain ongelmia turvaverkkoa asentaessa, ja se on PR III (kuva 4) jossa ilmankäsittely-yksikön ulostuloliittimet eivät saa tulla lähemmäksi kuin 65 mm sähkökaapin takaseinästä. Muuten ne osuvat turvaverkon asennustolppaan.



KUVA 4. Layout tarkistus

4.1.3 Paineilma-ulosottojen määrä, koko ja paine

Koneiden paineilmaulosotot, niiden koot ja niissä tarvittavat ilmanpaineet katsottiin pneumatiikka piirustuksista, tulokset ovat näkyvissä taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Paineilmaulosotot

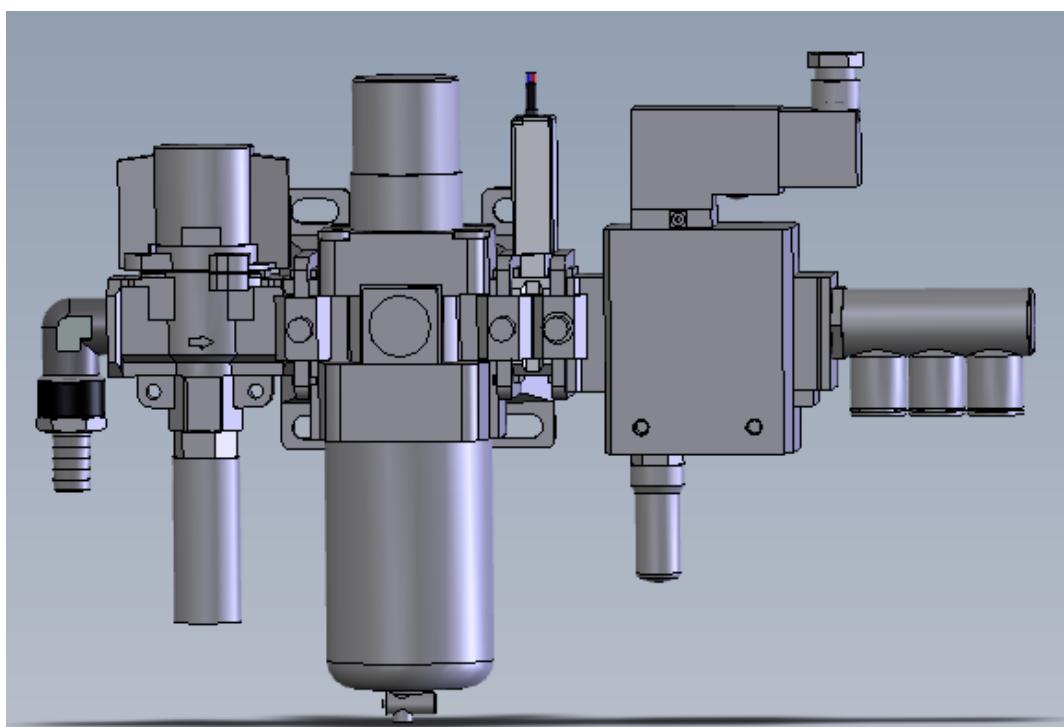
TYYPPI	MALLI	ULOSTULOJEN MÄÄRÄ JA KOKO		
		6bar	5bar	
FO	MPF 3015	16mm 1kpl	8mm 2kpl	16mm 2kpl
	ASF 3015 EU	16mm 1kpl	8mm 3kpl	12mm 2kpl
	ASF 2 3015 EU	16mm 2kpl	8mm 3kpl	-
	ASLUL 3015	16mm 2kpl		16mm 2kpl
	ASLUL 3015 STRI	-		-
	MP 4020	16mm 6kpl		-
	ASLUL 2 4020	16mm 6kpl		-
	TK 3015 EU	-		12mm 3kpl
NCT	L 3 300/L 3 300 S	16mm		16mm
	MP Sheetcat 3015	8mm 2kpl		16mm
	AS 3 MP 300	16mm 2kpl		16mm
	PR 3 UL/3P 300	16mm 1kpl		16mm
	R 3015 TK	16mm 2kpl	8mm 1kpl	-
	ASR 3015 PR	16mm 6kpl		-
CS	CS 2 300	8mm		8mm (3bar)

4.2 Käytössä olevat ilmankäsittely-yksiköt

Kaikki käytössä olevat ilmankäsittely-yksiköt on merkitty ylös ja niiden eroavaisuudet on listattu (liite 5). Tällä hetkellä on käytössä 4 erilaista yksikköä, jotka tilataan osakokoonpanoina SMC:ltä, niistä muokataan ainakin 9 erilaista yksikköä.

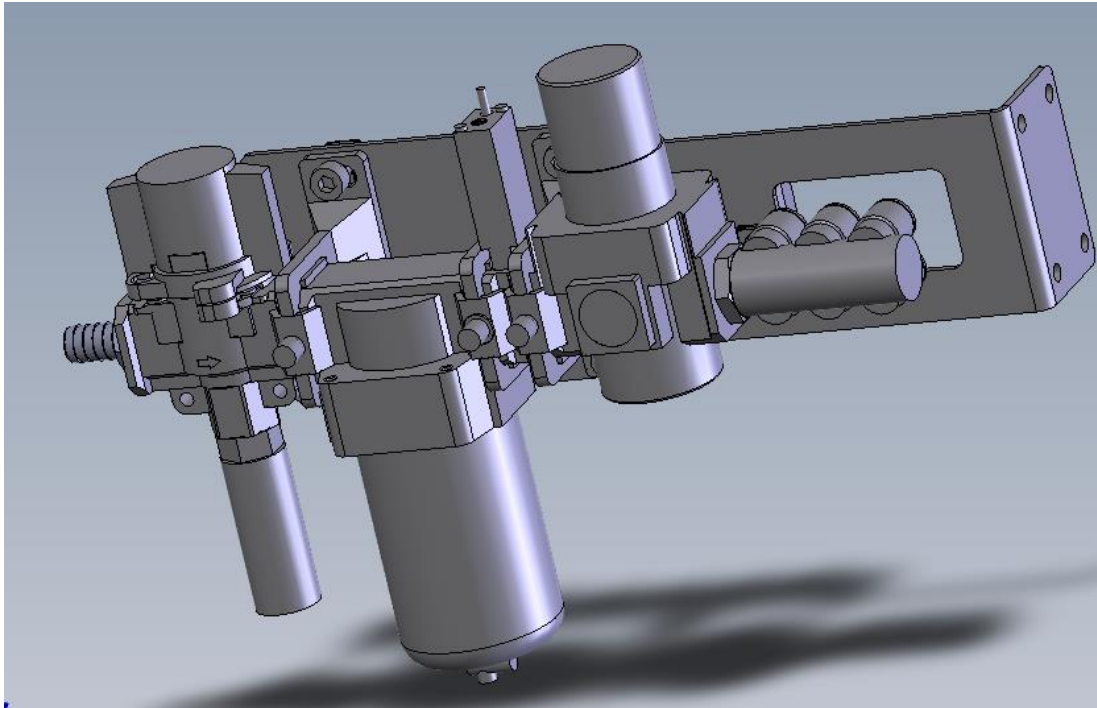
4.2.1 Eroavaisuudet

Tässä on merkittynä ylös kaikki eroavaisuudet, jotka löytyivät nykyisissä ilmankäsittely-yksiköissä. TK 3015 ja R 3015 TK:ssa käytössä olevassa ilmankäsittely-yksikössä on asennettu ns. pehmeäkäynnistysventtiili (kuva 5). Tämä on oikeastaan tarpeen vain R 3015 TK:ssa, jossa venttiili pitää huolen siitä, että kun katkaistaan päävirta esimerkiksi huoltotöiden takia, niin laite tyhjenee myös paineilmaasta. Tämä sen takia että R 3015 TK:ssa on giljotiineja, jotka leikkaavat lävistyspuristimen peltiin jättämät ns. mikrokiinnitykset silloin kun se poimii leikattuja peltejä. Giljotiinit eivät saa olla paineistettuja huoltotöiden aikana koska ne pysyvät ylhäällä paineilman avulla, ja jos paine tippuu huoltotöiden ollessa käynnissä ne aiheuttavat asentajalle loukkaantumisriskin.



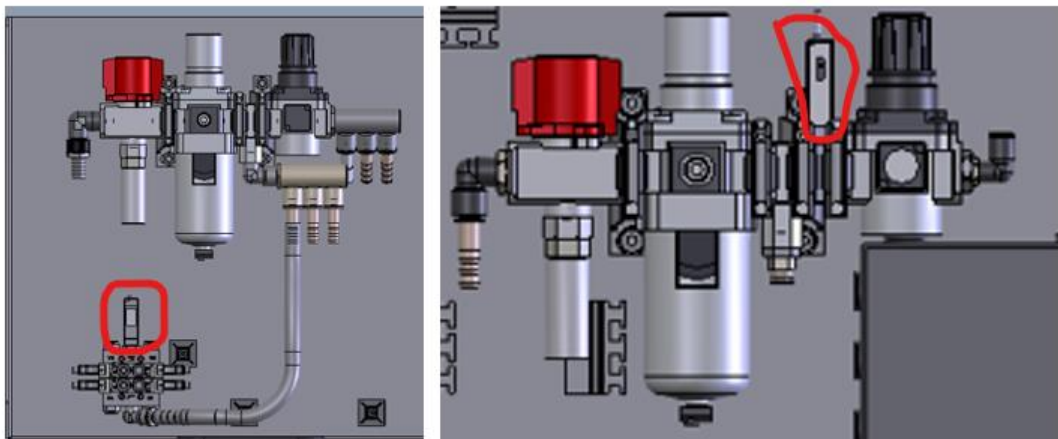
KUVA 5. R3015 TK:n ilmankäsittely-yksikkö

ASLUL II 4020, MP 4020, ASF 3015, ASF II 3015 ja ASR 3015 PR käyttävät A08540 (kuva 6) nimistä ilmankäsittely-yksikköä, jossa paineenrajoitin ei ole yhdistetty suodattimeen kuten muissa yksiköissä. Tähän käytäntöön ei löydy tukea teoriasta, vaan olisi pikemminkin helpompaa ja tilaa säästyisi, jos ne olisivat yhdistetty.



KUVA 6. A08540

Joissain laitteissa painekatkaisin on kiinnitetty ilmankäsittely-yksikköön, kun taas ASLUL 3015 ja L III laitteessa se on kiinnitetty ilmankäsittely-yksikön alla sijaitsevan venttiilipöydän pohjalevyyn (kuva 7). Tähänkään ei löytynyt järkevää selitystä miksi se eivät olleet asennettu suoraan ilmankäsittely-yksikköön.



KUVA 7. Vertailu: Painekatkaisijan paikka.

Monet ilmankäsittely-yksiköt tilataan puolivalmiina ja niihin lisätään AAE:n toimesta vain ilmanipat ja esimerkiksi A02755 ilmankäsittely-yksiköt avataan ja väliin asennetaan painekatkaisin. Joissain ilmankäsittely-yksiköissä on myöskin toinen paineenrajoitusventtiili, jossa paine rajoitetaan esim. 5bar:iin nostolaitetta käyttävissä koneissa.

4.3 Ilmankäsittely-yksiköiden valinta

Seuraavaksi oli vuorossa oikeanmallisten ilmankäsittely-yksiköiden valinta. Niiden valinnassa on otettava huomioon seuraavat asiat: Nostolaitetta käytettävissä koneissa olisi parempi siirtää toinen paineenrajoitusventtiili nostolaitteeseen, tai sen läheisyyteen. Tällöin saadaan vähennettyä erilaisten ilmankäsittely-yksiköiden määrää. Toinen etu tästä on, että tulee vähemmän letkuja (ennen meni 2 letkua nostolaitteeseen ja nyt pärjätään 1:llä) tosin yhdessä letkussa on enemmän painehäviötä mutta kuten kaavasta 1 nähdään niin paineen alentuminen pysyy alle sallitun (koska paineen tulee kuitenkin alentumaan 1 baaria paineenrajoitusventtiilin kohdalla)

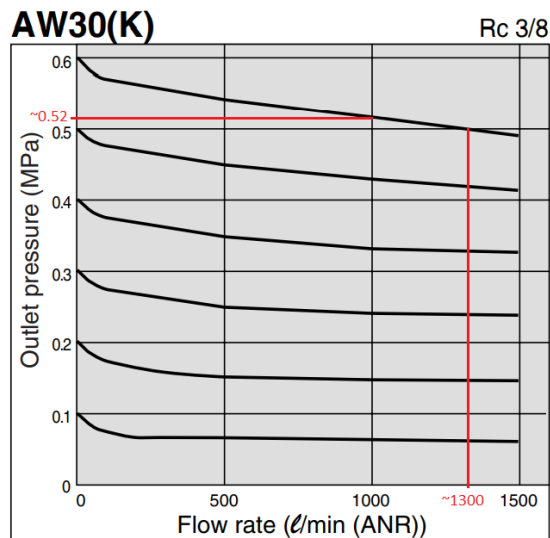
$$\Delta p = \frac{1,6 \cdot 10^{12} \cdot 0,014^{1,85} \cdot 4}{(10^5 \cdot 600)} = 40,539 kPa = 0,4 bar \quad (1)$$

Kolmanneksi saadaan helpommin säädettyä ejektoreille tuleva paine, kun paineenrajoitusventtiili on lähempänä. Toinen asia mitä kannattaisi tehdä on tilata kaikkiin laitteisiin suodatinyksiköitä missä on sisäänrakennettu paineenrajoitusventtiili. Kolmantena asiana olisi ostaa kaikki ilmankäsittely-yksiköt valmiiksi kaattuna SMC:ltä, jolloin ei tarvitse pitää erilaisia liittimiä varastossa, ja säästytään yhdestä asennusvaiheesta.

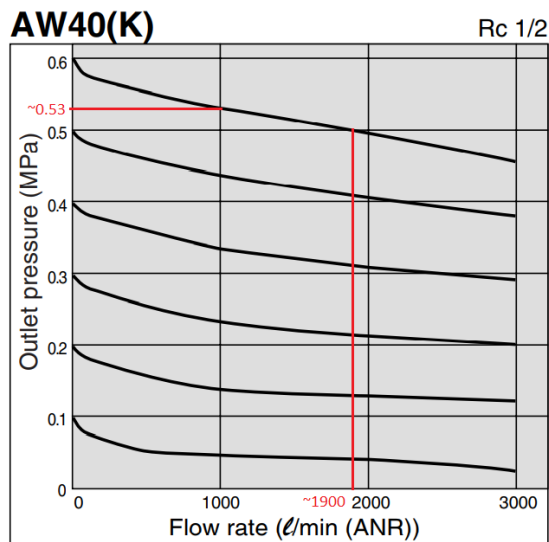
4.3.1 Suodatinyksikön valinta

Oikean suodatinyksikön valinnassa otettiin huomioon suodattimien virtausten ominaiskäyrää, joka kuvaa suodattimen läpi virtaavan ilmamäärän vaikutusta

suodattimen painehäviöön. Kuvioissa 2 ja 3 on verrattu AW30 ja AW40 tyyppisten suodattimien ominaisuudet ja kuten niistä huomataan, niin vielä kun virtaus on 1000 l/min tai sen alapuolella on molemmissa suodatintyyppissä paine tippunut melkein saman verran (0.8bar). Mutta sen jälkeen painehäviön ero alkaa kasvamään. AW30 suodattimessa 1bar paine-ero tulee vastaan 1300 l/min kohdalla ja AW40 suodattimessa vasta 1900 l/min kohdalla. Joten painehäviöllisesti kannattaisi kaikkiin laitteisiin laittaa AW40 suodatin. Mutta kuten todettiin kohdassa 2.4.1 niin keskipakovoimalla toimiva lian/veden erotus toimii huomommin mitä alhaisempi ilmavirtaus kulkee suodattimen läpi. Joten niissä koneissa missä on alhainen ilmankulutus kannattaa mieluummin käyttää pienempää suodatinkokoa. AW40 suodattimen kriittinen raja, eli ilmavirtaus, jonka alapuolella suodatin ei toimi halutulla tavalla oli 600 l/min. Ja koska haluttiin pysyä reilusti kriittisten rajan yläpuolella, päätettiin että kaikki alle 1000 l/min käyttäviin laitteisiin tulisi AW30 suodattimeen perustuva ilmankäsittely-yksikkö ja sitä enemmän käyttävät laitteet käyttäisivät AW40 suodattimeen perustuvaa yksikköä. L III ja MP Sheetcat koneet kuluttavat hieman yli 1000 l/min silloin kun puhallinsuutin on käytössä mutta se kestää vain muutaman sekunnin, joten niissä päätettiin myös käyttää AW30 yksikköä. Koneissa ei ole ollut ongelmia, vaikka ei olla koskaan käytetty sumuero-tinta, joten niihin päätettiin jättää sumuenerotin pois ainakin vielä tässä vaiheessa.



