

# KOURUNKANNATTIMEN VALMISTUKSEN AUTOMATISOINTI

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Tuotantopainotteinen mekatroniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2006  
Kimmo Koistila

Lahden ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

KOISTILA, KIMMO: Kourunkannattimen valmistuksen automatisointi

Tuotantopainotteisen mekatroniikan opinnäytetyö, 28 sivua, 15 liitesivua

Kevät 2006

## TIIVISTELMÄ

---

Tässä opinnäytetyössä valmistettiin Nesco Oy:lle alihankintana tilattu erityinen ulkopuolisia räystäskourun kannatinkoukkuja valmistava kone. Alihankkijana toimi Hiikin työkalu, joka edelleen tilasi koneen suunnittelun insinööritoimisto Teknoporilta. Sähköistyksen ja logiikkaohjelmoinnin järjestäminen jäi koneen tilaajan vastuulle.

Tällä hetkellä kannatinkoukkuja valmistetaan käsin pitkistä alusinkityistä putkista epäkeskotyökaluilla. Työ vaati kaksi vaihetta työkalunvaihtoineen ja välivarastointineen. Lisäksi työntekijät kokivat työn epämiellyttäväksi ja raskaaksi. Tämän johdosta yritys päätyi automatisoimaan kannatinkoukkujen valmistuksen.

Opinnäytetyöhön kuului koneen pneumatiikan, hydraulikan, sähköistyksen ja logiikkaohjelmoinnin järjestäminen sekä koneen käyttöönotto. Pneumatiikan ja hydraulikan osalta koneen suunnittelija oli jo määritellyt koneeseen kuuluvat sylinterit ja hydraulikkakoneikkona käytettiin Nescolta valmiiksi löytyvää koneikkoa.

Hydraulikan ja pneumatiikan toteutus aloitettiin heti koneen mekaanisen kokoonpanon saavuttua Nescon tehtaalle, jolloin myös koneen työkalujen testausta voitiin aloittaa. Sähköistyksen ja logiikkaohjelmoinnin osalta koneen käyttöönotto on vielä kesken, sillä koneessa ilmenneiden suunnitteluvirheiden takia esimerkiksi yksi hydraulikkasyylinteri on jouduttu vaihtamaan voiman puutteen takia isompaan. Koneen logiikkaohjelma tulee saamaan lopullisen muodon vasta, kun lopputuotteen muoto on oikea. Tämän vuoksi ohjelmointia ei tässä opinnäytetyössä käsitellä kovin paljoa.

Koneen käyttöönotto etenee parhaillaan hyvää vauhtia ja viimeisten muutoksien jälkeen ohjelmointi saatetaan loppuun, jolloin kone pääsee tuotantoon. Opinnäytetyön tekijälle tämä työ on ollut erittäin hyvä esimerkki siitä, miten alihankintana tilattu kone saatetaan aina tuotantoon asti. Koneturvallisuus on muodostunut myös erittäin tärkeäksi kokonaisuudeksi, koska työntekijöiden turvallisuus tuotannossa on nykypäivänä työnantajille oleellinen, myös laissa säädetty asia.

Asiasanat: pneumatiikka, hydraulikka, automaatio, koneturvallisuus

Lahti Polytechnic

Faculty of Technology

KOISTILA, KIMMO: Automatization of manufacturing brackets for eaves gutters

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 28 pages, 15 appendices

Spring 2006

## **ABSTRACT**

---

The objective of this study was to manufacture a special machine for the production of brackets for eaves gutters. The work was commissioned by a subcontractor for Nesco Oy. Nesco was responsible for electrical engineering and logic programming.

At the moment, gutter brackets are hand-made of long aluminium galvanized pipes with a cam pressing device. There are two phases and intermediate products, when gutter brackets are produced. Also employees think it is unpleasant and hard work. Because of this, the company had decided to automate the manufacture of brackets for eaves gutters.

The work involved planning the machine's pneumatics and hydraulics and organizing electrical engineering and logic programming. Commissioning the machine was also part of the work. The pneumatic and hydraulic cylinders were already specified by the machine designer when the machine was delivered to Nesco. There was an old hydraulic aggregate at the factory, which was used in this project.

The hydraulic and pneumatic realization was started as soon as the machine was delivered to Nesco, when it was also possible to start testing the machine tools. Electrical engineering and logic programming is still unfinished because of some mistakes found in the design of the machine. One of the hydraulic cylinders had to be changed because of lack of force. Logic programming will be finished, when all problems are solved.

Keywords: pneumatic, hydraulic, automation, machine safety

# SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	1
1.1 Nescon tuotanto	1
1.2 Opinnäytetyön kuvaus	2
1.3 Koneen toimintakuvaus	3
2 VAATIMUSMÄÄRITTELY	5
2.1 Standardin asettamat vaatimukset	5
2.2 Turvallisuusanalyysi	6
3 PNEUMATIikka	8
4 HYDRAULIikka	11
4.1 Tarvittavat voimat:	11
4.2 Sylintereiden mitoitus	13
4.3 Venttiilien valinta	16
4.4 Letkujen mitoitus	17
4.5 Hydrauliiikkakaavio	18
5 LOGIikkaOHJELMOINTI	20
6 KONETURVALLISUUS	22
6.1 Koneyhdistelmä	22
6.2 Asiakassuhteet ja vastuut	23
7 PÄÄTÄNTÖ	25
LÄHTEET	27
LIITTEET	28

## 1 JOHDANTO

Nesco oy on vuonna 1981 perustettu kotimainen perheyrittäjä, jonka toiminta on kasvanut viime vuosina erittäin suuresti. Orimattilassa sijaitsevilla tuotantotiloilla Nesco valmistaa sadevesijärjestelmiä ja kattoturvaluustuotteita. Yrityksen tuotemerkkejä ovat Vesivek ja Tika, joista Vesivek on alansa markkinajohtaja sekä ainoa valtakunnallinen ketju Suomessa.

Vesivek-ketjun 18 pisteestä yhdeksän on itsenäisiä yrityksiä ja yhdeksän on Nescon tytäryhtiötä, jotka yhdessä Nesco Oy:n kanssa muodostavat Nesco-konsernin. Nesco-konsernin liikevaihto vuonna 2005 oli n. 19 miljoonaa euroa ja työntekijöitä on 150.

Yli puolet Nesco Oy:n eli tehtaan liikevaihdosta tulee muualta kuin Vesivekiltä. Nesco myy Tika-tuotemerkillä tuotteita eri valmistajille ja urakoitsijoille (mm. vesikatemateriaalivalmistajille, peltisepäntuotantoliiketoimittajille, kattourakoitsijoille, ja muille alan yrittäjille). Joitakin ns. Vesivekin statustuotteita, kuten kulmikkaita liukulähtöjä, myydään kuitenkin vain Vesivekin kautta.

### 1.1 Nescon tuotanto

Orimattilan tuotantotilat koostuvat päähallista, jonka koko on 3500 m<sup>2</sup>, tiikashallista sekä kolmesta varastohallista ja ulkona olevista varastopaikoista. Jatkuvan toiminnan kasvamisen vuoksi on myös rakennettu lisää katettua hallitilaa sekä myös toimistotilojen laajennus on käynnissä. Orimattilan tehdas työllistää noin 50 henkeä.

Tuotannon ytimen muodostavat levyosasto, pulverimaalaamo, sadevesijärjestelmä solu ja tikasyksikkö. Myös lähettämö ja suuri valmistuotevarasto on olennainen osa Nescon toimintaa. Levyosastolla on uusi Finnpower levytyökeskus, erilaisia suuria epäkeskopuristimia, leikkureita, särmäimiä, liukulähtöjen valmistuspiste sekä rainasta valmistettavien kiskojen linjasto. Pulveripolttoalaamo takaa Nescon tuotteille laadukkaan viimeistelyn. Esimerkiksi alumiinin maalauksesta Nescolla on 20 vuoden kokemus.

## 1.2 Opinnäytetyön kuvaus

Nykyään levyosastolla valmistetaan ulkopuolisia kourunkannakkeita epäkeskotyökaluilla 22 x 1,25 x 6000 mm olevasta putkesta. Epäkeskotyökaluilla kannakkeita valmistettaessa tarvitaan kaksi työvaihetta työkalun vaihtoon ja lisäksi työntekijät kokevat kannakkeiden valmistuksen raskaaksi ja epämiellyttäväksi. Tämän johdosta yritys on päättänyt automatisoida ulkopuolisen kourunkannakkeen valmistuksen. Kuviossa 1 esitetään pyöreän ja kantikkaan kourunkannakkeen kuvat.



KUVIO 1. Pyöreä ja kantikas kourunkannake

Suunnittelutyö on tehty Teknopori nimisen yrityksen toimesta. Suunnitelman mukaan laite koostuu putkimakasiinista, putkensyöttölaitteesta, litistys- ja taivutustyökalusta sekä nouto-/vetolaitteesta. Liitteissä 1 - 5 esitetään kyseisten yksiköiden piirustukset.

### 1.3 Koneen toimintakuvaus

Putkimakasiini on putkien varastointi ja siirtopaikka syöttölaitteelle. Syöttölaite koostuu kahdesta paineilmasylinterillä toimivasta mekaanisesta rakenteesta, joista toinen pitää putkesta kiinni ja toinen siirtää sen litistykseen ja taivutukseen. Litistysyksikkö ensin litistää ja tämän jälkeen rei'ittää putken. Rei'ityksen jälkeen taivutusyksikkö katkaisee putken sekä puristaa kannakkeelle oikean muodon. Litistyksen ja taivutuksen aikana syöttölaite valmistautuu syöttämään lisää putkea litistys- ja taivutusyksiköiden auettua. Nouto-/vetolaite siirtää viimeisen jäljelle jäävän putken palasen oikeaan kohtaan, jotta koko putki saadaan hyödynnettyä. Litistys ja taivutus ovat hydraulisesti, loput pneumaattisesti toimivia osakokonaisuuksia.

Työkaluja tulee olemaan kaksi, pyöreän kourun ja kulmikkaan kourun kannakkeelle omansa. Lisäksi on optiona varattava mahdollisuus erityiselle b-mallin kannakkeelle, jossa edellä mainittuihin kannakkeisiin lisätään ylimääräinen taivutus kannakkeen häntään. B-mallin kannakkeita käytetään asennettaessa kouruja katoille, joihin eivät normaalit kannakkeet mahdu. Nämä ovat kuitenkin suhteellisen harvinaisia tapauksia.

Opinnäytetyön ohjaajana toimii tuotantopäällikkö Jari Pohja. Alustava aikataulus oli projektille tehty jo tilattaessa, ja opinnäytetyön tekijän vastuulle jää tarvittavien osien hankinta ennen koneen toimitusta Nescolle. Tuotantopäällikkö hoitaa taloudelliset ja alihankintasopimuksiin liittyvät asiat, ja opinnäytetyön tekijä hoitaa yhteistoiminnan alihankkijoiden kanssa. Työn on määrä valmistua syksyllä 2005 helpottamaan tuotannon kiireitä.

Koneen tilauksessa asetetuista vaatimuksista tärkein on oikea kannakkeen muoto. Muita vaatimuksia ovat seuraavat:

- Makasiiniin on mahduttava vähintään 30 putkea.
- Koneen on oltava automaattinen.
- Valmistusnopeuden on oltava vähintään 250 kpl/h eli 2000 kpl/8h.
- Koneen on täytettävä ce-merkin asettamat vaatimukset.
- Kannakkeissa on oltava standardin mukainen leima.
- Työkaluilla ja muilla kuluvilla osilla on oltava pinnoitus pitkän kes-toiän takaamiseksi tai muuten hoidettu kulumisen sieto.
- Kappaleet tippuvat Eurolavalle, jonka korkeus lavakauluksineen on 850 mm.
- Koneella on voitava valmistaa myös b-mallin kannakkeita eli kul-maan taivutettua koukkuja.

Päättötyöhön kuuluu putkimakasiinin valmistaminen ja osien hankkiminen suunnittelijan kuvien mukaan. Loput osat valmistaa ja koneistaa Hikiän työkalu. Hydrauliiikan ja pneumatiikan suunnittelu ja toteutus sekä koneen käyttöönotto kuuluvat myös työhön. Käyttöönotossa keskitytään erityisesti koneturvallisuuteen.

Hydraulikoneikoksi on valittu Nescolta löytyvä käytetty koneikko. Logiikan ja sähköistyksen toteuttaa alihankkija, joka on toimittanut paljon myös muita laitteita yritykselle, ja niissä käytetyt sovellukset ovat Nescolle ennestään tuttuja.



## 2 VAATIMUSMÄÄRITTELY

### 2.1 Standardin asettamat vaatimukset

Vesiveikin ulkopuoliset kourunkannakkeet täyttävät standardin SFS-EN 1462 asettamat vaatimukset, missä määritellään tuotteen materiaali, korroosion kestävyys, toiminnalliset vaatimukset ja merkintä. Valmistusmateriaali säilyy samana, joten korroosion kestävyYTEenkään ei tarvitse kiinnittää huomiota. Tarkempaa huomiota pitää kiinnittää toiminnallisiin vaatimuksiin ja merkintään.

Standardin SFS-EN 1462 toiminnallisissa vaatimuksissa määritellään tuotteen kantavuus ja kiinnitys. Vesiveikin kourunkannakkeet on testattu VTT:llä ja ne täyttävät luokan H (raskas) asettamat kantavuusvaatimukset. Taulukossa 1 on esitetty standardin määräämät testauskuormat eri kantavuusluokille.

TAULUKKO 1. Standardin SFS-EN 1462 asettamat vaatimukset kourunkannakkeiden kantavuusluokille

Application	Test load N	Load bearing class
Brackets for heavy duty	750	H
Brackets for light duty	500	L
Brackets for gutters below 80 mm top opening width	-	O

Jotta standardin asettamat vaatimukset säilyvät myös uuden koneen valmistamisessa kannakkeissa, pyritään niiden muoto saamaan mahdollisimman lähelle vanhoja kannakkeita. Tärkeintä on kantavuuden osalta tarkistaa, ettei kannakkeen paksuus ole pienempi kuin vanhoissa kannakkeissa. Reikien muoto ja paikat pysyvät samanlaisina, joten kantavuus ei vaadi suurempaa huomiota.

Toisin kuin vanhoissa tuotteissa, uusiin tulee lisätä standardin vaatimat merkinnät, jotka ovat

- valmistajan nimi tai logo (N)
- kantavuusluokka (H)
- korroosion kestoluokka (A)
- kiinnitystapa (S).

Putken litistykseen yhteydessä työkalussa olevat leimasimet painavat kannakkeisiin leiman NHAS, jolloin standardin vaatima merkintä tulee myös huomioiduksi. Tällöin valmiit tuotteet täyttävät merkinnän osalta standardin asettamat vaatimukset.

## 2.2 Turvallisuusanalyysi

Etukäteen ajateltuna koneessa suurimmat vaarat ovat hydraulisesti toimivissa sylintereissä. Koneen tulee olla kosketussuojattu siten, että koneen ollessa automaattijolla ei kukaan pääse laittamaan käsiään mistään päin puristusta tekevien työkalujen väliin. Mikäli on tarpeellista, että huollon ja asetusten yhteydessä on pystyttävä liikuttamaan käsiäjolla työkaluja, niin työn suorittajalla on oltava riittävät tiedot ja taidot välttääkseen vaaratilanteet. Lisäksi koneen rungon tulee olla tukeva ja kiinnitetty lattiaan, ettei koneen mahdollinen liikkuminen tai rungon hajoaminen aiheuta lisävaaraa.

Paineilmalla toimivien laitteiden suojaus on tehtävä tarvittaessa siten, että vaaratilanteita ei pääse syntymään. Putkimakasiinissa olevat ketjussyötön nielut on kosketussuojattava, jottei ole vaaraa sormien puristumisesta ketjupyörien väliin. Myös syöttölaitteen ja nouto-/vetolaitteen mahdollisesti aiheuttamat sormien puristumisvaarat on tarkastettava ennen koneen käyttöönottoa ja lisättävä tarvittaessa suojaukset.

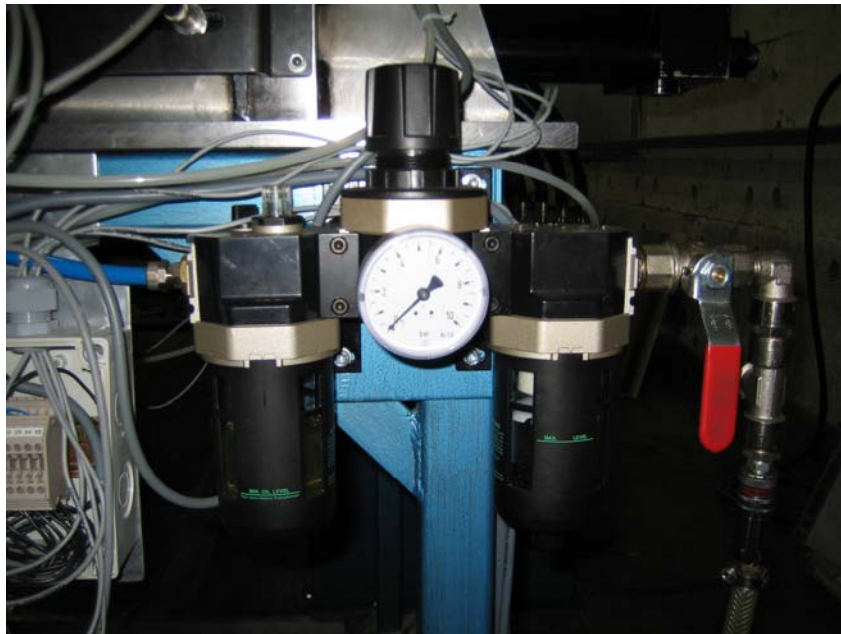
Sähköistyksen ja logiikkaohjelmoinnin tekijän on huomioitava koneessa ilmeneviä vaaroja ja huomioitava ne työssään. Näin varmistetaan, ettei vaaratilanteita pääse syntymään sähkökatkon tai muun vastaavan syyn seurauksena.