KUVIO 2. AW30 suodattimen raja-arvot. (SMC Corporation 2009. 370 (muokattu)).



KUVIO 3. AW40 suodattimen raja-arvot. (SMC Corporation 2009. 370 (muokattu)).

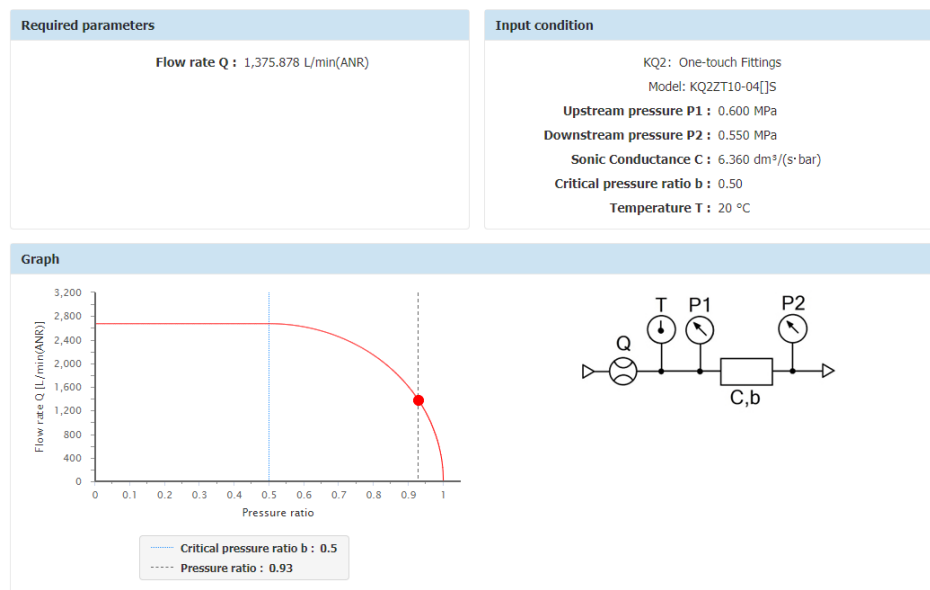
4.3.2 Eri variaatiot

Testauksen ja asentamisen helpottamiseksi päätettiin, että vastedes kaikkien koneiden ilmankäsittely-yksiköt käyttäisivät sisääntuloilmalle 12 mm:n sisähalkaisijalla olevaa letkua. Ja jotta tulisi niin vähän variaatioita kuin mahdollista päätettiin myös laittaa jokaisen yksikön sisään tulevalle ilmaliittimeen 90 asteinen kulma koska muutamassa koneessa olisi ollut mahdotonta käyttää suoraa mallia mutta 90 asteinen kulma sopii kaikille. Lisäksi päätettiin myös, että jokaiselle mallille paineilman ulosottojen määrä pidettäisiin samana.

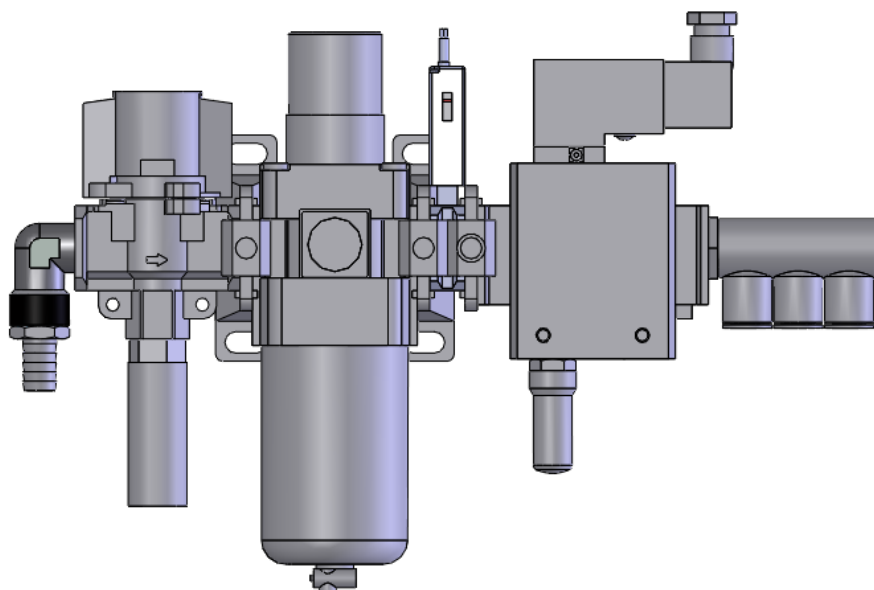
Kuten mainittiin kappaleessa 4.2.2 niin R 3015 TK:ssa on pakko asentaa pehmeäkäynnistysventtiili, eli sen koneen ilmankäsittely-yksiköstä tuli erilainen. Tämä yksikkö on jo valmiina AAE:n valikoimassa ja sen osanumero on 4290190 (kuva 9). Kaikissa AW30 suodatinta käyttävissä koneissa ulosottojen määrä ei ylitä 4kpl, joten niihin riittää neljän ulosoton liitin. (kuva 10) Laite lisättiin AAE:n valikoimaan osanumerolla: A12667. Kaikissa AW40 suodatinta käyttävissä koneissa ulosottojen määrä ei ylitä 6 kpl, joten niihin riittää kuuden ulosoton liitin. (kuva 11) Laite lisättiin AAE:n valikoimaan osanumerolla: A12668.

Olisi haluttu käyttää ulostulojen kokona 10 mm:n pikaliitintä, koska koneissa ei käytetä isoimpia letkuja kuin 10 mm:n sisähalkaisijalla olevaa kumiletkua. Tällöin

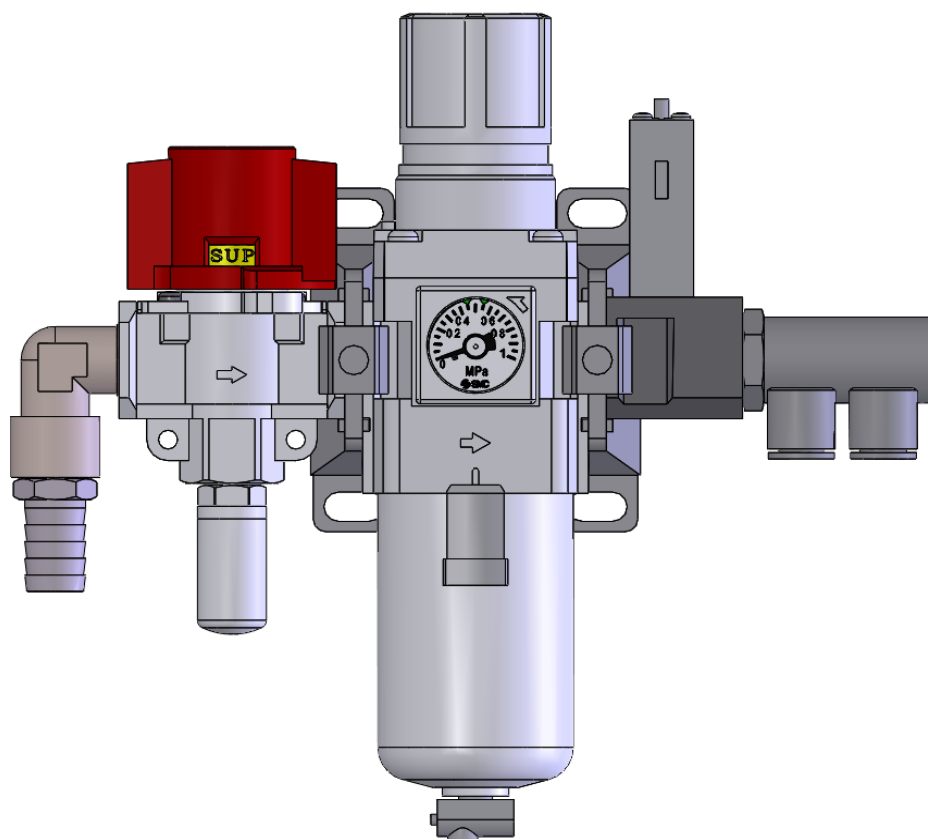
löytyisi SMC:n valikoimasta välikappale josta toinen pää sopisi 10 mm:n pikaliitimeen, ja toinen 10 mm:n kumiletkuun. Mutta SMC:n verkkosivuilta löytyvän laskurin avulla laskettiin, että ilmavirtauksen noustessa yli 1400 l/min (kuva 8) painehäviö liittimessä ylitti kriittisen 0.5 bar, joten päätettiin että AW30 ilmankäsittely-yksikössä käytettäisiin 10 mm:n ulosottoja, kun taas AW40:ssa jouduttaisiin tyytymään 12 mm:n ulosottoihin niiden suuren ilmavirtauksen takia. (SMC World. n.d.) Joten jatkossakin joudutaan AW40:n välikappale tilaamaan sorvattuna ali-hankkijalta.



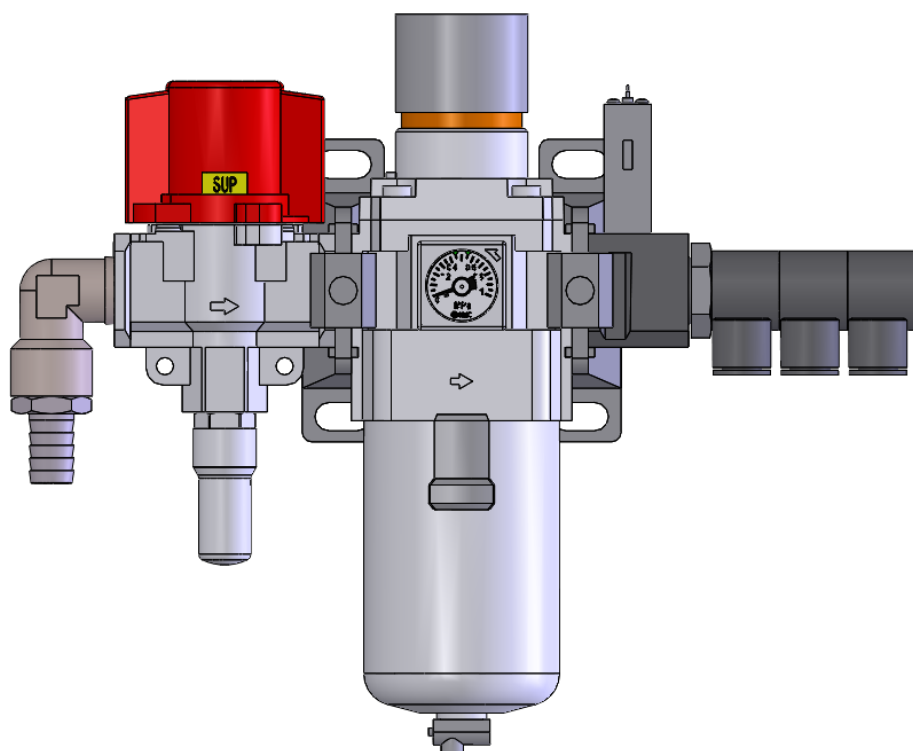
KUVA 8. Liittimen painehäviölaskuri. (SMC World. n.d.)



KUVA 9. R 3015 TK ilmankäsittely-yksikkö 4290190



KUVA 10. AW30 Ilmankäsittely-yksikkö A12667



KUVA 11. AW40 Ilmankäsittely-yksikkö A12668

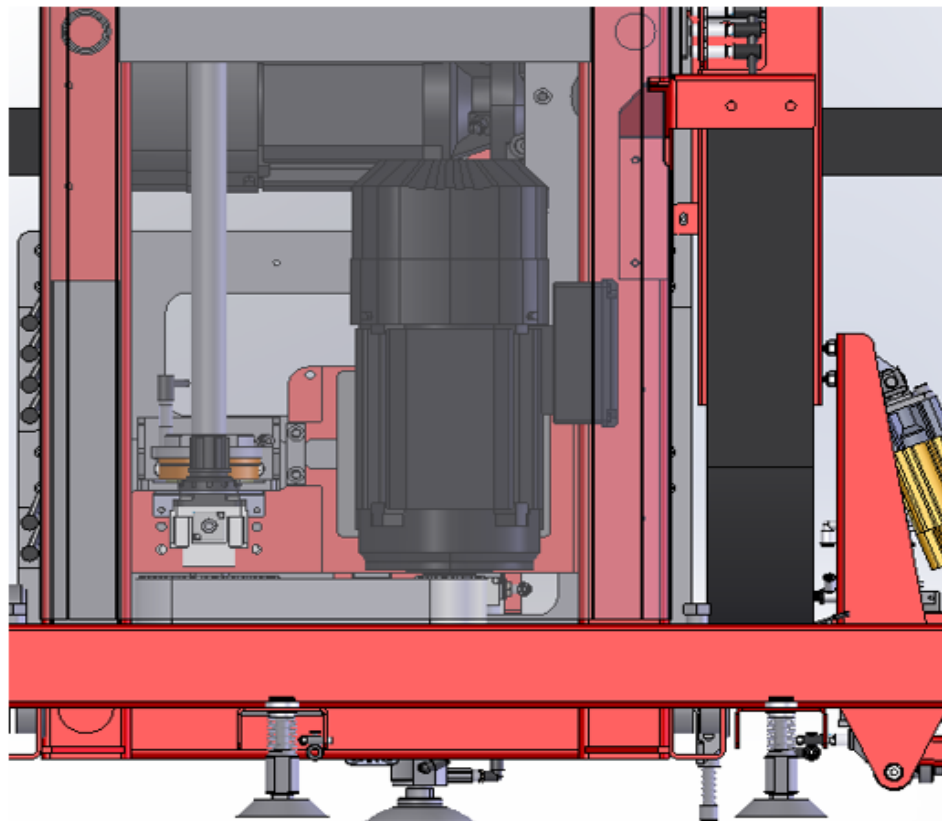
5 IMPLEMENTOINTI

5.1 Tarvittavien muutosten listaus

Työn tilaajalle tehtiin dokumentti missä on listattuna kaikki muutokset mitkä pitäisi tehdä kullekin konemallille, jotta nykyisen ilmankäsittely-yksikön tilalle saataisiin implementoitua uudenmallinen yksikkö (liite 3)

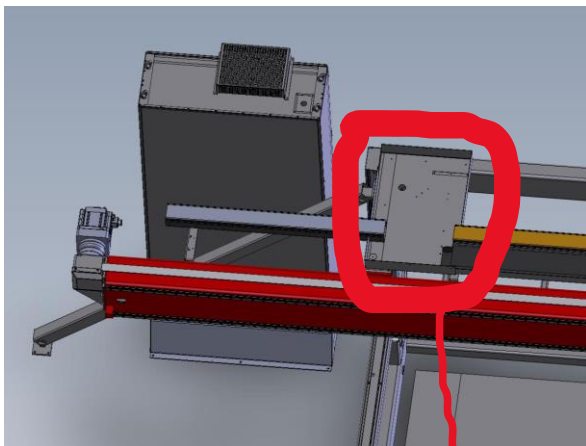
5.1.1 Paineenrajoitusventtiilin asentaminen

Koska päätettiin siirtää toinen paineenrajoitusventtiili, joka ennen oli muutamissa malleissa ollut asennettuna ilmankäsittely-yksiköön, jouduttiin myös tarkistelemaan CAD malleissa, että sellaisen saisi johonkin mahtumaan. MP Sheetcat 3015 ja ASLUL 3015 malleissa on paljon tilaa, mutta AS III mallissa oli asennettu jo niin paljon muuta siinä missä tätä olisi haluttu asentaa, joten sitä joutui hieman pyörittämään ennen kuin paikka löytyi sähkömoottorin vierestä. (kuva 12)



KUVA 12. Paineenrajoitusventtiili asennettu AS III mallin nostolaitteessa.