Rakennettaessa kone standardien mukaan ja vaadittaessa valmistajilta CE-merkkiä koneeseen tulee sen myös tällöin olla turvallinen käytettäväksi. Riskianalyysi tulee kuitenkin tehdä uudestaan silloin, kun kone on kokonaan valmistunut otettavaksi käyttöön tuotannossa. Tällöin tarkastetaan kone perusteellisesti läpi käyttäen apuna esimerkiksi VTT:n sivuilta löytyviä tarkistusmalleja. Pääasia on, että kone on turvallinen turvallisessa työympäristössä.

### 3 PNEUMATIikka

Tälle projektille ei paineilman käytössä ole mitään rajoitteita ja paineilmaa oletetaan olevan käytössä riittävästi, joten sylintereiden ilman kulutuksella ei ole väliä. Käyttöpaineeksi valitaan 6 baaria. Suunnittelijan valitsemat sylinterit on esitetty liitteessä 6.

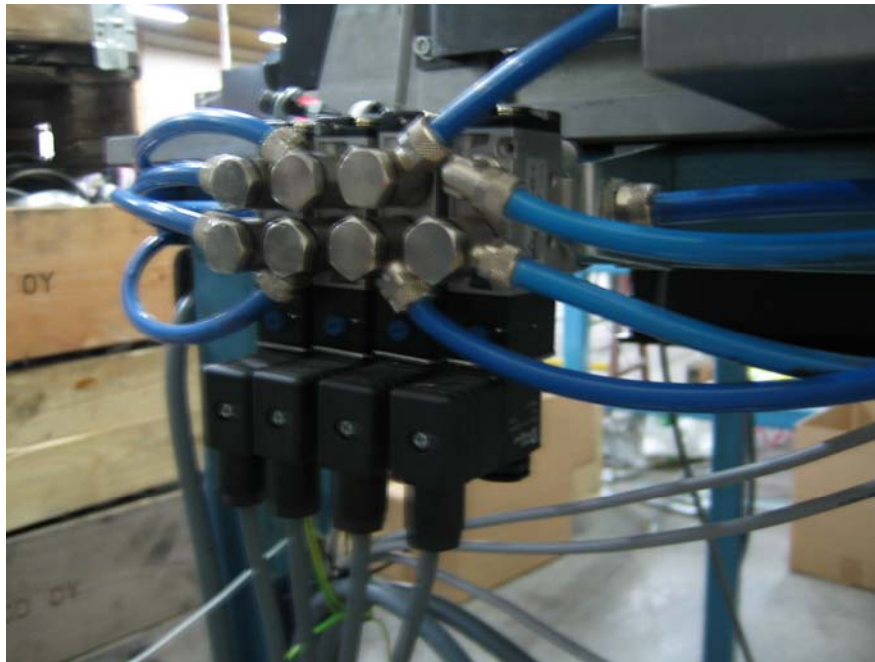
Aluksi oli valittava koneelle huoltoyksikkö, jossa on sulkuventtiili, vedenerotin, paineensäädin ja mittari sekä sumuvoitelu. Kuviossa 2 esitetään käytetty huoltoyksikkö, joka sopii myös valitulle painealueelle.



KUVIO 2. Koneen paineilman huoltoyksikkö

Venttiilien valinnassa riitti tarkoitukseen jousipalautteinen 5/2 venttiili, minkä koko on R1/4". Jokaiselle sylinterille on omat venttiilit, sillä aluksi ei ollut aivan varmaa, mikä sylintereiden toimintajärjestys tulisi olemaan. Tämä olikin yksinkertaisin ja varmin tapa tarkoitukseemme. Lisäksi sylintereihin on asennettu vastusvastaventtiilit nopeuden säätelyä varten.

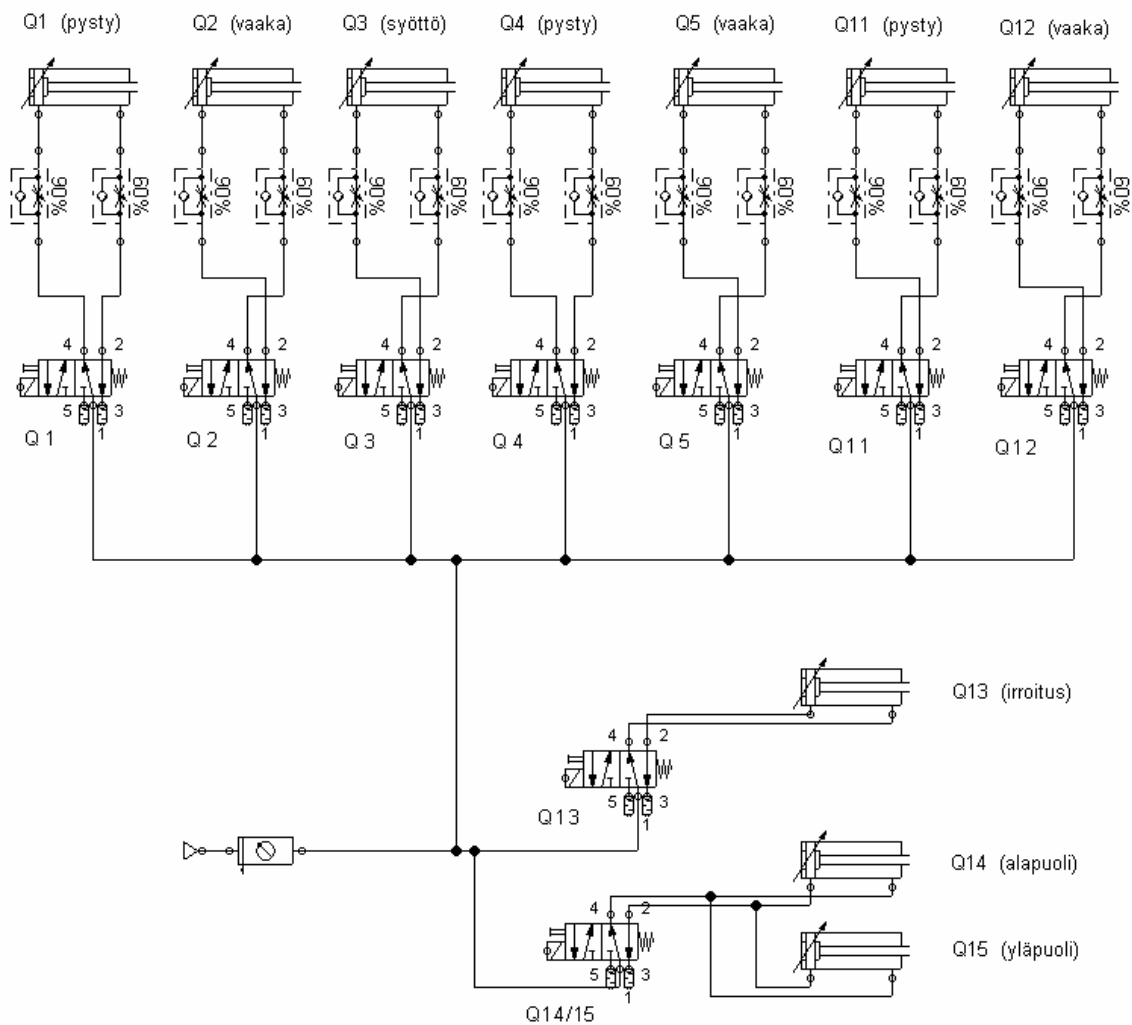
Venttiilien sijoittelu on pyritty tekemään mahdollisimman lähelle toimilaitteita, jolloin letkujen pituus jää lyhyemmäksi. Ainoastaan putkimakasiinissa olevat venttiilit ovat ns. putkistoasenteisia venttiilejä ja syöttö- sekä nouto-/vetolaitteen venttiilit on kiinnitetty asennuskiskoon. Kuviossa 3 näytetään venttiilien asennus asennuskiskoon.



KUVIO 3. Venttiilien asennus asennuskiskoon

Liitteissä 7 ja 8 esitetään suuntaventtiilien ja asennuskiskon tarkemmat tiedot. Kuviossa 4 esitetään pneumatiikkakaavio, josta ilmenee pneumatiikkasyntereiden ohjaus. Kaikki venttiilit ovat jousipalautteisia sähköohjattuja (myös manuaaliohjaus mahdollinen) venttiilejä.

## PNEUMATIikka KAAVIO



KUVIO 4. Pneumatiikka kaavio.

## 4 HYDRAULIIKKA

Hydraulikoneikkona käytetään Nescolta löytyvää hydraulikoneikkoa. Kourunkannatin koneen toimituksen yhteydessä toimitettiin myös hydraulisylin-  
terit, jotka on eritelty tarkemmin liitteessä 6, joten Nescon tehtäväksi jäi  
pelkästään venttiilien ja letkujen sekä toimintakaavion suunnittelu. Lisäksi  
liitteessä 9 on esitetty käytettyjen hydraulikkasylintereiden tarkemmat tie-  
dot.

Hydraulikoneikon tekniset tiedot:

$$P=15 \text{ kW}$$

$$p_{\max}= 18 \text{ MPa}$$

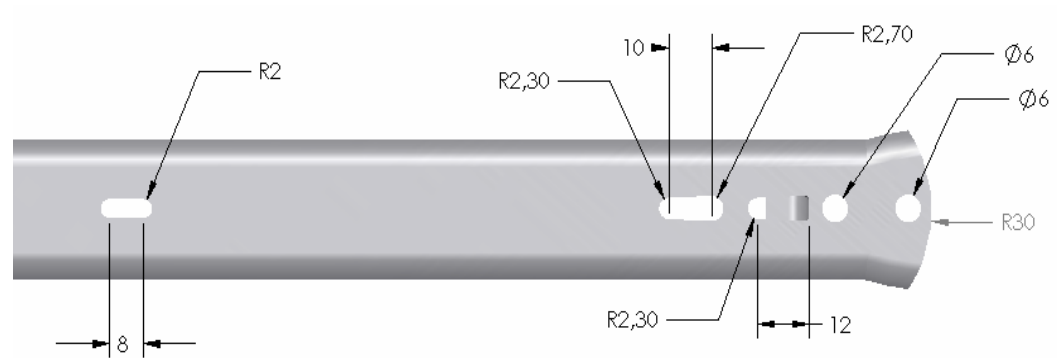
$$Q=33 \text{ l/min} = 5,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Vk = \frac{Q}{n \times \eta_{\text{vol}}} \Rightarrow Vk = \frac{5,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s}}{\frac{1455 \text{ r} / \text{min}}{60 \text{ s}} \times 0,9} = 2,52 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{r}$$

$$Vk = 25,2 \text{ cm}^3 / \text{r}$$

### 4.1 Tarvittavat voimat

Lasketaan litistetyn putken lävistämiseen ja leikkaamiseen tarvittavat voi-  
mat (leikkausvoimat, leikkausmurtolujuus n.  $400 \text{ N/mm}^2$ , paksuus  $2,5 \text{ mm}$ ).  
Kuviossa 5 on esitetty litistettyyn putkeen tehtävien reikien koot, joiden  
mukaan leikkausvoimat lasketaan.



KUVIO 5. Koukkuun tulevien reikien muodot ja koot

Lävistettävien reikien kehäpituudet:

$$2 \times \text{Ø} 6 \text{ mm, kehä} = 2 \times \pi \times r = 18,85 \text{ mm} \times 2 = 37,7 \text{ mm}$$

$$\pi \times 2,3 \text{ mm} = 7,23 \text{ mm (Pistin aloittaa painamisen pelkällä kaarella)}$$

$$10 \text{ mm} \times 2 + \pi \times 2,3 \text{ mm} + \pi \times 2,7 \text{ mm} = 35,71 \text{ mm}$$

$$8 \text{ mm} \times 2 + 2 \times \pi \times 2 \text{ mm} = 28,57 \text{ mm}$$

Yhteensä kehäpituudet ovat 109,21 mm

Lävistämiseen tarvittava voima:

$$F = 2,5 \text{ mm} \times 133,21 \text{ mm} \times 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 109210 \text{ N} \approx 110 \text{ kN}$$

Lisäksi putken litistäminen ja muotoon puristaminen vaativat paljon enemmän voimaa kuin lävistäminen.



## 4.2 Sylintereiden mitoitus

Tarkastellaan koneen suunnittelijan valitsemissä sylintereitä. Kuviossa 6 on esitetty käytetyn hydraulisynterisarjan sylintereiden teholliset pinta-alat, joista lasketaan niiden nimelliset voimat.

halkaisija		tehollinen pinta-ala (mm <sup>2</sup> )	
sylinteriputki (mm)	männänvarsi (mm)	+ liike	- liike
25	12	491	378
	18		236
32	14	804	650
	22		424
40	18	1257	1002
	28		641
50	22	1964	1584
	36		946
63	28	3118	2502
	45		1527
80	36	5026	4008
	56		2563
100	45	7855	6264
	70		4006
125	56	12272	9809
	90		5909
160	70	20106	16257
	110		10601
200	90	31416	25053
	140		16020

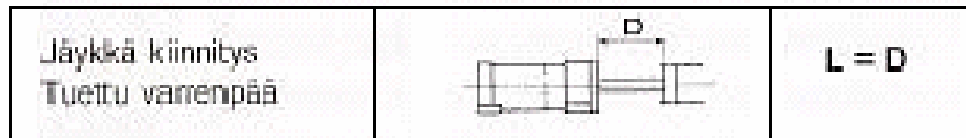
KUVIO 6. Hydraulisyntereiden teholliset pinta-alat (Univerin myyntikuvasasto)

Taulukossa 2 on esitetty hydraulisyntereistä saatavat voimat 18 MPa:n paineella.

TAULUKKO 2. Hydraulisyntereiden voimat paineen ollessa 18MPa

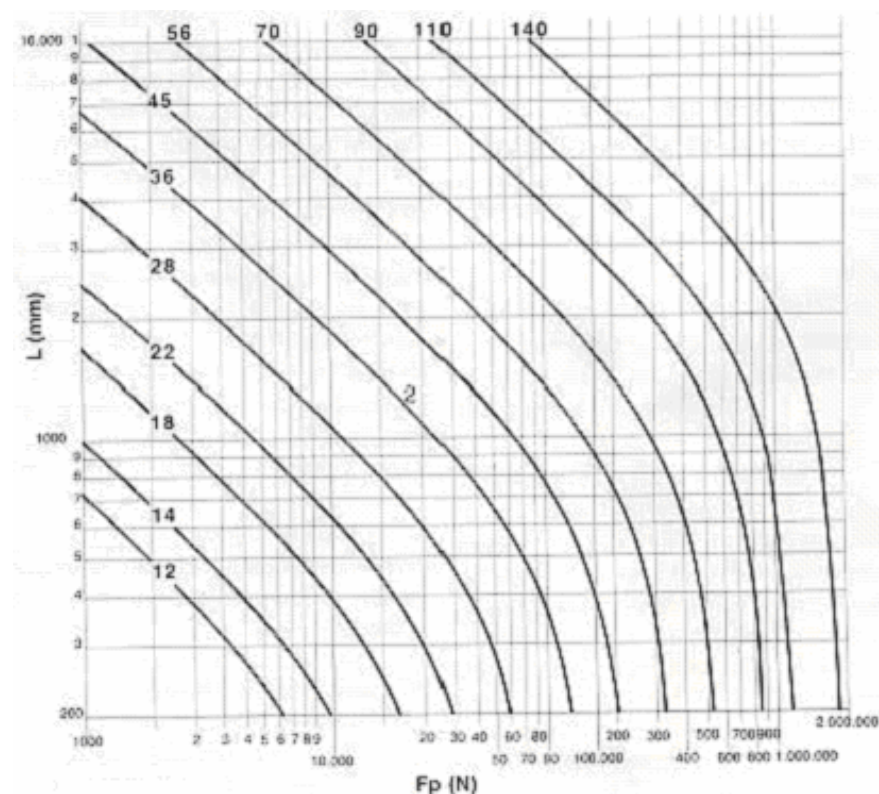
Sylinteri	Sylinteriputki (mm)	Pinta-ala (mm <sup>2</sup> )	Iskunpituus	Voima (kN)
Rei'itys	40	1257	65	23
	63	3118	65	56
Litistys	100	7855	65	141
Taivutus	125	12272	150/25	221

Männänvarren valinta voidaan tehdä Univerin VBM-sarjan hydraulisyntereiden myyntikuvastosta (s 8) löytyvän kuvion perusteella, kun on laskettu kiinnitystavan mukainen L-arvo sekä sylinterin työntövoima.



KUVIO 7. Sylinterin kiinnitystavan mukainen L-arvo

L-arvoksi saadaan kuvion 7 mukaan sama pituus kuin taulukossa 2 esitetty sylinterin iskunpituus. Tällöin voidaan lukea varren paksuus kuviosta 8, missä on esitetty männänvarren halkaisijan valinta. Esimerkiksi L-arvon ollessa 150 ja voiman 221 000 N männänvarren paksuudeksi saadaan kuvion 7 mukaan 56 mm.



KUVIO 8. Männänvarren halkaisijan valinta (Univerin myyntikuvasto)

Reikien lävistämiseen tarvittavan voiman ollessa noin 110 kN huomataan taulukosta 2, että sylinteriltä saatava nimellinen voima ei riitä reikien tekkoon. Tämä huomattiin myös testausvaiheessa kokeilemalla, joten rei'ityssylinteri jouduttiin vaihtamaan suurempaan halkaisijaltaan 63 mm olevaan sylinteriin. Koneistaja kevensi rei'ityspistimiä siten, että kaikkien pistimien päät eivät ole enää tasaisia vaan viistettyjä. Tällöin leikkausvoimat pienenevät oleellisesti. Lisäksi pistimiä tahdistettiin siten, että reunimmaiseta reiät tulevat ensin ja vasta sitten keskimmäiset. Tällöin lävistämiseen tarvittavat voimat ovat seuraavia:

Reunimmaiseta reiät:

kehäpituus  $\varnothing 6$  mm, kehä =  $2 \times \pi \times r = 18,85$  mm

Pistimen kevennyksen takia vasemmanpuoleisessa reiässä (kuvio 5) leikkaus tapahtuu ensin pelkästään kaaren osalta, jolloin kehäpituus on

$$\pi \times r = \pi \times 2 \text{ mm} = 6,28 \text{ mm}$$

Leikkausvoiman tarve tällöin on

$$F = 2,5 \times 25,13 \text{ mm} \times 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 25130 \text{ N} \approx 25 \text{ kN}$$

Loput reiät:

kehäpituus  $\varnothing 6$  mm, kehä =  $2 \times \pi \times r = 18,85$  mm

Myös kahdessa muussa pistimessä kevennyksen takia tapahtuu leikkaus ensin kaarien osalta, jolloin kehäpituudet ovat  $\pi \times 2,3 \text{ mm} \times 2 = 14,44$  mm.