PR III malli on jo niin vanha, että siihen oli hieman vaikeaa löytää 3D piirustuksia, joten siinä piti käyttää saatavilla oleva huononlaatuinen 3D malli (kuva 13) ja verrata tuotannossa olevaan koneeseen (kuva 14), mutta siinäkin tulee löytymään tilaa. Nämä tarkistukset eivät kerro paineenrajoitusventtiilien lopulliset paikat, vaan ne tullaan katsomaan tarkemmin siinä vaiheessa, kun ilmankäsittely-yksiköt päivitetään kuhunkin koneeseen.

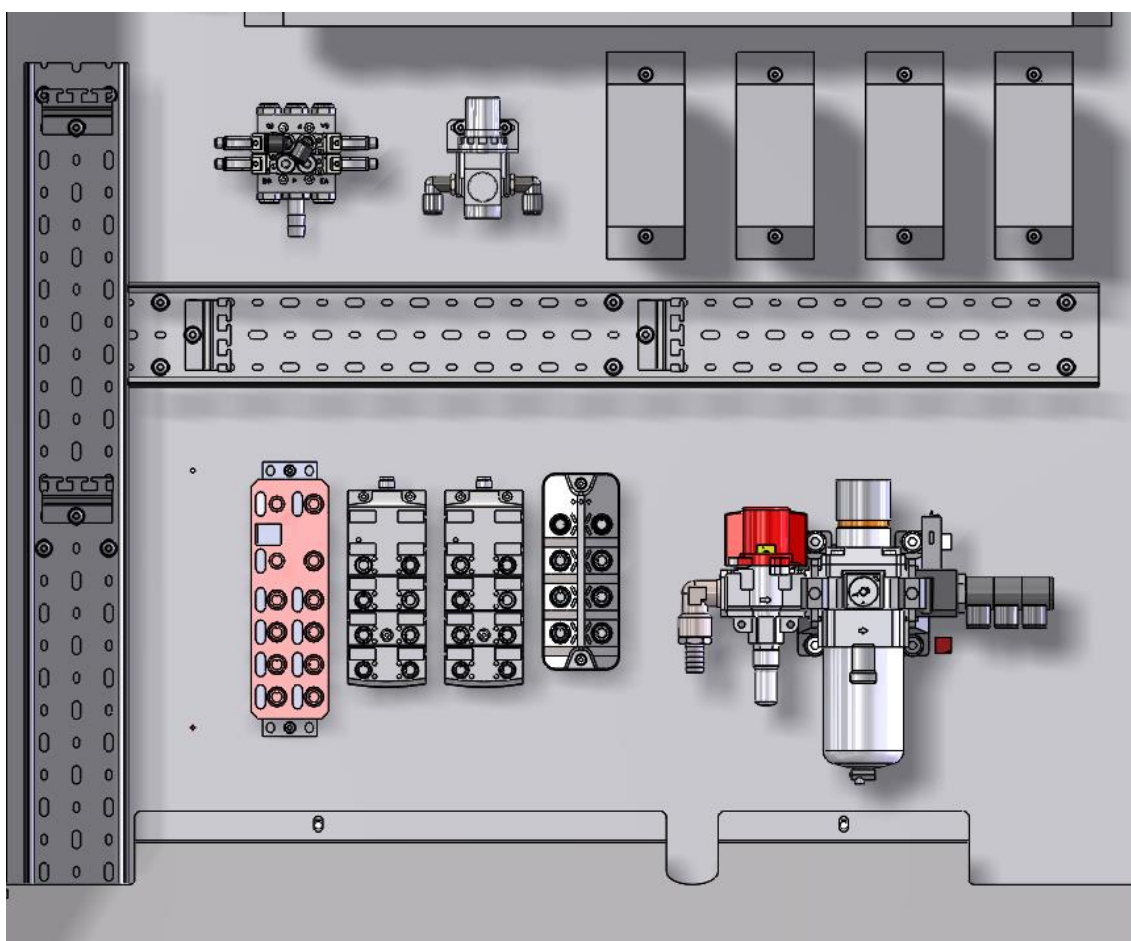


KUVA 13. PR III 3D malli.



KUVA 14. Valokuvauva PR III koneesta.

Työn tilaaja halusi, että päivitetään uusi ilmentäily-yksikkö ensin yhteen koneeseen, katsotaan sen toiminta ja vasta sen jälkeen tehdään päivitys muihin koneisiin. Tämän opinnäytetyön lopuksi päivitettiin ASLUL 4020/ MP 4020 mallit uudella AW40 mallin yksiköllä. Näihin malleihin päivitys oli helppo suorittaa, sillä ainoa muutos mitä piti tehdä, oli mallintaa kaksi uutta kiinnitysreikää sähkökaapin takaseinään, sekä tietysti päivittää sen piirustukset, sekä sähkökaapin asennuspiirustukset ja osaluettelot. Yhtiön sähköpuolen suunnitteluvastaava päivitti samalla uusi yksikkö pneumaattikapiruustukseen. Vanhan yksikön asennusreiät jäätettiin paikalle, jotta takaseinää voisi myydä myös varaosana vanhemmille malleille. Päivitetty malli näkyy kuvassa 15.



KUVA 15. Uusi AW40 yksikkö MP4020 mallissa. (Snellman 2021)

6 POHDINTA

Tuloksena saatiin kolme ilmankäsittely-yksikköä entisten yhdeksän sijaan. Edellisissä malleissa käytettiin vain yhtä suodatinkokoa, joka johti siihen, että muuttamassa mallissa ilmavirtaus oli liian pieni suodattimien optimaalisten toiminnan kannalta. Nyt jokainen ilmankäsittely-yksikkö on paremmin optimoitu ilmavirtauksen mukaan niin että puhdistus ja kuivaus toimii paremmin.

Työn tilaajan asettamat tavoitteet saavutettiin. Lisäksi esiin nousi myös useita kehittämisehdotuksia:

Suodattimet vaativat 7 baarin painetta ja 7,4,4 puhtausluokan ilmaa toimiakseen optimaalisesti, sen takia asennusmanuaalissa olevan sisään tulevan paineilman minimipainetta kannattaa nostaa 6 baarista 7 baariin ja lisätä sisään tulevan ilman puhtausluokaksi 7,4,4. Toisena ehdotuksena on lisätä huoltomanuaaliin muistutuksen paineilman suodattimen vaihdosta kahden vuoden välein, koska tämä on suodattimen valmistajan suositus eikä nykyisessä huoltomanuaalissa ole suodattimen vaihtamisesta mainintaa. Tuotannosta tuli myös toive, että paineilmaletkuille löytyisi paremmat asennuskuvat.

Opinnäytetyötä tehtäessä huomattiin, että muutamissa laitteissa oli käytetty väärinkokoisia suodattimia ja sekä huolto- että asennusmanuaalit olivat osin puutteellisia, tämän takia jatkokehitys ehdotuksena olisi tarkistaa myös muiden pneumaattisten toimilaitteiden mitoitus sekä letkujen kokoja ja myöskin käydä läpi asennus- ja huoltomanuaaleiden sisältöjä.

Opinnäytetyöhön voidaan olla todella tyytyväisiä koska kaikkiin tilaajan asettamiin tavoitteisiin päästiin. Opinnäytetyön tekemistä hankaloitti osin se, että letkujen ja putkien asennuskuvia oli niukasti ja muutamien laitteiden 3D piirustuksista puuttui osia. Tämä opinnäytetyön tekeminen on ollut todella opettelevaista paineilman puhdistamisesta, josta en tiennyt juuri mitään ennen opinnäytetyön aloittamista.

LÄHTEET

Atlas Copco. n.d. Drying Compressed Air Using a Membrane Dryer. Luettu 4.8.2021.

<https://www.atlascopco.com/en-us/compressors/wiki/compressed-air-articles/membrane-dryers>

Brian S. Elliot. 2018. Schematic representation of a membrane type compressed air dryer. Ladattu 4.8.2021. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dryer-Membrane_Dryer.jpg

Bäck, S. 10.8 2020. Leif Källdman: Från småbrukarson till framgångsrik entreprenör. Österbottens tidning. Luettu 2.8.2021

https://www.osterbottenstidning.fi/Artikel/Visa/349908?shareID=187922-88a002deb7&fbclid=IwAR04atJYwsAMdNPwkvS-smSLRM-FyqZYW1Sz5_whfu1sBjUdHE8VF7L_mKyQ

Keinänen, T. & Kärkkäinen, P. 2005. Automaatiojärjestelmien hydraulikka ja pneumatiikka. Helsinki: WSOY.

Keski-Honkola, P. Tekninen Tuki, SMC Finland Oy, Venttiilit, Ilmankäsittely ja Instrumentointi. 2021. Haastattelu 3.6.2021. ja 9.6.2021. Haastattelija Wargh, R. Pännäinen.

Lahtiplast Tmi. n.d. Polykarbonaatti Lahti. Luettu 4.8.2021

<https://www.lahtiplast.fi/polykarbonaattituotteet>

SMC Corporation 2009 Modular Type Filter Regulators Series AW. Ladattu 2.6.2021. <https://www.smc pneumatics.com/AW40-F04DH.html>

SMC Corporation 2019 OM_AF20-60-D_OMX0052EN-A.PDF (pdf)

SMC Corporation 2019 OM_AFM20-60-D_OMX0053EN-A.PDF. Ladattu 20.8.2021. <https://www.smc.eu/fi-fi/products/afm20-d-to-afm40-d-mist-separator~166090~cfg>

SMC Pneumatics. n.d. Quality compressed air for efficient pneumatics. Vaatii latauksen. Ladattu 6.8.2021 <https://www.kassidiaris.gr/en/smc-quality-compressed-air-for-efficient-pneumatics/>

SMC World. n.d. Design support software. Luettu 4.8.2021. <https://mssc.smcworld.com/fccs/#/permit>

Snellman, S. Chief Mechanical Engineer. 2021. Haastattelu 1.6.2021. Haastattelija Wargh, R. Pännäinen.

SS-EN ISO 4414:2010. Lähde- ja tekstiviitteitä koskevat ohjeet. Tukholma: SIS Förlag AB. Luettu 2.8.2021. Vaatii käyttöoikeuden.

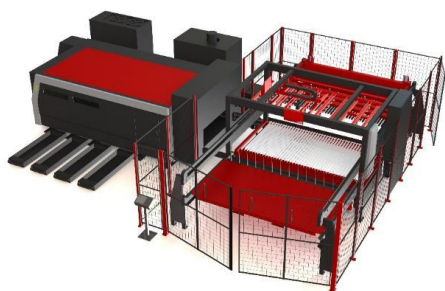
Ultrafilter. n.d. Membrane dryer. Luettu 4.8.2021. <https://www.ultra-filter.com/compressed-air/membrane-dryer/>

LIITTEET

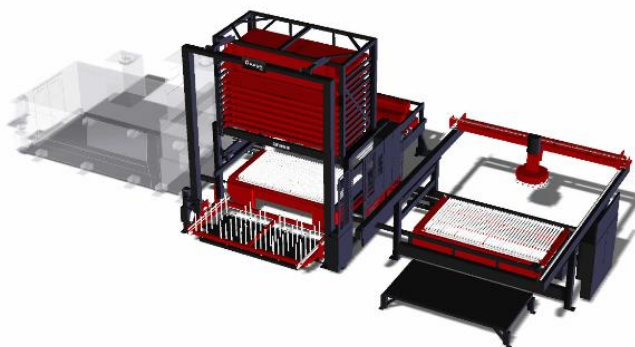
Liite 1. Kuvakollaasi

1(3)

FO



MPF 3015



ASF 3015 EU + TK 3015 EU



ASLUL 3015 STRI

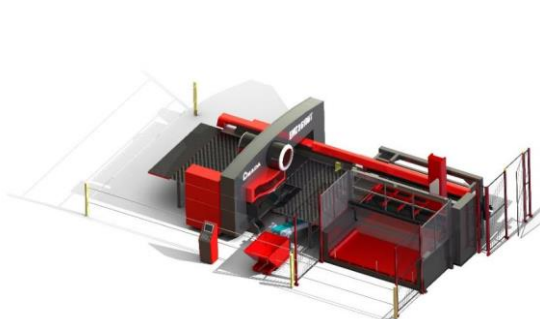


MP 4020

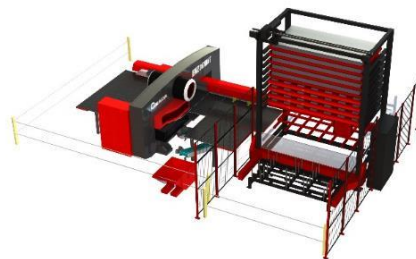


ASLUL II 4020

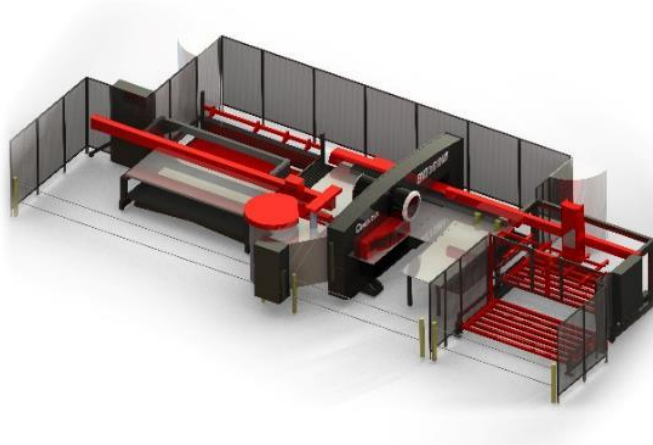
NCT



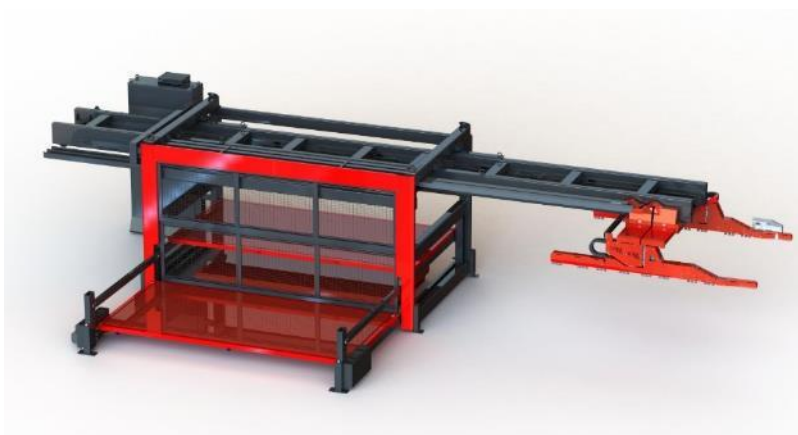
MP Sheetcat (kytkettynä Amada NCT koneeseen)



AS III MP 300 (kytkettynä Amada NCT koneeseen)

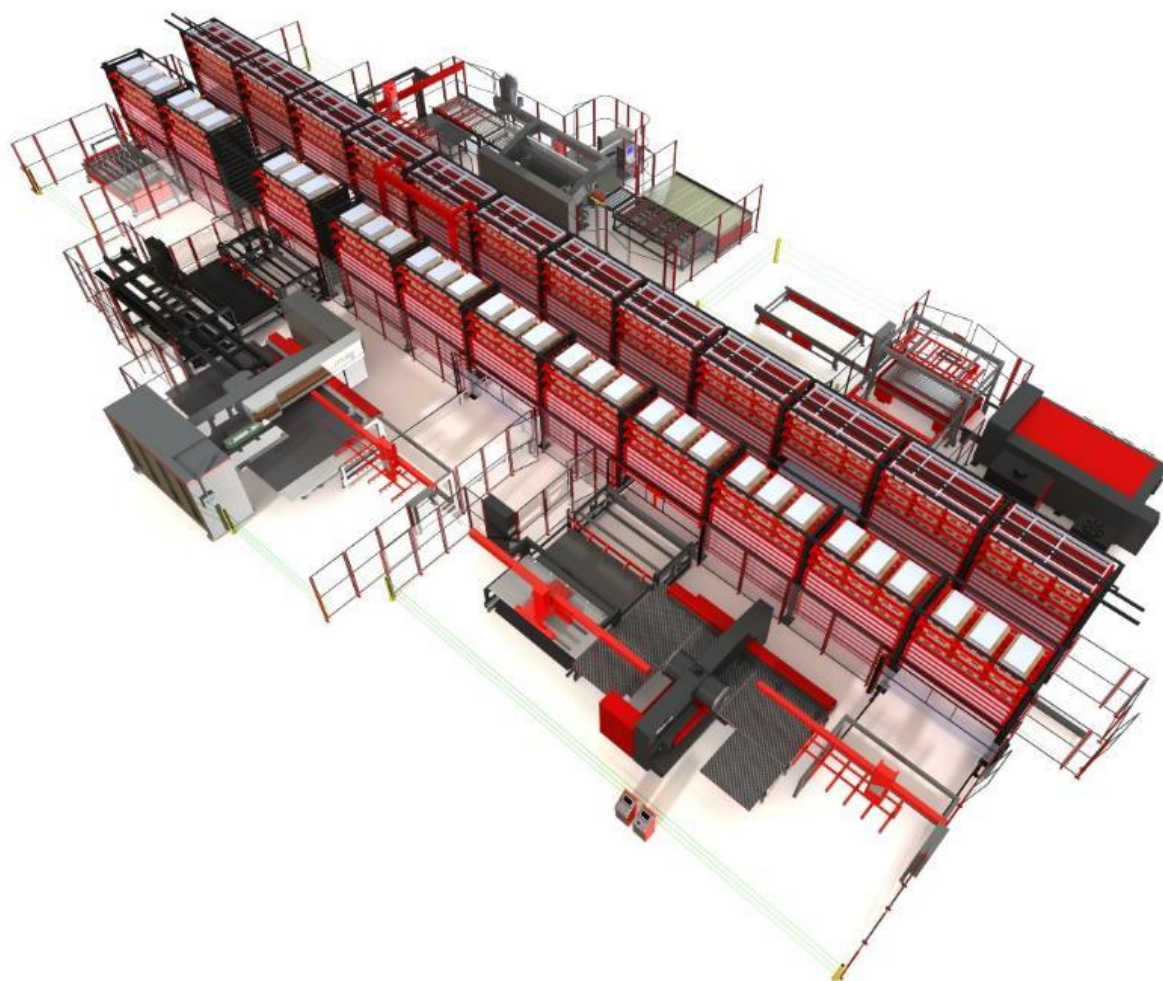


L III (oikealla) ja PR III 300 (vasemmalla) kytkettynä Amada:n NCT koneeseen (keskellä)



R 3015 TK

CS



Kokonainen CS II järjestelmä.