Leikkausvoiman tarve tällöin on

$$F = 2,5 \times 33,29 \text{ mm} \times 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 33290 \text{ N} \approx 33 \text{ kN}$$

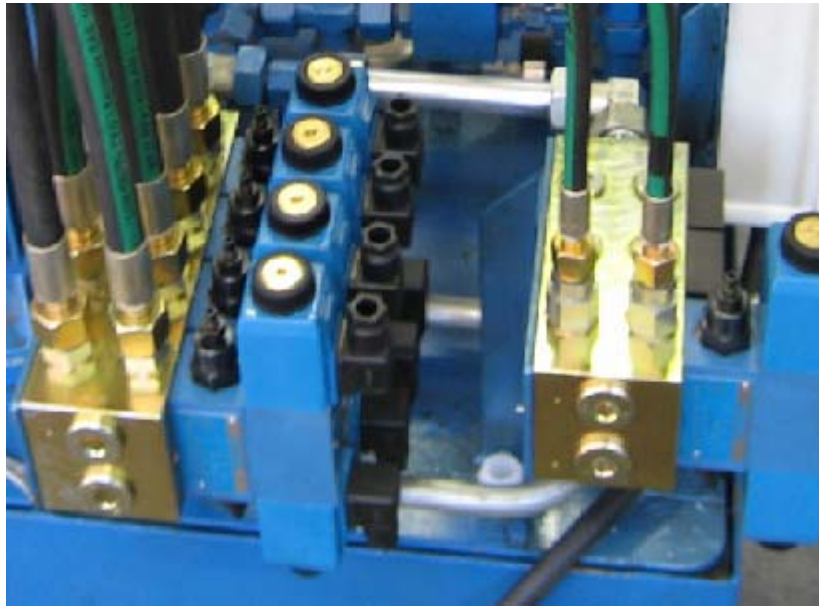
Nyt taulukosta 2 huomataan, että suuremmassa rei'ityssylinterissä riittää voima reikien tekoon.

Muiden sylintereiden osalta voiman tarve on testattu käytännössä, sillä ei ole tiedossa, miten suunnittelija on laskenut pysyvään muodonmuutoksen tarvittavan voiman määrän. Litistys- ja taivutussylintereissä on riittävästi voimaa halutun muodon saavuttamiseksi, kunhan vain työkalut ovat oikean muotoisia.

#### 4.3 Venttiilien valinta

Venttiilien valinnassa on käytetty samoja malleja, joita jo löytyy Nescon edellisistä koneista. Tällöin päädyttiin valitsemaan Vickers merkkiset venttiilit, joissa venttiilin koko on riittävän suuri pumpun tuottoon verrattuna. Valittu suuntaventtiilimalli on merkitty liitteeseen 10.

Vastusvastaventtiilin valinnassa täytyi huomioida sen asennettavuus peruslevyn ja suuntaventtiilin väliin. Kyseisten venttiilien malli löytyy liitteestä 11. Peruslevyjä on kaksi, joista toisessa on neljä ja toisessa kolme venttiilipaikkaa. Neljän paikan peruslevyyn on kiinnitetty sekä taivutus- että litistussylintereitä ohjaavat venttiilit ja kolmen paikan levyyn on asennettu rei'ityssylinteriä ohjaavat venttiilit. Lisäksi tässä peruslevyissä on varattu paikat mahdollisille optiosylintereille. Peruslevyjen tarkemmat tiedot löytyvät liitteestä 12. Kuviossa 9 esitetään venttiilien asennus peruslevyyn.



KUVIO 9. Venttiilien asennus peruslevyyn

#### 4.4 Letkujen mitoitus

Öljyn tilavuusvirran ollessa 33 l/min saadaan virtausnopeudella 5 m/s paine-  
letkujen kooksi

$$A = \frac{Q}{v} \Rightarrow \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{Q}{v} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v \times \eta_{vol}}}$$

$$\Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \times 5,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s}}{\pi \times 5 \text{ m} / \text{s} \times 0,9}} = 0,0125 \text{ m} = 12,5 \text{ mm}$$

Koneessa käytetään halkaisijaltaan 12 mm olevaa paineletkua ja sen on huomattu toimivan riittävän hyvin tarkoitukseen. Liitteessä 13 olevasta (Valtanen 2000, 447) suositeltujen virtausnopeuksien taulukosta näkee myös sen olevan sopiva letkun koko. Koska sylinterit ovat kaksitoimisia, ei paluuletkuja mitoiteta erikseen vaan ne ovat myös paineletkuja.

Kun käytössä on vakiotilavuuspumppu, jakautuu tilavuusvirta työtä tekevien sylinterien kesken. Rei'itystä tehdessä hieman pienemmällä sylinterillä on käytössä keskimäärin kaksi muutakin sylinteriä kerrallaan. Tällöin tilavuusvirta on  $Q = 11 \text{ l/min} = 1,83 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  ja paineletkujen kooksi saadaan rei'ityksen takia hieman nopeammalla virtausnopeudella (6m/s):

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v \times \eta_{vol}}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 1,83 \times 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s}}{\pi \times 6 \text{ m} / \text{s} \times 0,9}} = 0,0065 \text{ m} = 6,5 \text{ mm}$$

Myös rei'itys on toiminut käytännössä hydrauliiikan osalta halkaisijaltaan 6 mm:n letkuilla moitteettomasti.

Imuputken kooksi saadaan

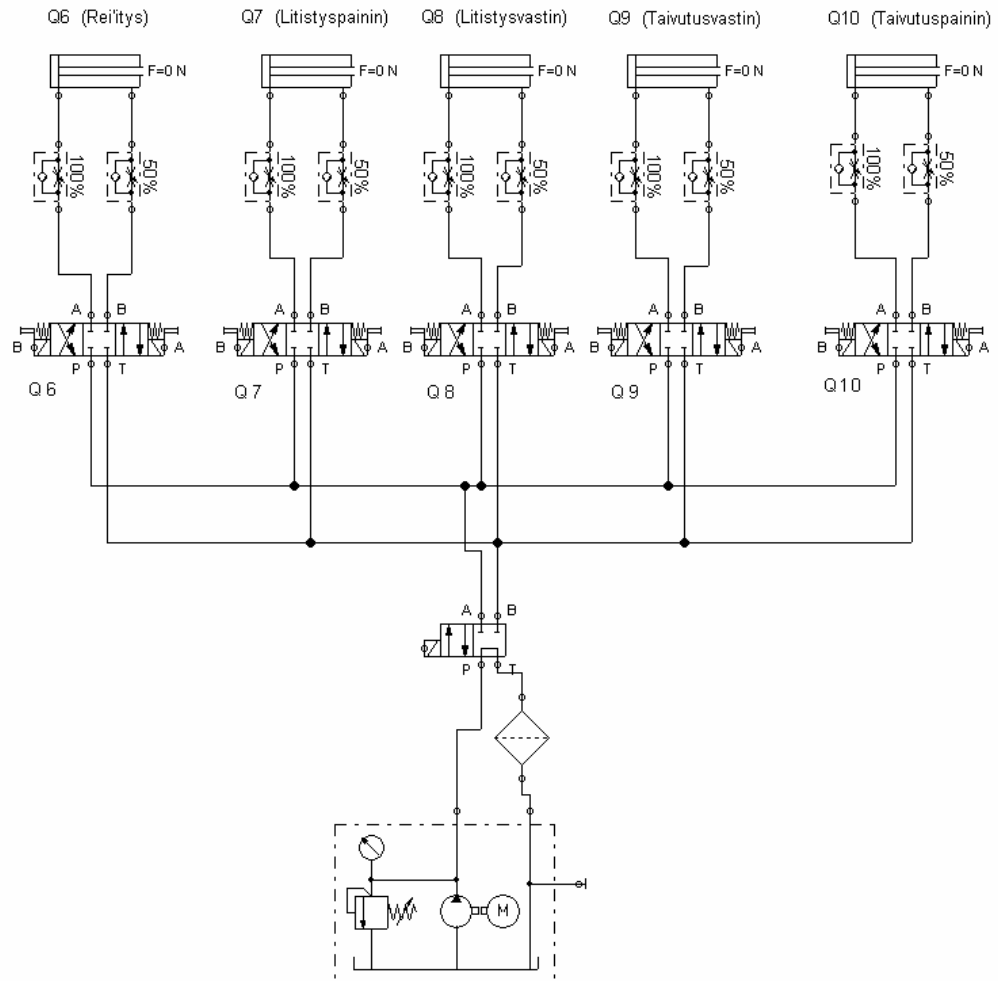
$$d = \sqrt{\frac{4 \times 5,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s}}{\pi \times 1,5 \text{ m} / \text{s}}} = 0,0216 \text{ m} \approx 22 \text{ mm}.$$

Imuputki oli jo valmiiksi koneikossa, joten siihen ei ole puututtu.

#### 4.5 Hydrauliiikkakaavio

Koneen toimintaa ja kaaviota ajateltaessa tultiin siihen tulokseen, että jokaista sylinteriä tulee voida liikuttaa erikseen. Ohjaustapana on pääsääntöisesti logiikkaohjaus, mutta myös käsiajon on oltava mahdollista huoltotoimenpiteitä ajatellen sekä myös koekäytettäessä on päästävä kokeilemaan käsin työkalujen liikkuvuutta ja voimien riittämistä.

## HYDRAULIIKKA KAAVIO



KUVIO 10. Hydrauliiikka kaavio.

Kuviossa 10 esitetään koneen hydrauliiikkakaavio, jossa jokaista sylinteriä ohjataan omalla venttiilillä sähköisesti tai manuaalisesti. Vakiotilavuus-pumpun kierto menee tavallisesti suoraan kiertoventtiilin kautta takaisin säiliöön, joten suuntaventtiilin kanssa on samanaikaisesti oltava päällä myös sähköisesti ohjattu vapaakiertoventtiili, jotta sylinterit liikkuisivat.

## 5 LOGIIKKAOHJELMOINTI

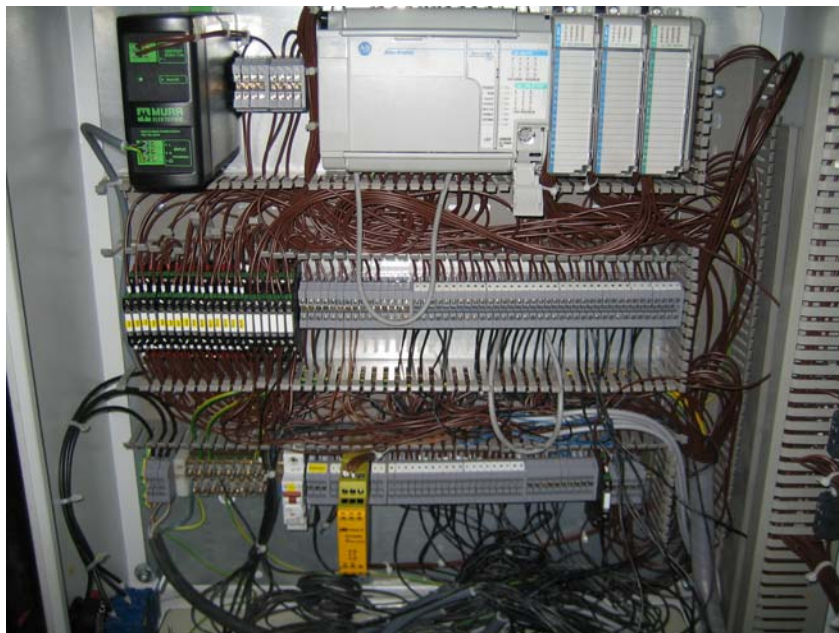
Sähköistuksen ja logiikkaohjelmoinnin toteuttajaksi valittiin kilpailuttamisen jälkeen Tmi Jorma Laakso. Yritys on tehnyt myös aikaisemmin Nescolle vastaavanlaisia töitä.

Liitteessä 14 esitetään koneen alustava toimintakaavio, jonka pohjalta oli mahdollista aloittaa logiikkaohjelmoinnin alustava suunnittelu. Liitteessä 15 esitetään alustava suunnitelma antureille ja toimilaitteille, jonka pohjalta oli mahdollista aloittaa sähkökaapin rakentaminen.

Koneen toimintaan liittyviä vaatimuksia ei ollut kovinkaan paljon. Turvallisuuteen liittyvät asiat ovat itsestäänselvyys, mutta lisäksi ohjelmalta vaadittiin käsiajo mahdollisuus testaus-, huolto- ja asetusajoja varten. Automaattiajon tulee olla täysin automaattinen siten, että käyttäjän ei tarvitse tehdä muuta kuin käynnistää kone ja tarvittaessa lisätä makasiiniin putkia.

Tärkein vaatimus aluksi oli saattaa sähköistys ja ohjelmointi sen verran valmiiksi, että koneen testausajo olisi mahdollista. Kuviossa 11 esitellään keskeneräinen sähkökaappi.





KUVIO 11. Koneen keskeneräinen sähkökaappi

Ohjelman teko tapahtuu Nescon tehtaalla yhteistyössä Tmi Jorma Laakson ja Nescon edustajan kesken, jolloin ohjelma tulee olemaan halutunlainen. Ohjelman rungon muodostaa makasiinin, syöttölaitteen, litistysyksikön, taitutusyksikön ja nouto-/vetolaitteen ohjelmalohkot. Logiikkana ohjelmoija käyttää Allen-Bradleyn logiikkaa.

Koska koneen valmistus ja testaus on vielä käytännössä kesken, eivät myöskään sähköistys ja logiikkaohjelmointi ole vielä lopullisessa muodossa. Nämä asiat tulevat valmistumaan vasta tämän opinnäytetyön jälkeen.

## 6 KONETURVALLISUUS

Konepäättös tuli voimaan vuoden 1994 alusta. Vuoden 1995 alusta alkaen uuden koneen on täytettävä konepäättöksen vaatimukset. Lisäksi Euroopan talousalueen ulkopuolelta tuotavien uusien ja käytettyjen koneiden on täytettävä nämä vaatimukset. Konepäättöksessä on määritelty valmistajan velvollisuudet ennen koneen saattamista markkinoille sekä koneita koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2000, 6.)

Työssä käytettävien koneiden käyttöturvallisuus riippuu niiden teknisistä ominaisuuksista, käyttöolosuhteista, huollosta ja kunnossapidosta sekä käyttäjien ammattitaidosta. Työnantajan velvollisuuksiin kuuluu huolehtia, että työpaikalle hankittava ja työntekijöiden käyttöön luovutettava kone täyttää sille asetetut vaatimukset, vaikka pääasiallinen vastuu rakenteellisista turvallisuusominaisuuksista on valmistajalla. Kun kysymyksessä on uusi kone, työnantaja voi pääsääntöisesti varmistua sen asianmukaisuudesta toteamalla, että koneessa on vaatimustenmukaisuusvakuutus, käyttöohjeet ja muu tarvittava dokumentointi sekä merkinnät. (Siiki 2004, 85 - 86)

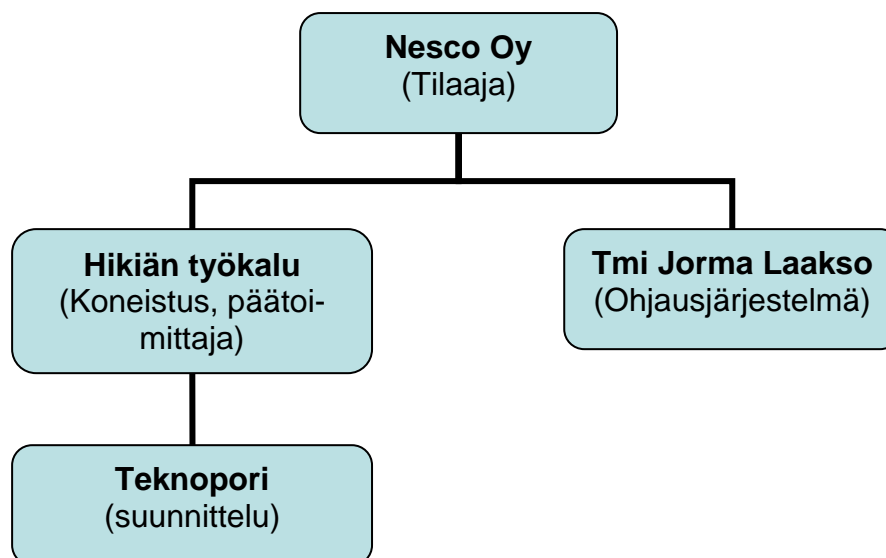
### 6.1 Koneyhdistelmä

”Koneella tarkoitetaan myös: 1) koneyhdistelmiä, jotka on tiettyjä toimintoja varten järjestetty ja ohjattu toimimaan yhtenä kokonaisuutena” (Valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta 1314/94, 2. §).

Esimerkiksi suunniteltaessa ja rakennettaessa konelinja eri koneista tai koneenosista konelinjan toimittaja vastaa koko konelinjan vaatimustenmukaisuudesta. Silloin kun konelinjalla on useita toimittajia, on tarkoituksenmukaista sopia siitä, kuka ottaa kokonaisvastuun. Jos koneen käyttäjä itse rakentaa konelinjan eri valmistajien koneista tai koneenosista, vastaa hän kokonaisuudesta. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2000, 6 - 7.)