Liite 2. Ilmankulutuskaskuri

Teoretisk luftförbrukning					
Modell	Antal ejektorer		Total	Blåsmunstycke	Totalt
AS III	58	A05794	812	535	1347
MP Sheetcat	35	A05794	490	535	1025
L III	47	A05794	658	535	1193

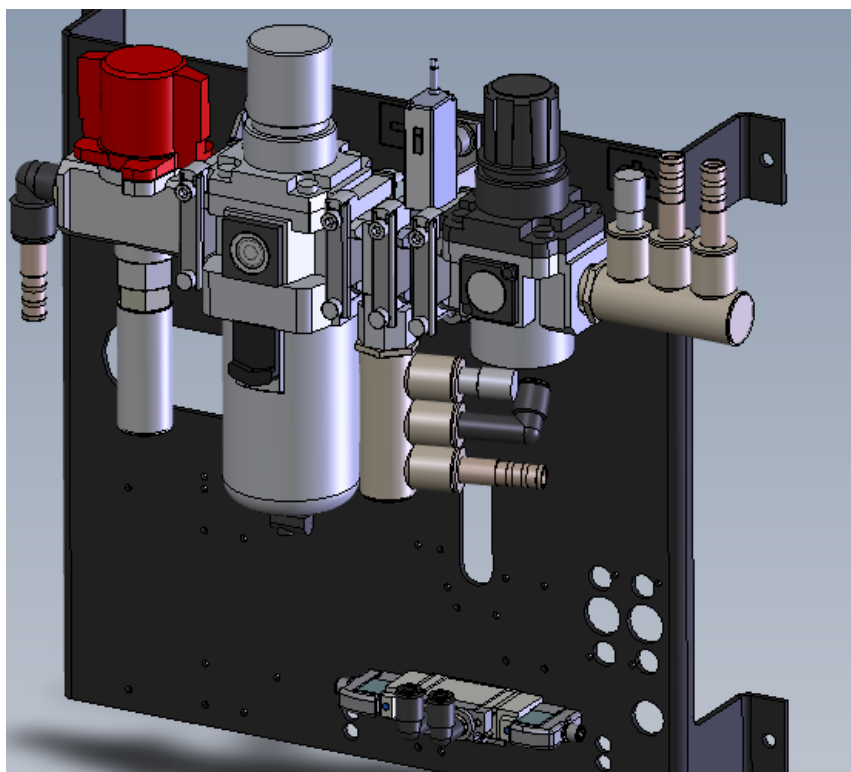
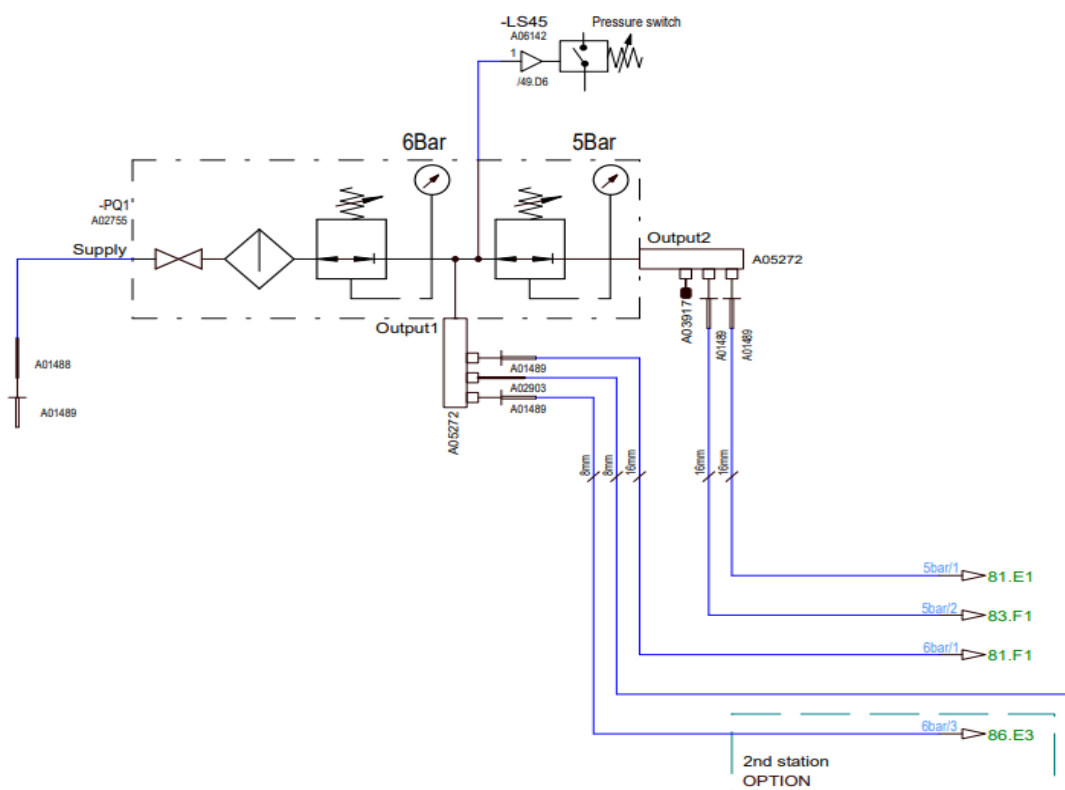
Ejektor	Förbrukning (l/min)
100538	60
A05794	14
-	-

Blåsmunstycke	Förbrukning (l/min)
100440	535
A11786	1083

Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

1(22)

MPF 3015



Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

2(22)

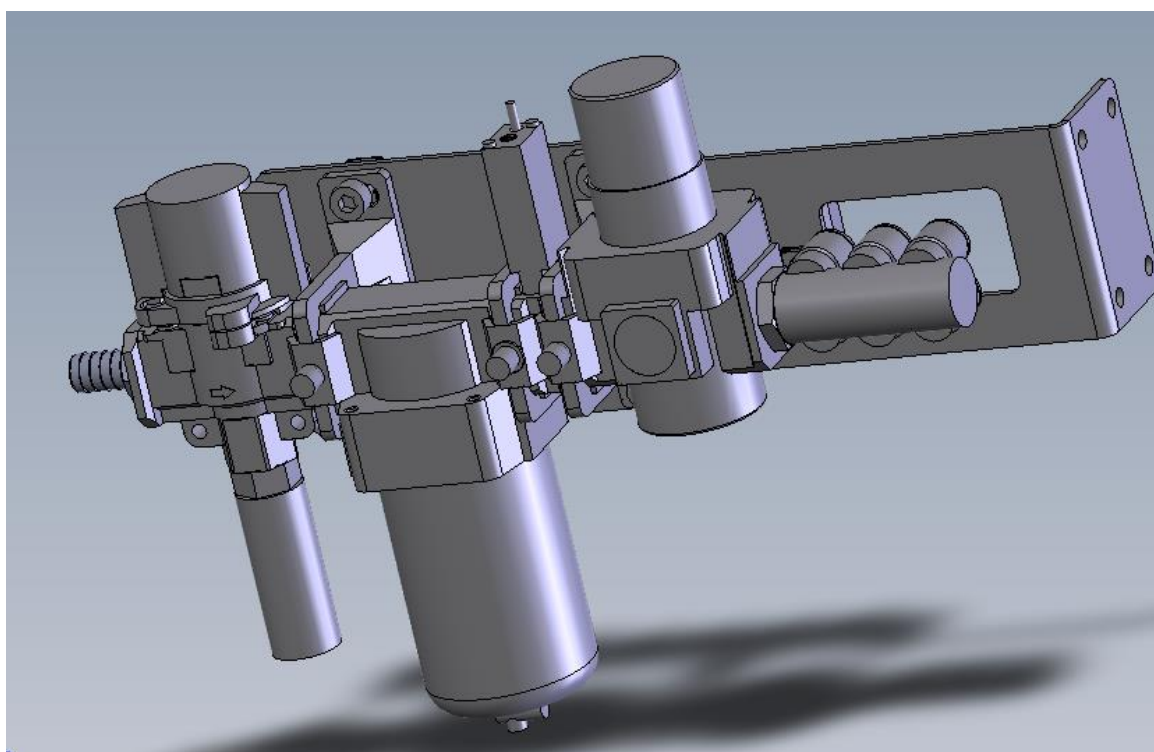
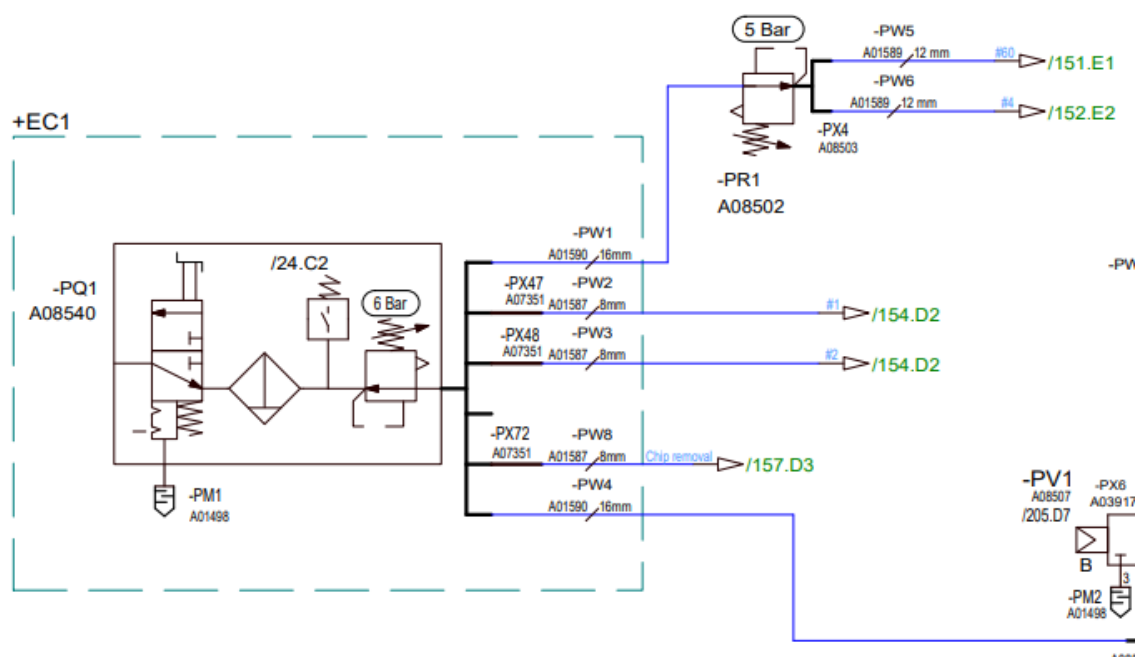
Vad måste göras för att det skall gå att montera en AW40 enhet på denna?

1. Ändra hålen för fastsättning av luftbehandlingsenheten på fästplåten:
426124
2. Montera en A02872 tryckregulator på lyftoket
3. Gör hål för fastsättning av tryckregulator på Fästplåt 4206179–1
4. Endast 1 slang från luftbehandlingsenheten till tryckregulatorn (nu är det två)
5. Uppdatera pneumatikskemat.
6. Uppdatera ritningar
7. Uppdatera plocklistor

Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

3(22)

ASF 3015 EU

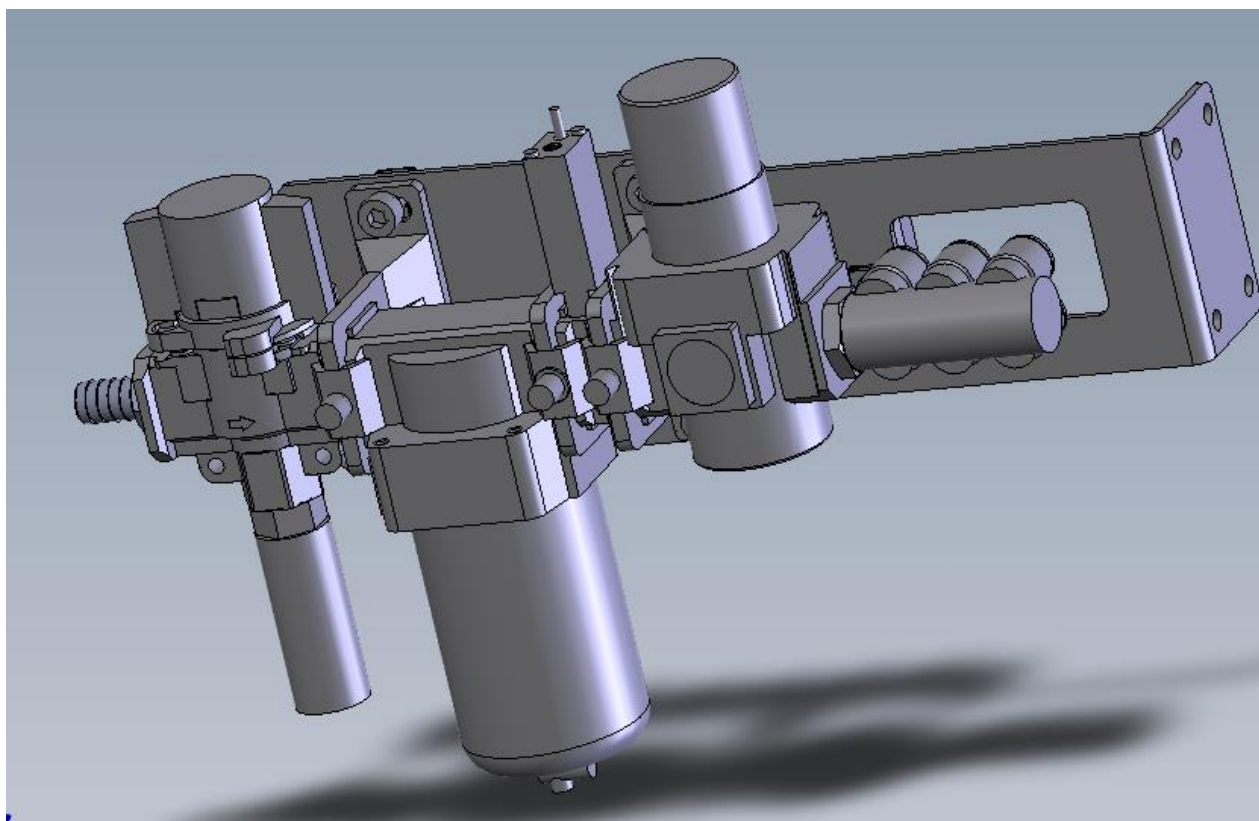
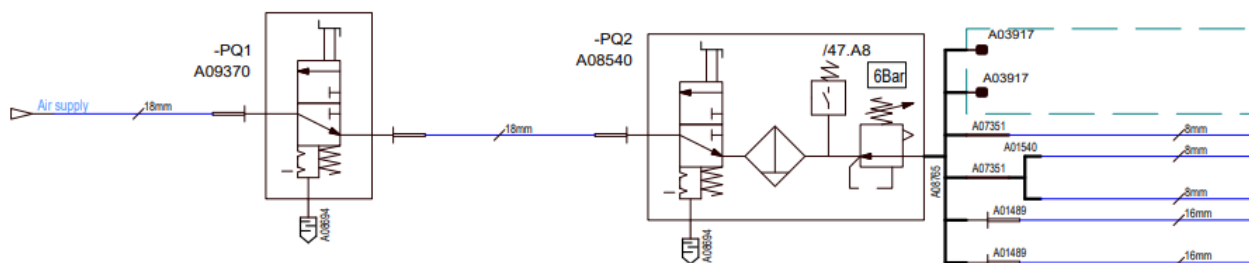


Ändra inget på denna, den är utgående modell.

Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

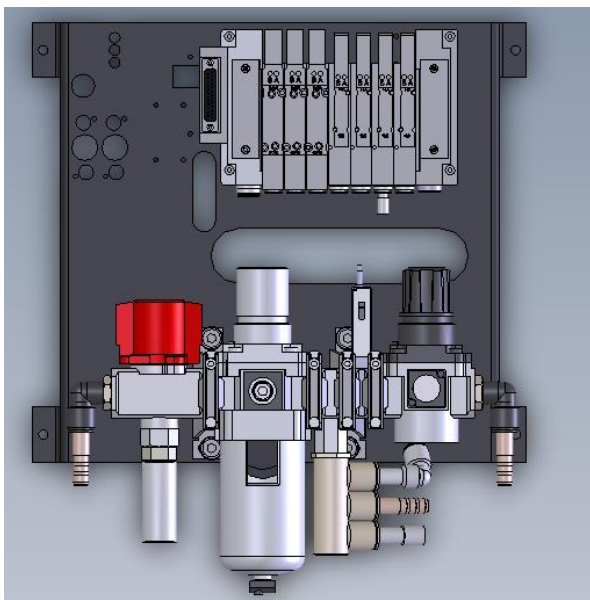
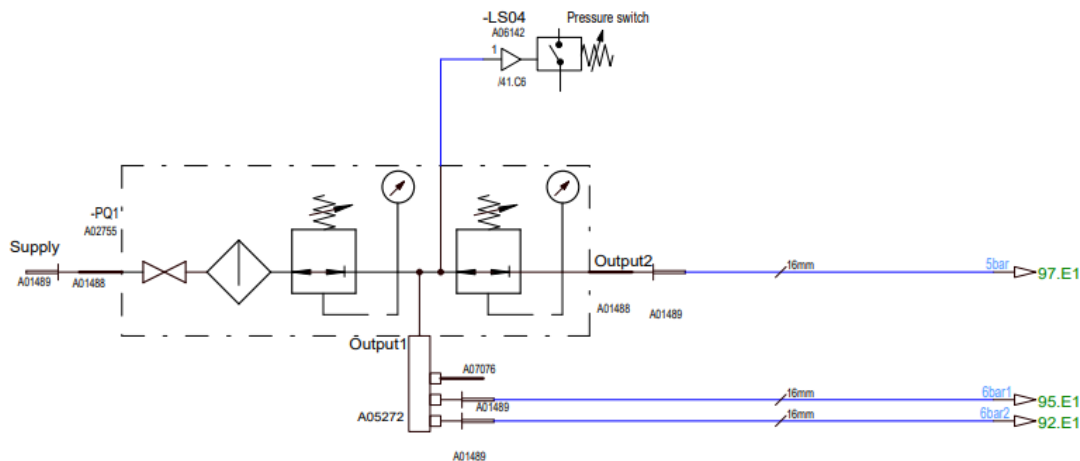
4(22)

ASF II 3015 EU



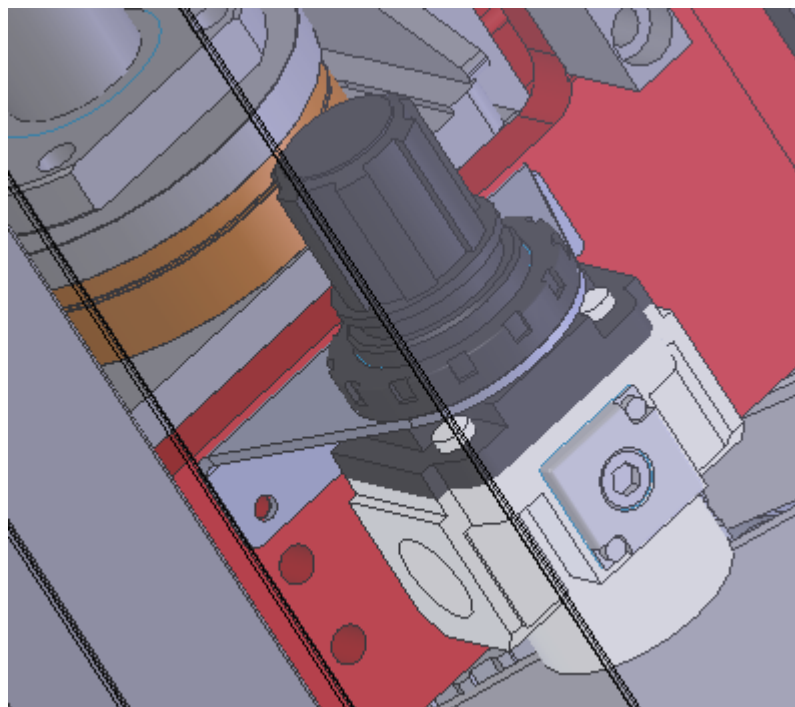
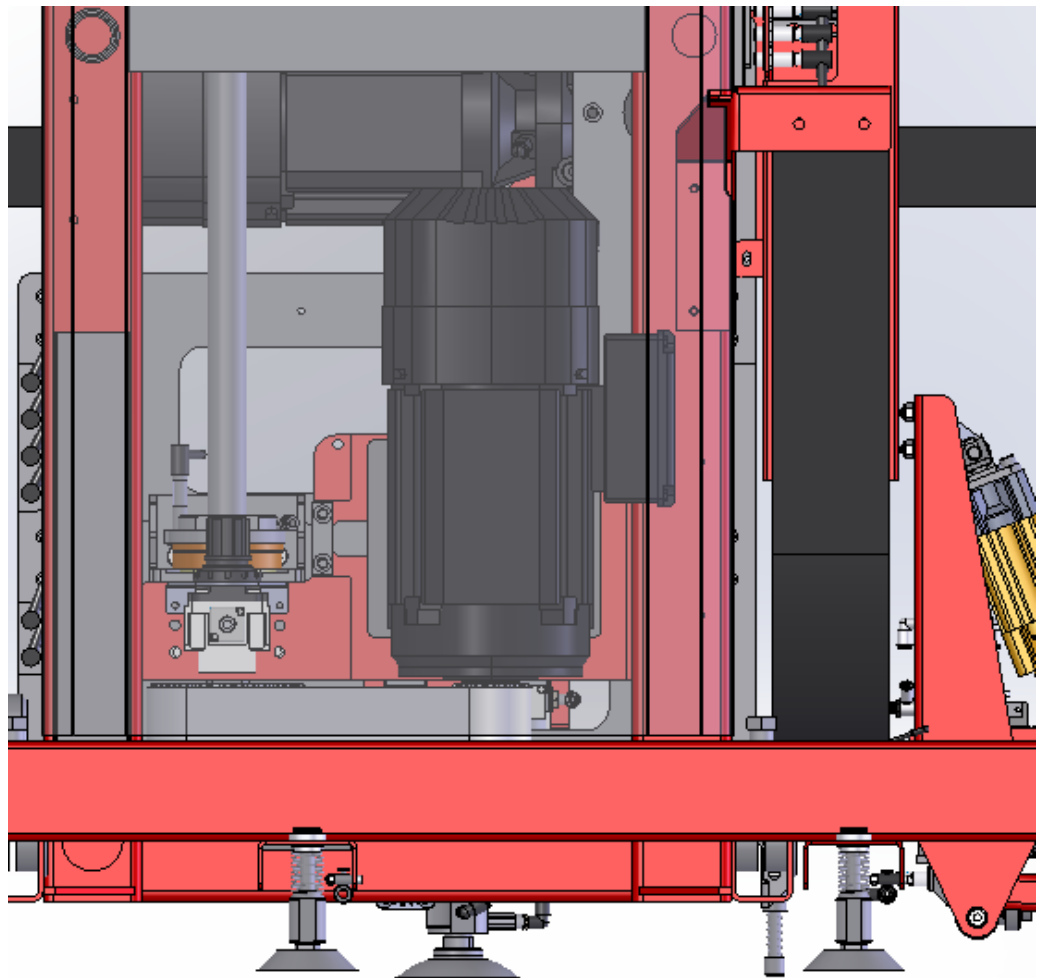
Vad måste göras för att det skall gå att montera en AW40 enhet på denna?

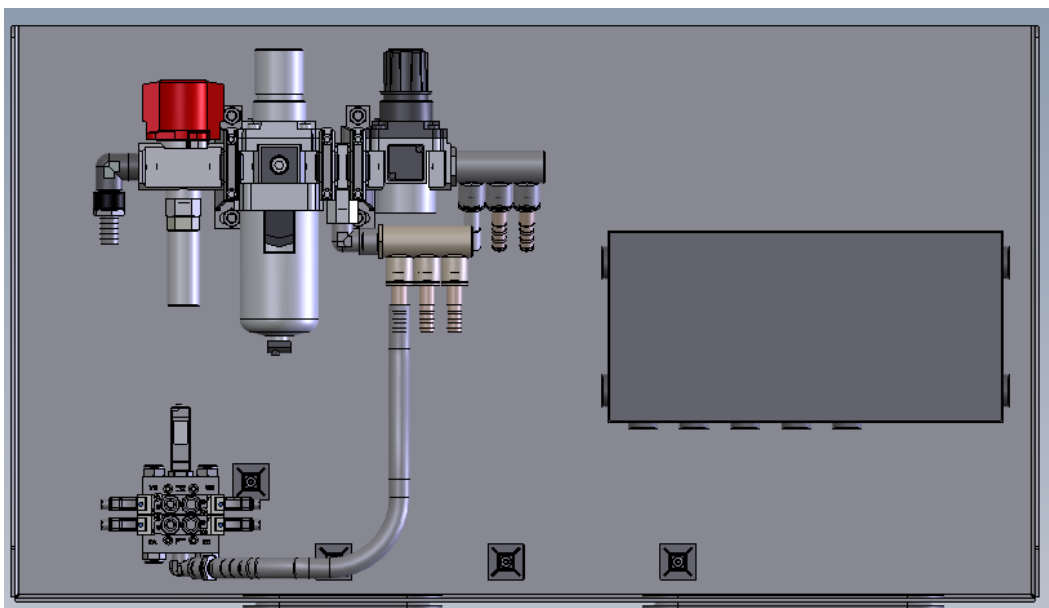
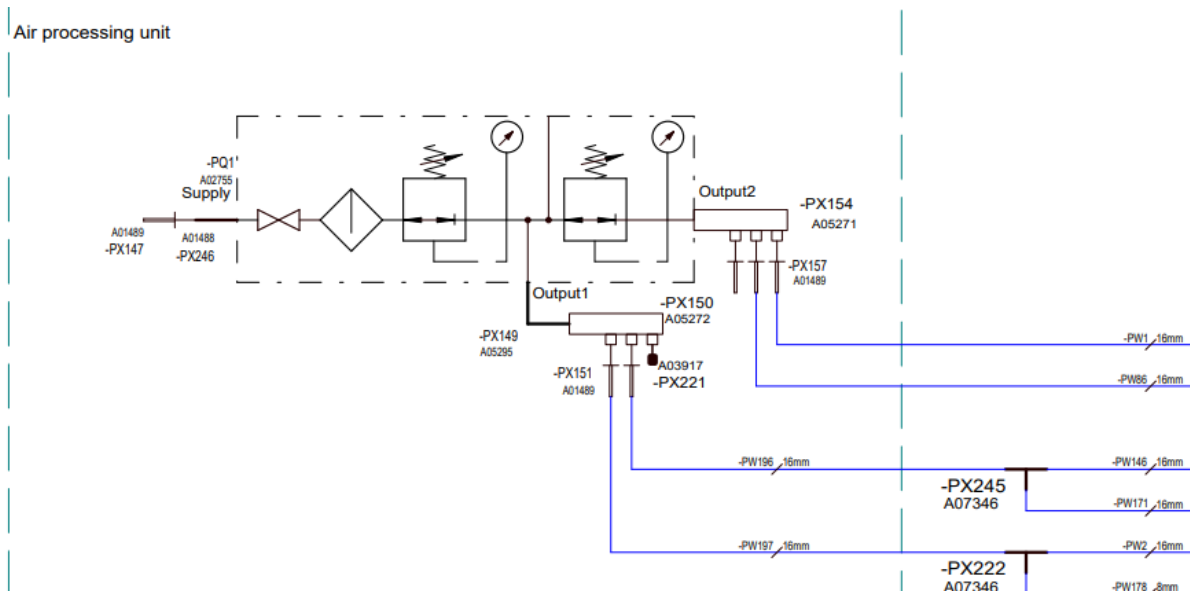
1. Ändra hålen för fastsättning av luftbehandlingsenheten på fästplåten: 4321151-1
2. Uppdatera pneumatikskemat
3. Uppdatera ritningar
4. Uppdatera plocklistor

AS III MP 300

Vad måste göras för att det skall gå att montera en AW40 enhet på denna?

1. Ändra hålen för fastsättning av luftbehandlingsenheten på fästplåten: 426124-1 (Alternativt flytta ut som på ASF EU)
2. Montera en A02872 tryckregulator på lyftoket. (bild på placering på nästa sida)
3. Uppdatera pneumatikschema.
4. Uppdatera ritningar
5. Uppdatera plocklistor