## 6.2 Asiakassuhteet ja vastuut

Nescolle toimitettavaa konetta voidaan pitää koneyhdistelmänä, koska siinä on useita alihankkijoita toteuttamassa lopullista konetta. Kuviosta 12 selviää alihankkijoiden suhteet koneen valmistuksessa.



KUVIO 12. Koneen tilaukseen liittyvät asiakassuhteet.

Nesco Oy on tilannut koneen ja sen suunnittelun Hikiän työkalulta, joka on edelleen tilannut suunnittelun Teknporilta. Ohjausjärjestelmän toteutuksen Nesco Oy on tilannut Tmi Jorma Laaksoilta. Tilatessaan koneen Nesco Oy vaati koneen täyttävän tarvittavat vaatimukset CE-merkkiin, joten tällöin voidaan olettaa, että Hikiän työkalu vastaa myös koneen turvallisuudesta asiakkaan Nescon määrittelemässä ympäristössä. Tmi Jorma Laakso puolestaan vastaa ohjausjärjestelmän vaatimustenmukaisuudesta ohjausjännitdirektiivin (73/23/ETY ja 93/68/ETY) mukaisesti.

Alihankkijoilta pyydetään vaatimustenmukaisuusvakuutus, käyttöohjeet ja muu tarvittava dokumentointi sekä merkinnät koneeseen. Nescon vastuulle jää koneen käyttöönotto tarkastus, missä todetaan koneen olevan soveltuva yrityksen tuotantoon.

## 7 PÄÄTÄNTÖ

Tämä opinnäytetyö on tehty Nesco Oy:lle valmistettavasta räystäskourun kannatinkoukkuja valmistavasta automaattisesta koneesta. Vanha valmistusmenetelmä vaatii työkalunvaihtoja sekä välivarastoinnin ja työntekijät pitävät työtä epämiellyttävänä. Tämän vuoksi yritys on päättänyt hankkimaan automatisoidun koneen.

Opinnäytetyöhön kuuluva hydrauliiikan ja pneumatiikan suunnittelu on saatu onnistuneesti loppuun. Myös alihankintana hoidettava sähköistys ja logiikkaohjelmointi on tilattu, vaikka niiden loppuun saattaminen on vielä kesken. Tämä johtuu työn edetessä ilmenneistä ongelmista lopputuotteen muodossa sekä useista muista virheistä aina liian pienestä rei'ityssylinteristä koneen rungon taipumiseen.

Alihankintana tilattavan koneen saattaminen valmiina, turvallisena koneena tuotantoon on osoittanut päättötyön tekijälle, mitä haasteita tulee toimittaessa useiden alihankkijoiden kanssa. Aikataulujen järjestäminen ja työn eteenpäin vieminen mahdollisimman nopeasti on haasteellinen tehtävä. Ongelmien ilmestyessä on kyettävä löytämään sopiva ratkaisu sen hoitamiseen, mutta työn suorittajan ollessa alihankkija saattavat aikataulut viivästyä omasta yrityksestä johtumattomista syistä. Näistä syistä myös tämän koneen valmistuminen on viivästynyt suunnitellusta aikataulusta ja on vasta nyt valmistumassa lähes vuoden myöhässä.

Varsinkin tällaista prototyypistä konetta tehdessä kärsivällisyys on syytä säilyttää, sillä myös ammattilaisen tekemän suunnittelun jälkeen löytyy vielä testaus- ja käyttöönottoaiheessa useita odottamattomia ongelmia. Tilanteet vaihtelevat ja alkuperäiseen suunnitelmaan saattaa tulla suuriakin muutoksia.

Koneturvallisuuteen liittyvät asiat ovat erittäin tärkeitä asioita työnantajalle, sillä työtaturmien välttäminen on nykyään itsestäänselvyys, mutta myös laissa on säädetty koneturvallisuuteen liittyviä asioita hyvin paljon. Lisäksi kun koneen valmistuksessa on mukana useita alihankkijoita, täytyy selvittää jokaiselle kuuluvat vastualueet. Pelkkä CE-merkki ei välttämättä takaa turvallista konetta, mikäli myös työympäristöä ei ole huomioitu. Tilaaajan vastuulle jää koneen käyttöönottotarkastus sekä varmistuminen siitä, että koneesta löytyy vaatimustenmukaisuusvakuutus, käyttöohjeet ja muu tarvittava dokumentointi sekä merkinnät.

Tämän opinnäytetyön valmistumisen jälkeen kone on todennäköisesti pian valmis siirtymään tuotantoon, missä sille riittää töitä pitkäksi aikaa. Tulevaisuudessa konetta voidaan kehittää nopeuttamalla läpimenoaikaa, automatisoimalla putkien latomisen makasiiniin ja parantamalla alusinkitystä putkesta irtoavan lian puhdistusmahdollisuuksia sekä huoltotoimenpiteitä.

## LÄHTEET

Siiki, P. 2004. Työturvallisuuslainsäädäntö. 3. painos. Edita Publishing Oy, Helsinki.

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2000. Koneturvallisuus. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 16. Pk-Paino Oy, Tampere

Standardi SFS-EN 1462.

Univer. Hydraulisyylinteri vbm-sarja ISO 6020/2 ED91 [verkkodokumentti].

Saatavissa:

<http://www.univer.fi/?sivu=esitteet&tuoteryhma=hydraulisyylinterit>

Valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta 1314/94 (Vnp 1314/94 2. §).

Valtanen, E. 2000. Koneenrakentajan taulukkokirja. 11. painos. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