ASLUL 3015

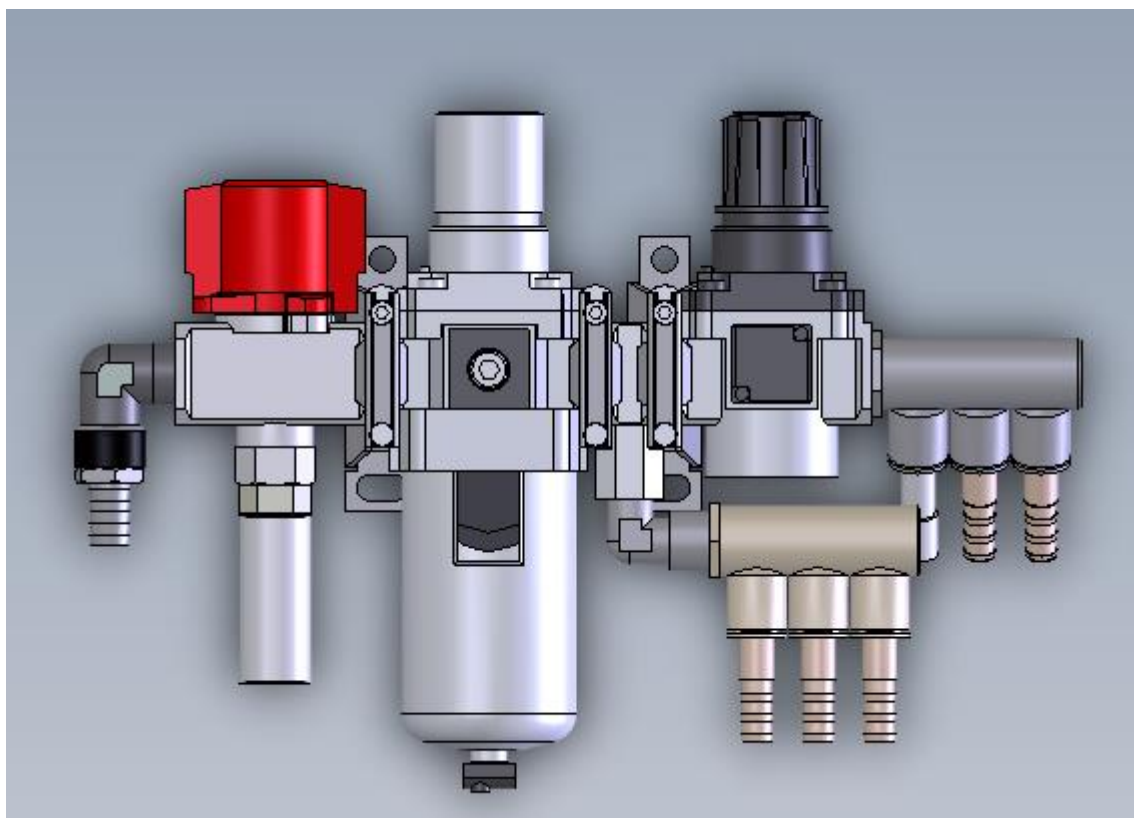
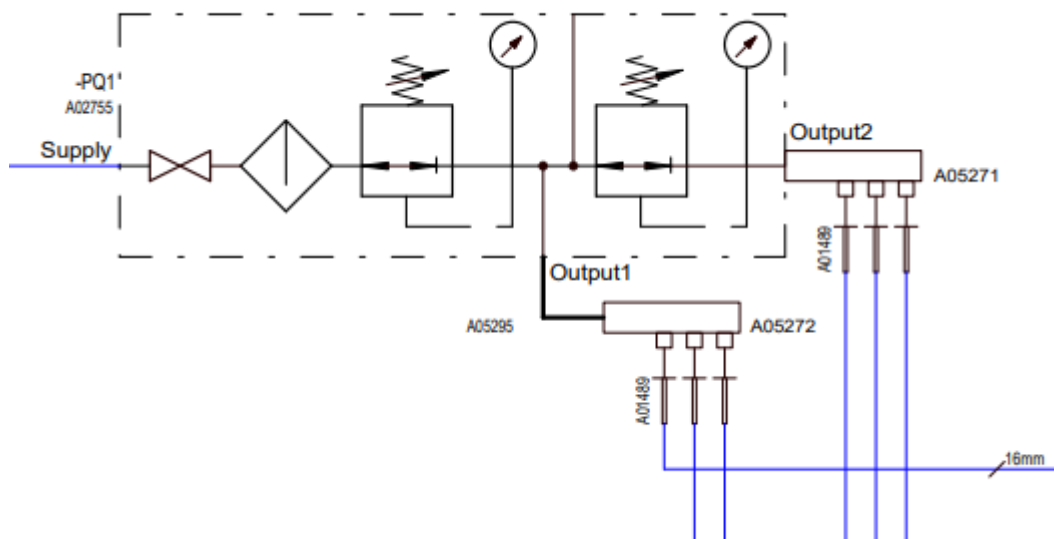
Vad måste göras för att det skall gå att montera en AW40 enhet på denna?

1. Ändra hålen för fastsättning av luftbehandlingsenheten på fästplåten: 4201592-1
2. Montera en A02872 tryckregulator på lyftoket.
3. Gör hål för fastsättning av tryckregulator på Fästplåt 4206179-1 (samma som MPF3015)
4. Endast 1 slang från luftbehandlingsenheten till tryckregulatorn (nu är det två stycken).
5. Ta bort A1508-1 och A02792 från bottenplatta A01958-1

Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

8(22)

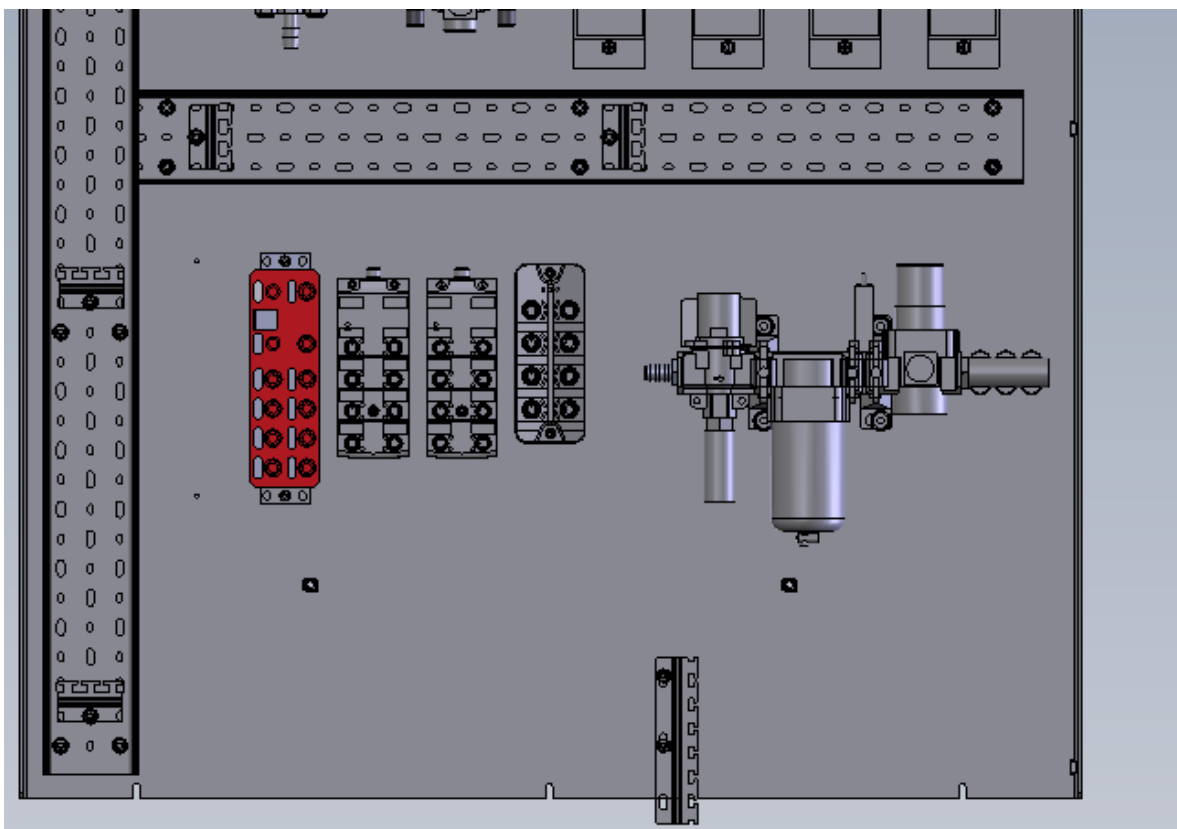
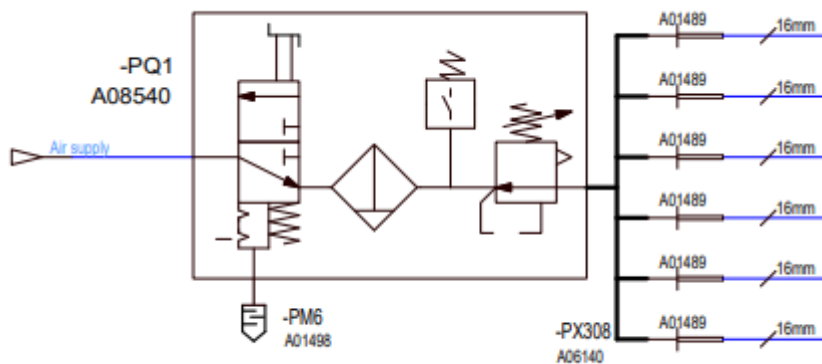
6. Montera en A01513 plugg på bottenplatta A01958-1 där tryckbrytaren nu sitter
7. Uppdatera pneumatikskemat.
8. Uppdatera ritningar
9. Uppdatera plocklistor

ASLUL 4020

Inget behöver göras ifall utgående modell.

Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

10(22)

ASLUL II 4020

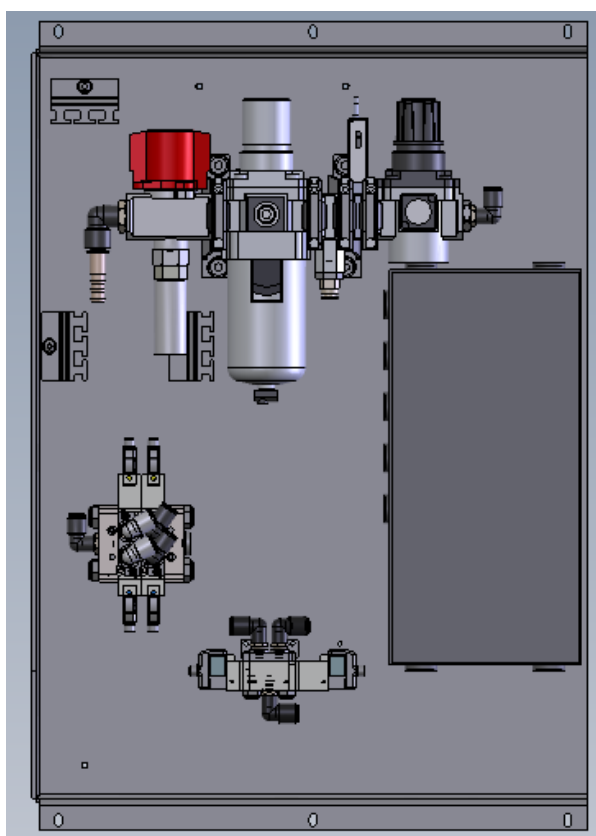
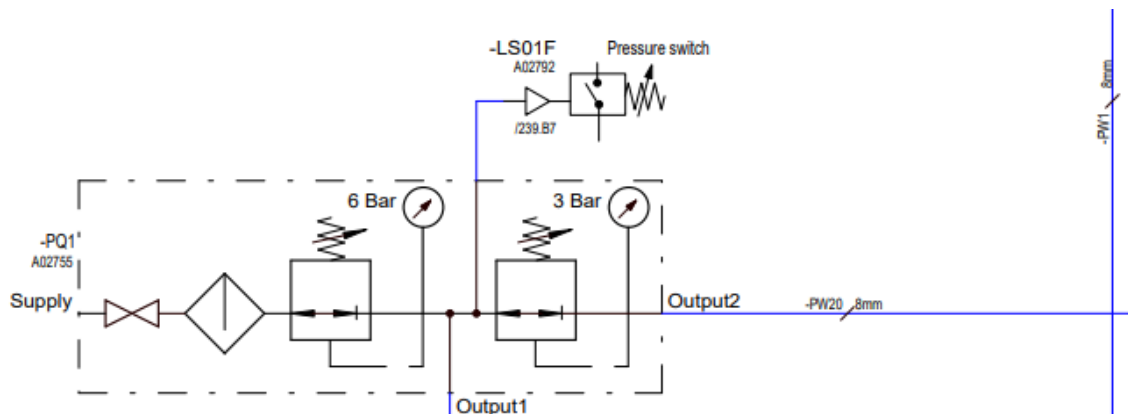
Vad måste göras för att det skall gå att montera en AW40 enhet på denna?

1. Ändra hålen för fastsättning av luftbehandlingsenheten på fästplåten:
4201644
2. Uppdatera pneumatikskemat.
3. Uppdatera ritningar
4. Uppdatera plocklistor

Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

11(22)

CS II No. 4577



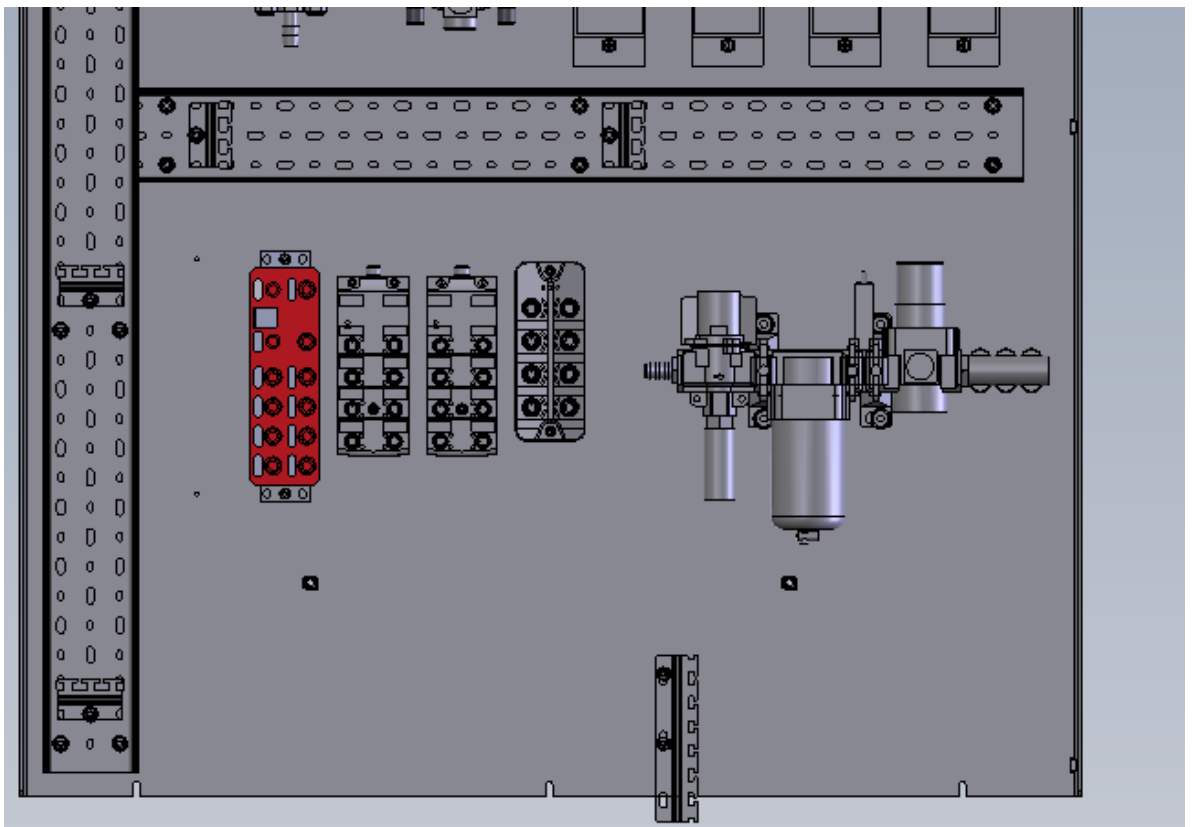
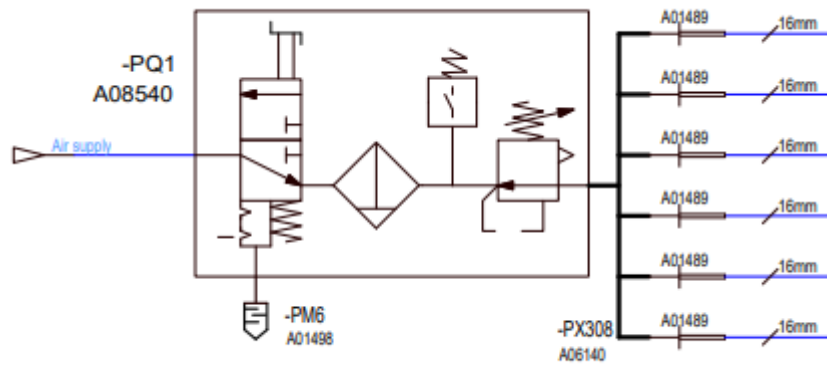
Vad måste göras för att det skall gå att montera en AW30 enhet på denna?

1. Alt. 1 Använd special luftbehandlingsenhet med två tryckregulatorer
2. Alt 2. Använd AW 30 luftbehandlingsenhet och montera tryckregulator till 3 bar någonstans på plåten på bilden överst.
3. Alt 3. möjligheten vore att inte montera någon luftbehandlingsenhet alls på I/O stationen utan istället bara på Elskåpet till hela CS:n då kan man i värsta fall få tryckfall på 0.5–1.5 bar i slangarna

Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

12(22)

MP 4020

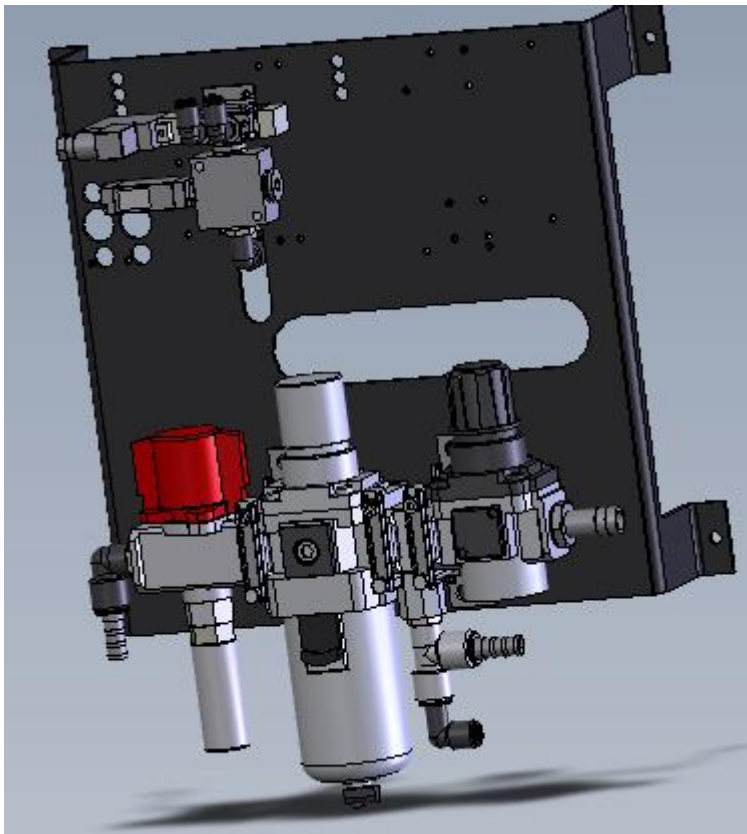
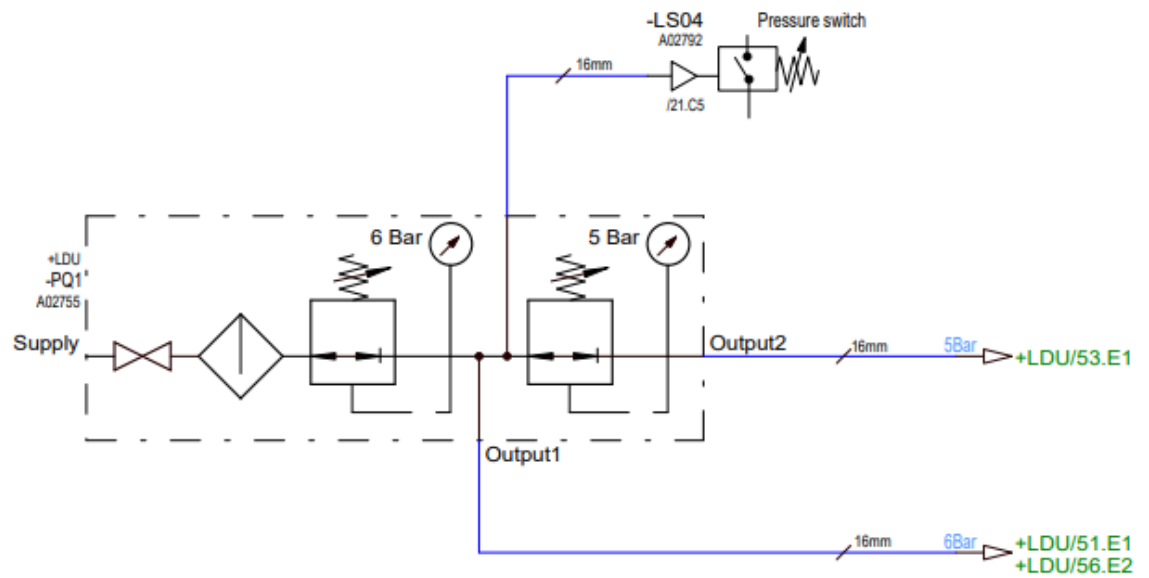


Samma som ASLUL II 4020

Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

13(22)

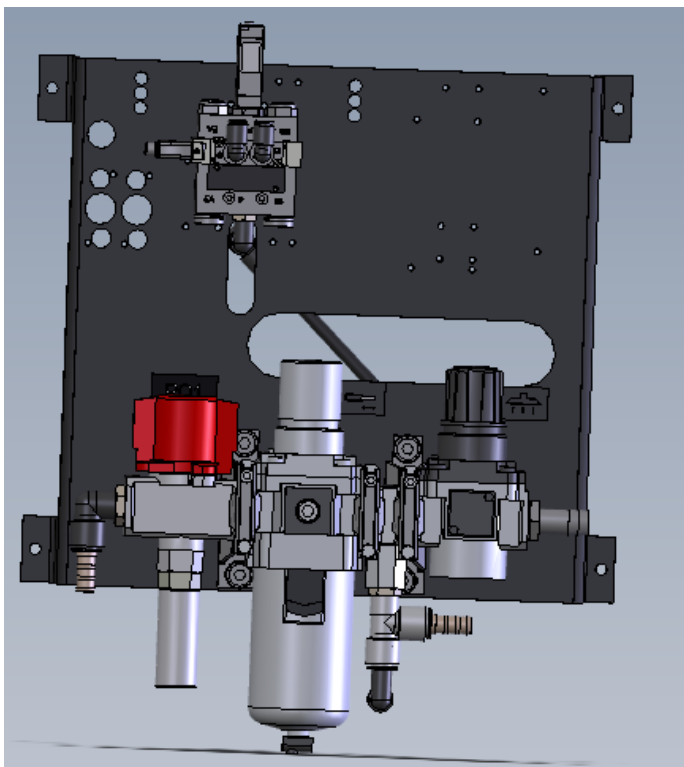
L III 300



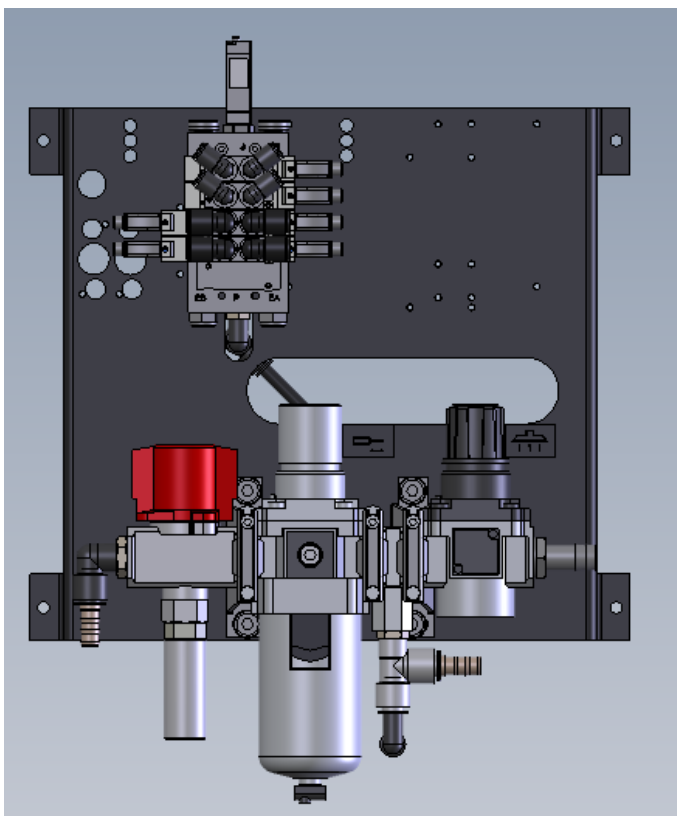
426969

Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

14(22)



426970



4269230

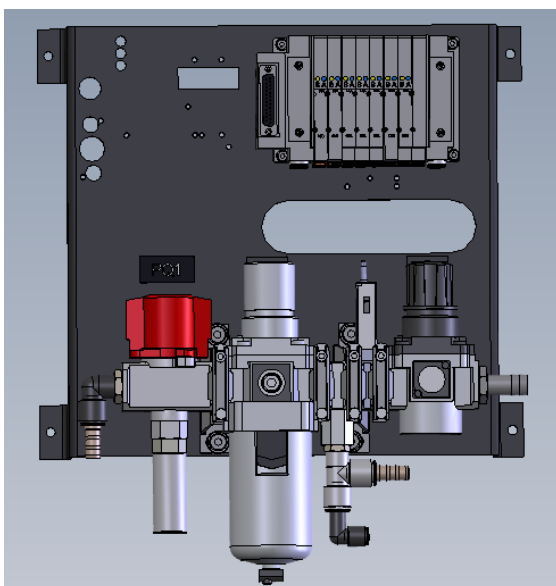
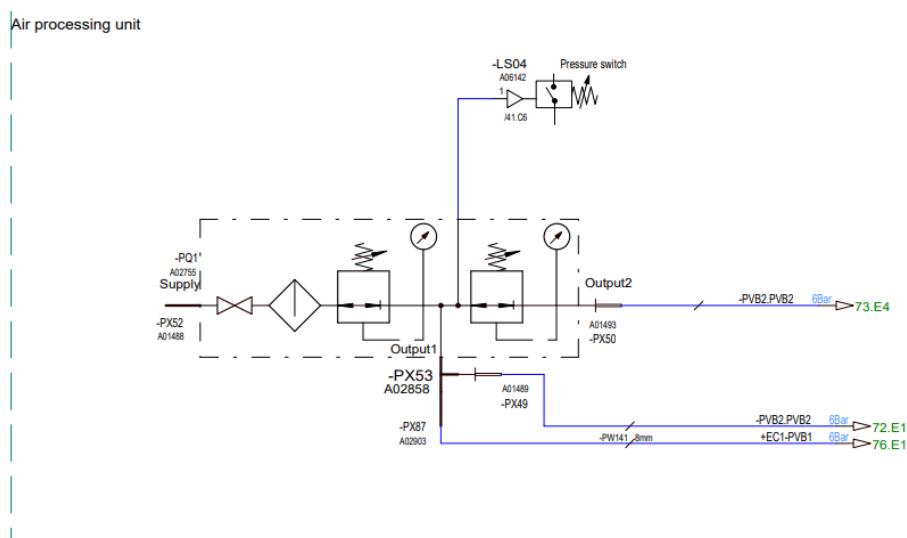
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

15(22)

Vad måste göras för att det skall gå att montera en AW30 enhet på denna?

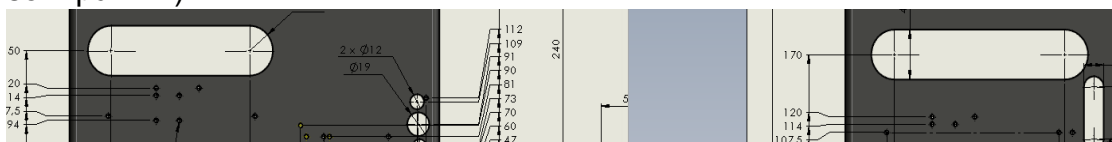
1. Ändra hålen för fastsättning av luftbehandlingsenheten på fästplåten:
426124
2. Montera en A02872 tryckregulator på lyftoket
3. Gör hål för fastsättning av tryckregulator på Fästplåt 100471-1
4. Ta bort A1508-1 och A02792 från bottenplatta A01472-1 (426969)
A01958-1 (426970) och A03095-1 (4269230)
5. Montera en A01513 plugg på bottenplatta A01472-1 (426969) A01958-1
(426970) och A03095-1 (4269230) där tryckbrytaren nu sitter.
6. Uppdatera pneumatikskemat.
7. Uppdatera ritningar.
8. Uppdatera plocklistor.

MP Sheetcat 3015



Vad måste göras för att det skall gå att montera en AW30 enhet på denna?

1. Ändra hålen för fastsättning av luftbehandlingsenheten på fästplåten: 4261297 (Se även med bild nedan om man kan använda samma fästplåt som på L III)

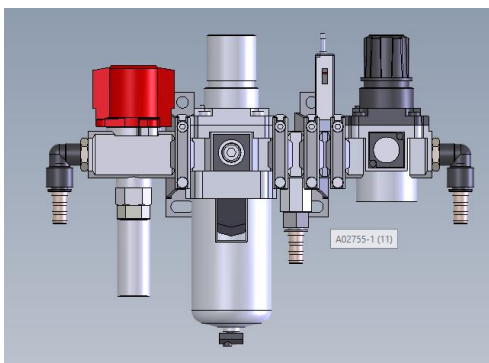
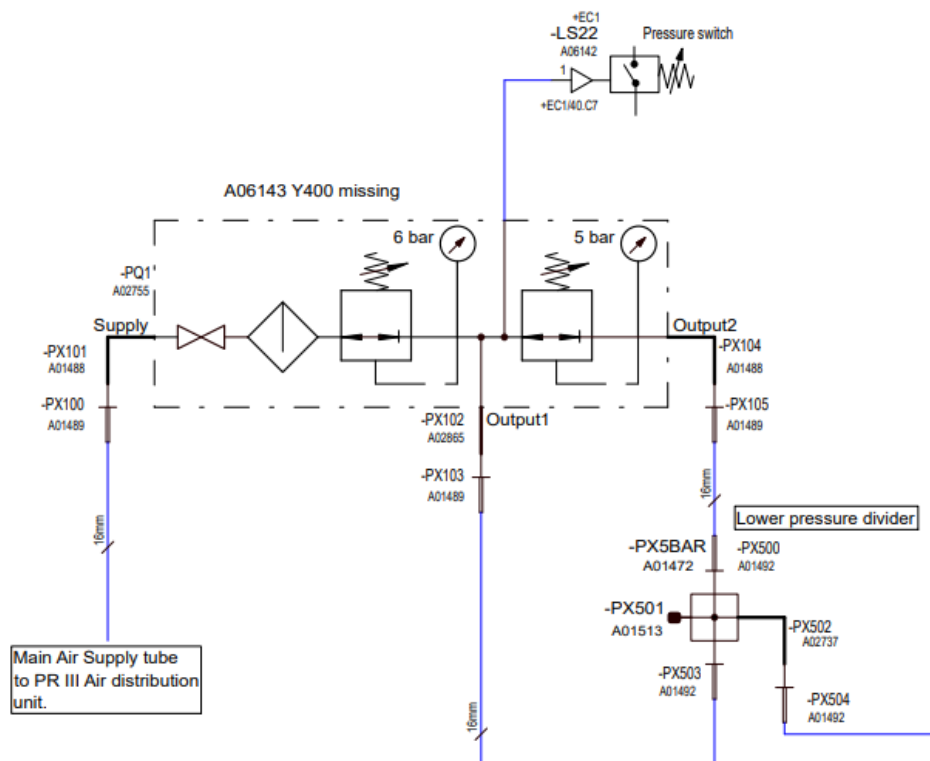


2. Montera en A02872 tryckregulator på lyftoket
3. Gör hål för fastsättning av tryckregulator på Fästplåt 100471-1
4. Uppdatera pneumatikschemat.
5. Uppdatera ritningar
6. Uppdatera plocklistor

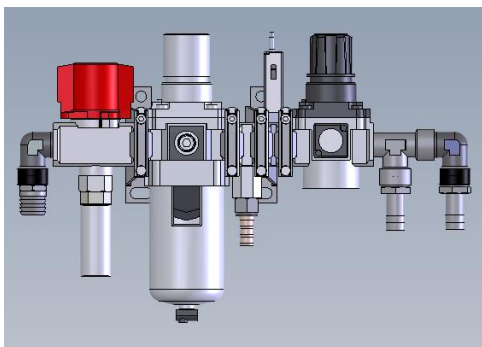
Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

17(22)

PR 3



4251204



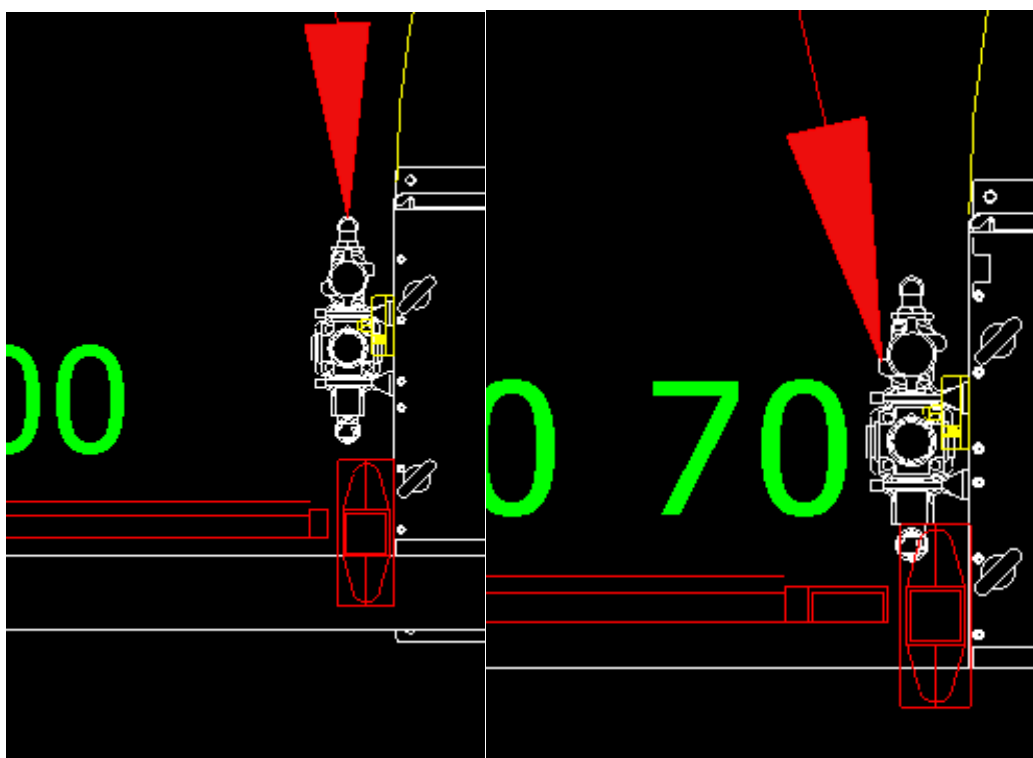
4251554 Stor luftförbrukning

Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

18(22)

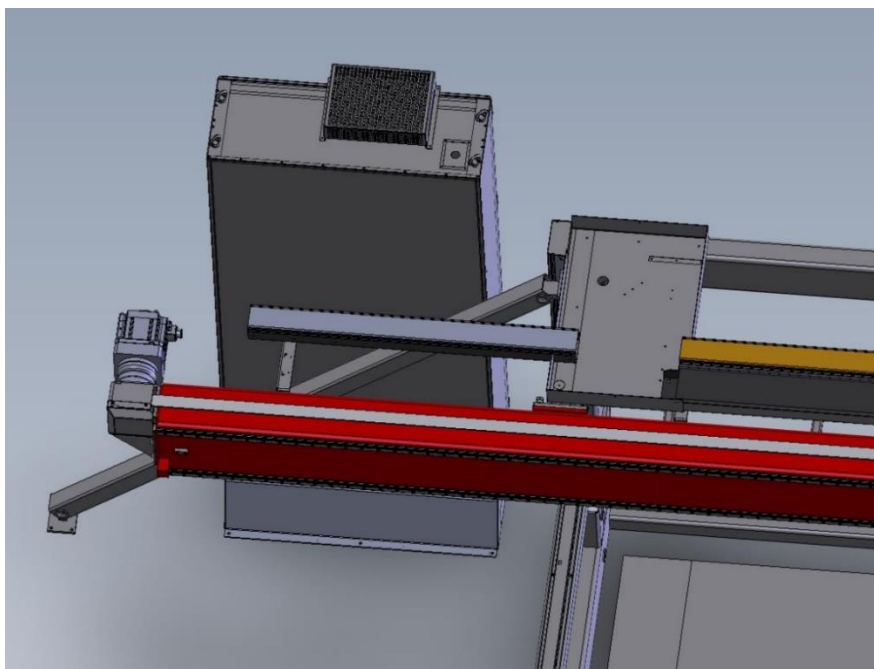
Vad måste göras för att det skall gå att montera en AW30 enhet på denna?

1. Ändra hålen för fastsättning av luftbehandlingsenheten på elskåpet 425180 se bild på nästa sida
2. Montera en A02872 tryckregulator där fördelningsblocket nu är monterad
3. Gör hål för fastsättning av tryckregulator
4. Ta bort fördelningsblock för 6 bar?
5. Uppdatera pneumatikskemat.
6. Uppdatera ritningar
7. Uppdatera plocklistor



Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

19(22)

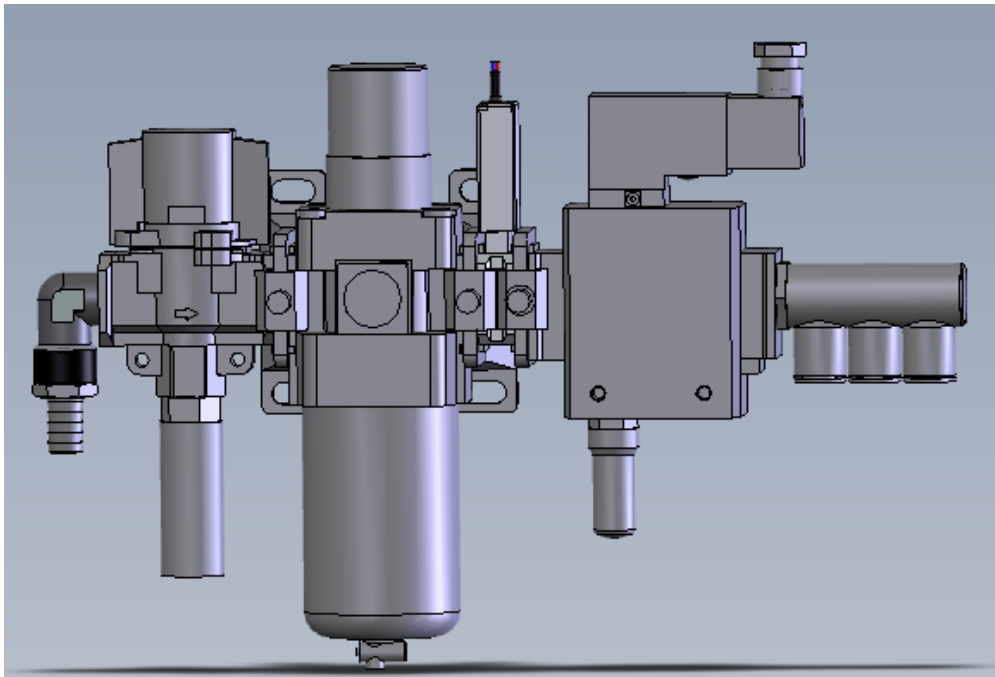
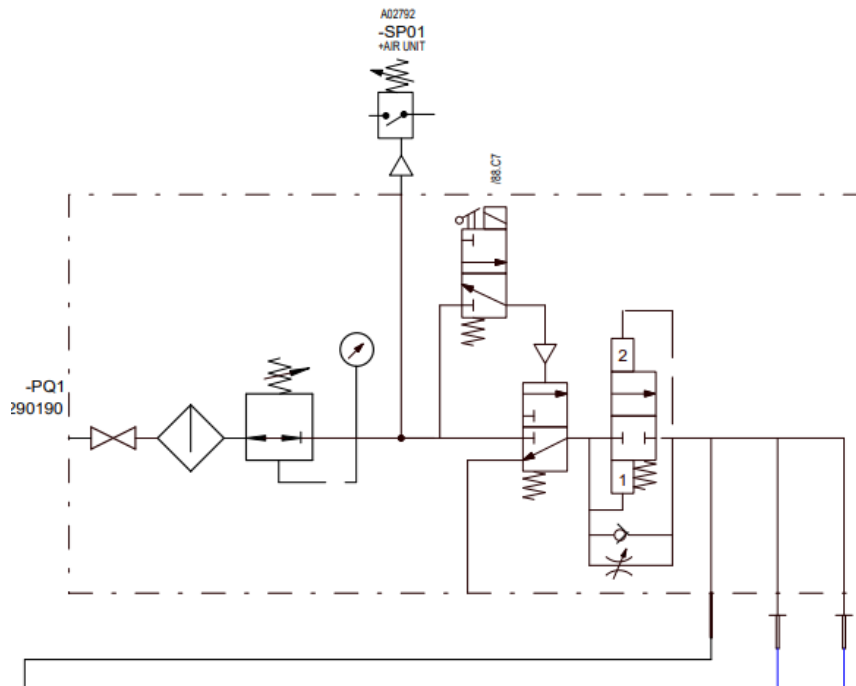


A03212

Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

20(22)

R 3015 TK

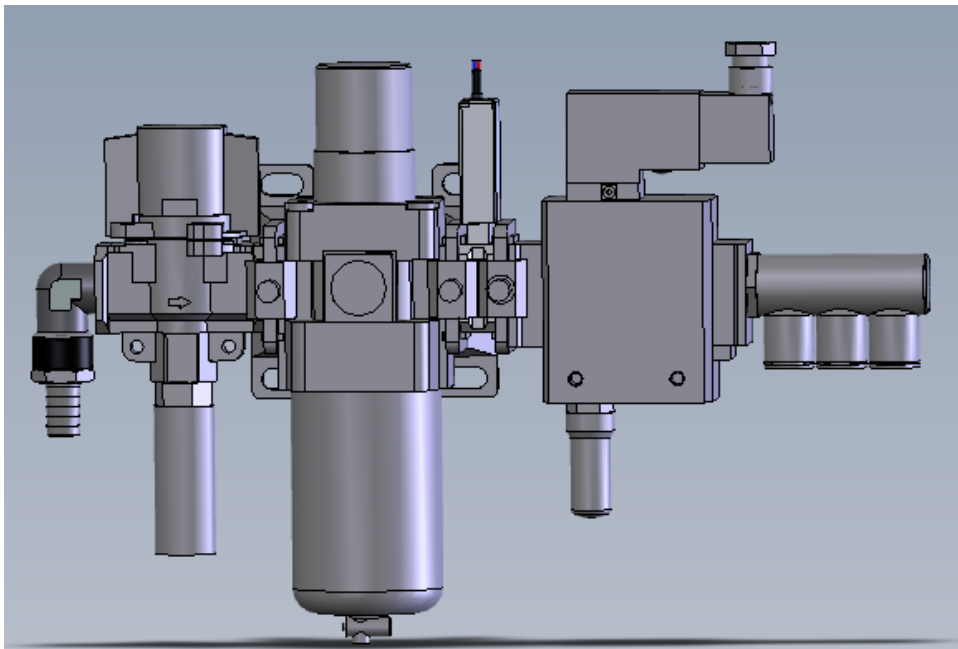
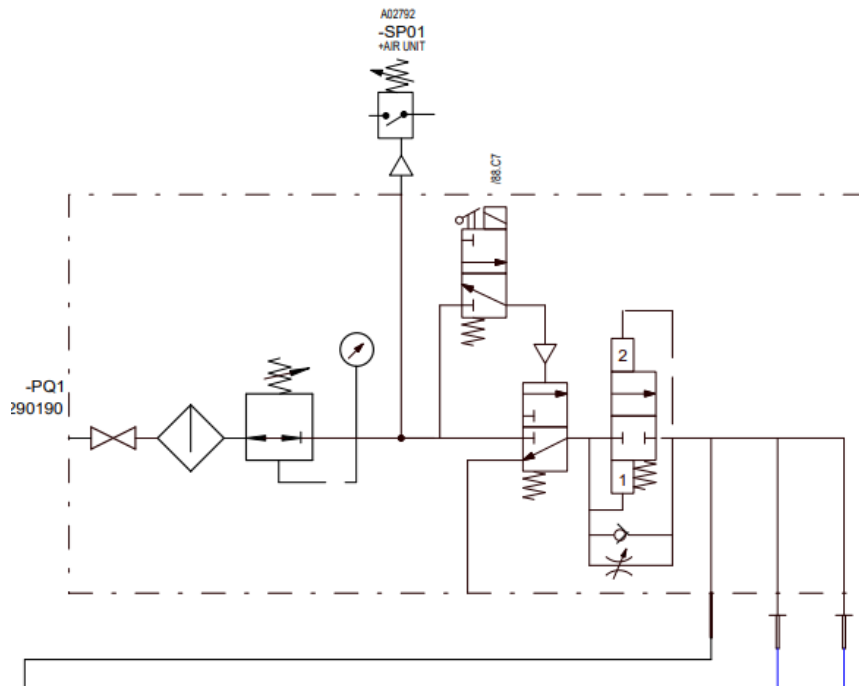


Här behövs ingenting göras.

Liite 3. Tarvittavat muutokset eri konemalleissa.

21(22)

TK 3015 EU

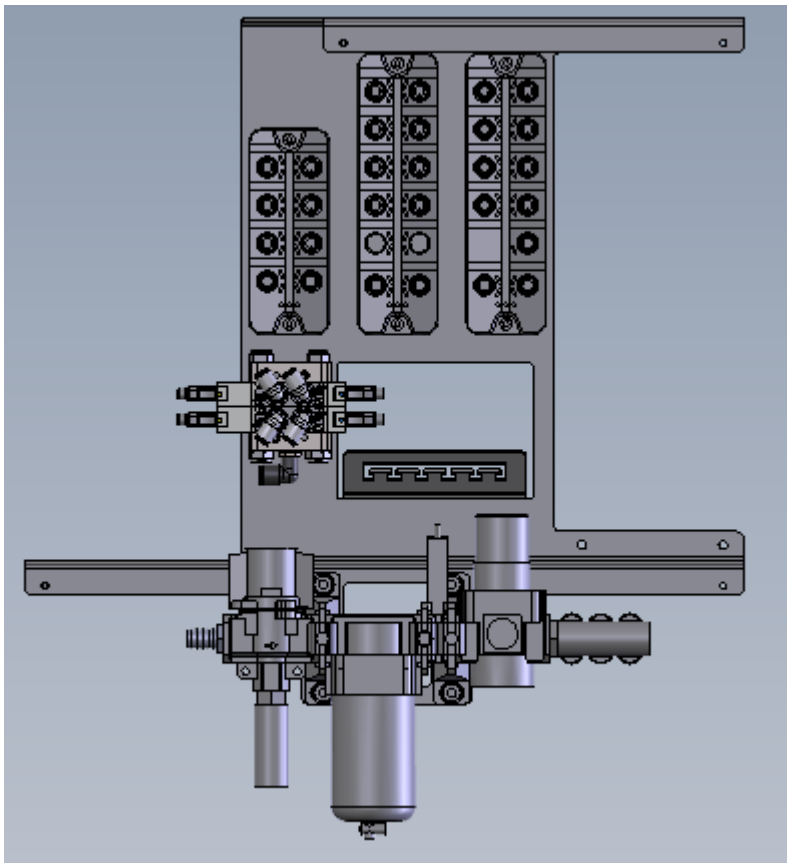


Vad måste göras för att det skall gå att montera en AW30 enhet på denna?

1. Ändra hålen för fastsättning av luftbehandlingsenheten på fäste: 4300122
2. Uppdatera pneumatikskemat.
3. Uppdatera ritningar
4. Uppdatera plocklistor

ASR 3015 PR

Denna har ännu inget pneumatikschema



Vad måste göras för att det skall gå att montera en AW40 enhet på denna?

1. Ändra hålen för fastsättning av luftbehandlingsenheten på kabelhylla 4331114-1
2. Uppdatera pneumatikschema.
3. Uppdatera ritningar
4. Uppdatera plocklistor

Dessutom:

Endera beställa ny tryckregulator med samma specifikationer som A02872 förutom att den skall ha ett fäste, alt. använda samma fäste som på AS III MP 300
Vissa utgångar behöver pluggas, andra behöver förminsas mm.

Liite 5. Käytössä olevat ilmankäsittely-yksiköt

Luftbehandlingsen- heter i bruk					
Typ	Modell	Art. Nr.	Grundenhet	Tryckbrytare	Mellandel
FO	MPF 3015	4241051	A02755	A06142	A06143
	ASF 3015 EU	4321152	A08540		
	ASF 2 3015 EU	4321152	A08540		
	ASLUL 3015	4201580	A02755	A02792	
	ASLUL 3015 STRI				
	MP 4020	4321152	A08540		
	ASLUL 2 4020 ???	4201220	A02755		
	TK 3015 EU	4290190			
NCT	L 3 300	426969	A02755	A02792	
	L 3 300	426970	A02755	A02792	
	L 3 300 S	4269230	A02755	A02792	
	MP Sheetcat 3015	4269223	A02755	A06142	A06143
	AS 3 MP 300	4279139	A02755	A06142	A06143
	PR 3 UL 300	4251204	A02755	A06142	A06143
	PR 3 UL 300 Stor luftförbrukning	4251554	A02755	A06142	A06143
	R 3015 TK	4290190			
CS	CS 2 300	4239111	A02755	A06142	A06143
		4239116	A02755	A06142	A06143
		423995	A02755	A06142	A06143