<http://www.polarsteknik.com>

## LIITTEET

LIITE 1: Putkimakasiinin kokoonpanokuva

LIITE 2: Syöttölaitteen kokoonpanokuva

LIITE 3: Litistysyksikön kokoonpanokuva

LIITE 4: Taivutusyksikön kokoonpanokuva

LIITE 5: Nouto-/vetolaitteen kokoonpanokuva

LIITE 6: Suunnittelijan valitsevat sylinterit tilausnumeroineen

LIITE 7: Pneumatiikka suuntaventtiilin tiedot

LIITE 8: Pneumatiikka asennuskiskon tiedot

LIITE 9: Univer kuvaston hydrauliiikka sylinterit

LIITE 10: Hydrauliiikassa käytetty suuntaventtiili

LIITE 11: Hydrauliiikassa käytetty vastusvasta venttiili

LIITE 12: Hydrauliiikassa käytetty peruslevy

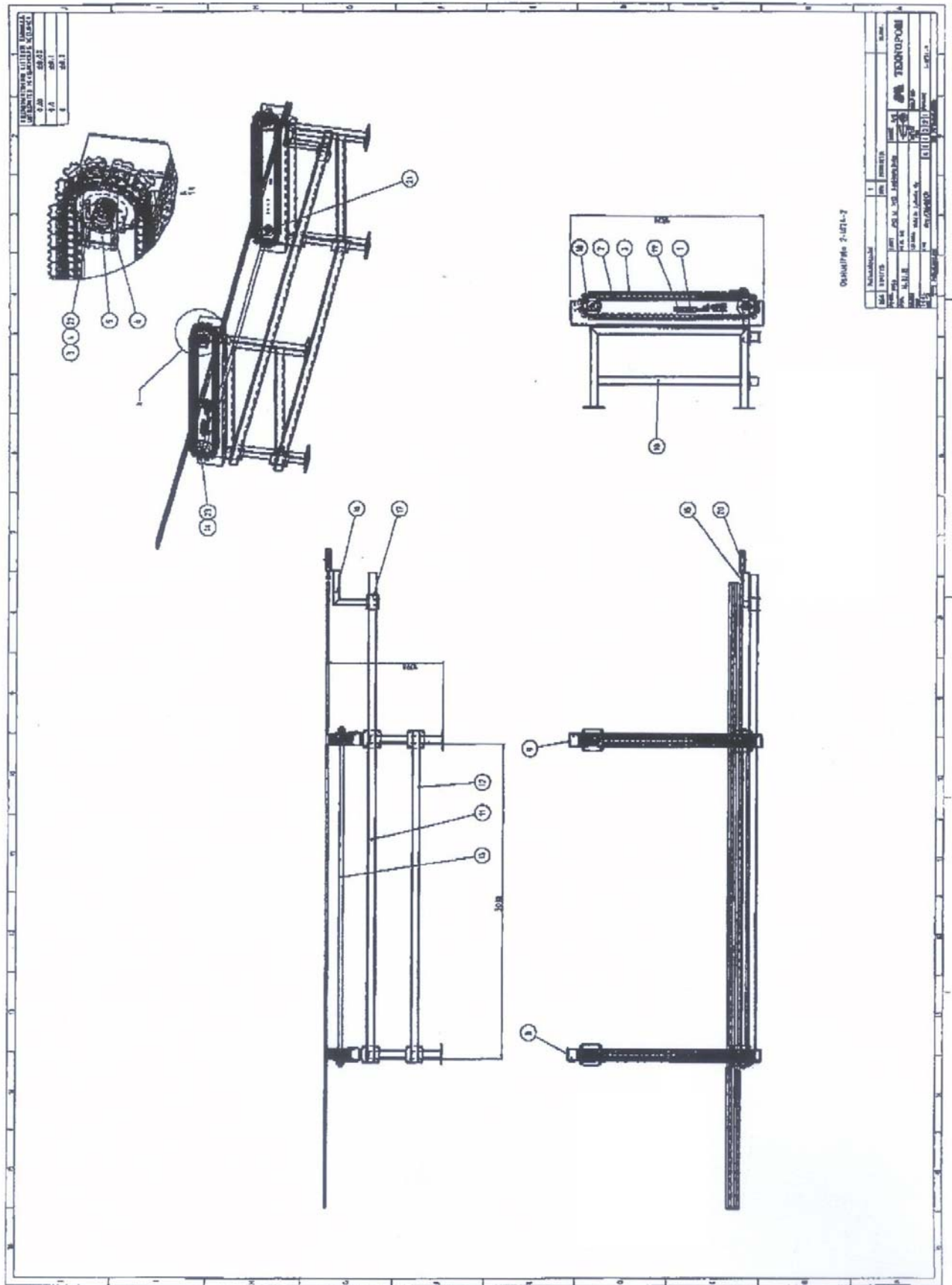
LIITE 13: Suositellut virtausnopeudet

LIITE 14: Toimintakaavio

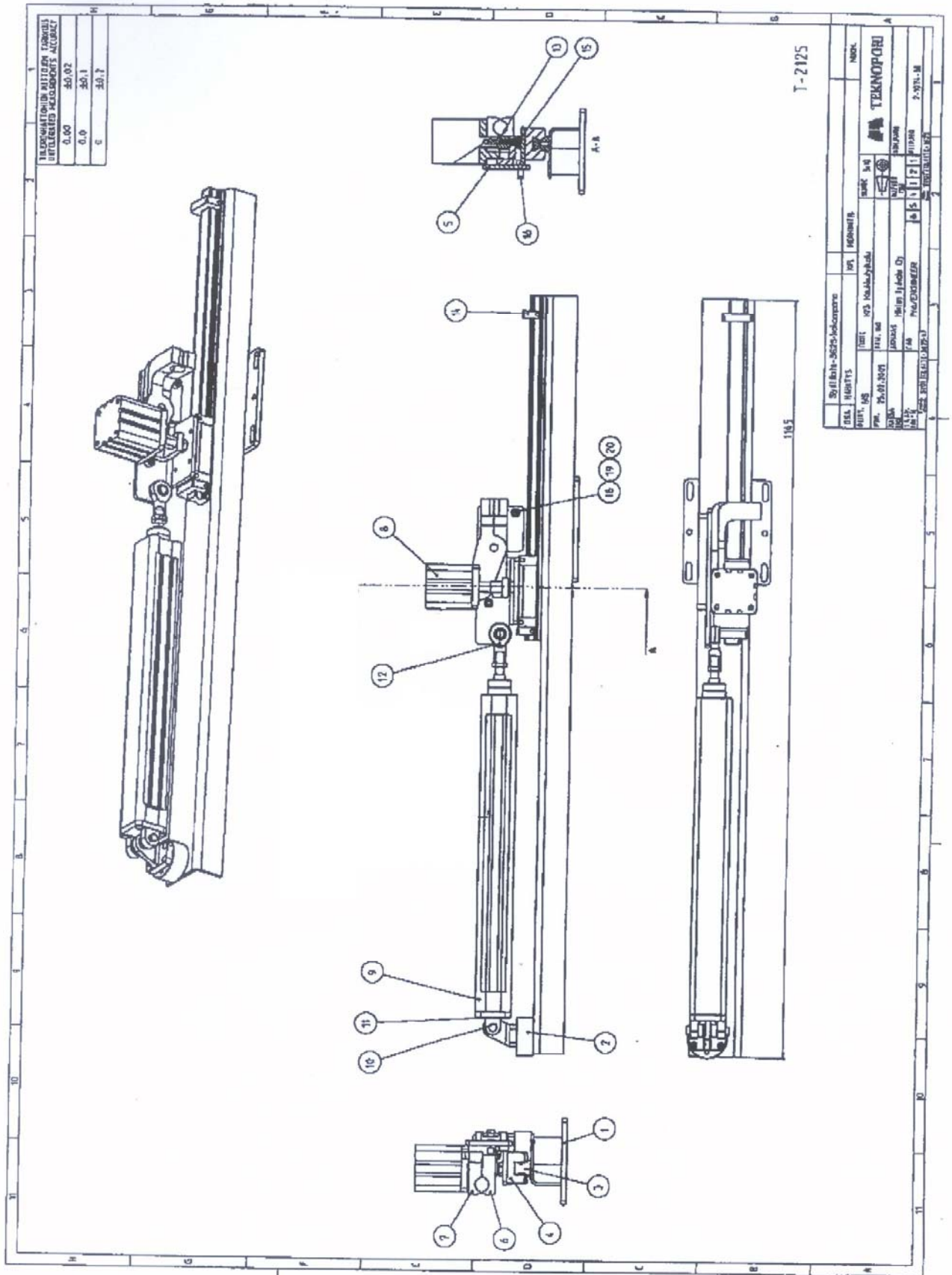
LIITE 15: Anturit ja toimilaitteet



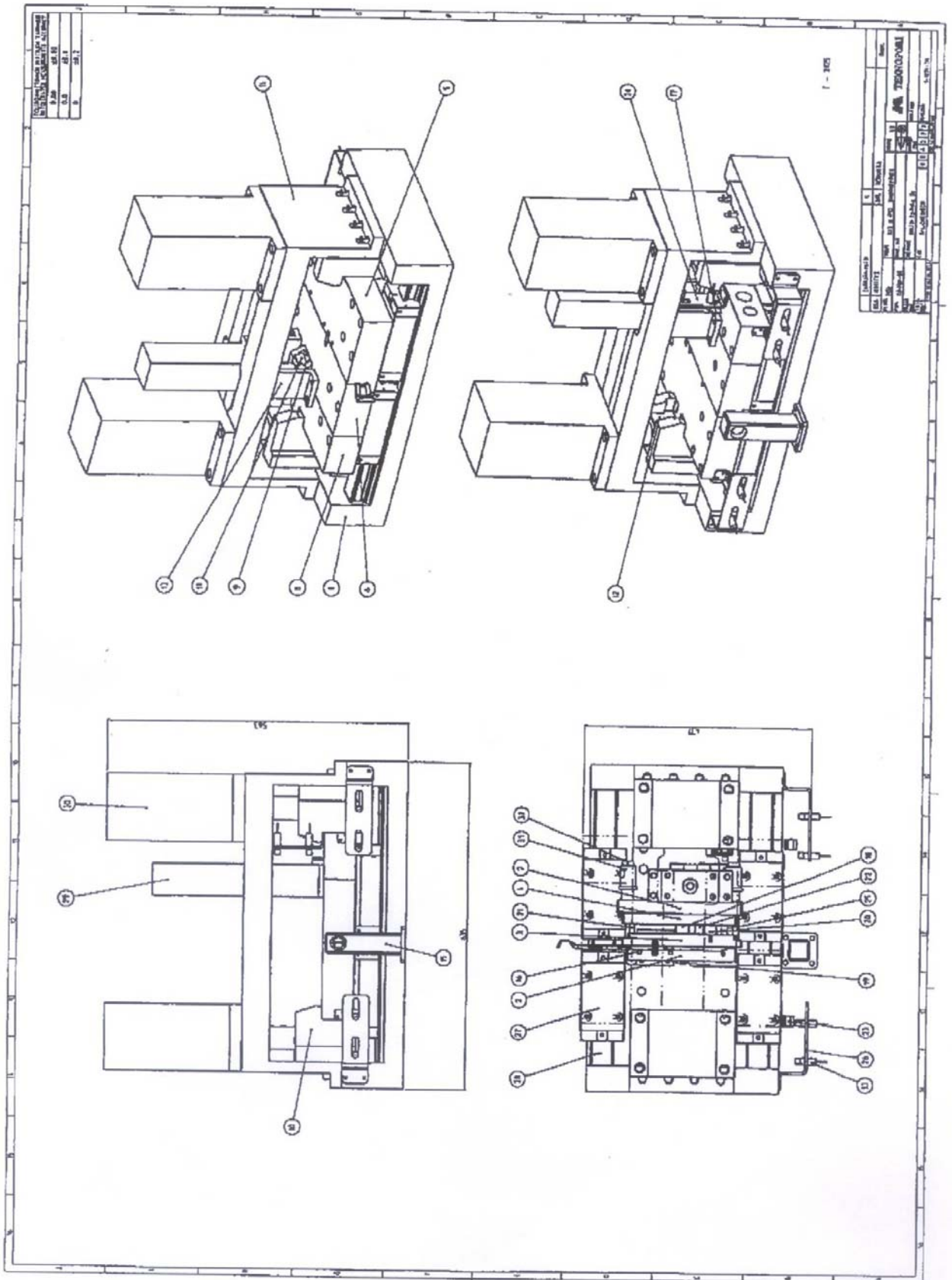
# LIITE 1: Putkimakasiinin kokoonpanokuva



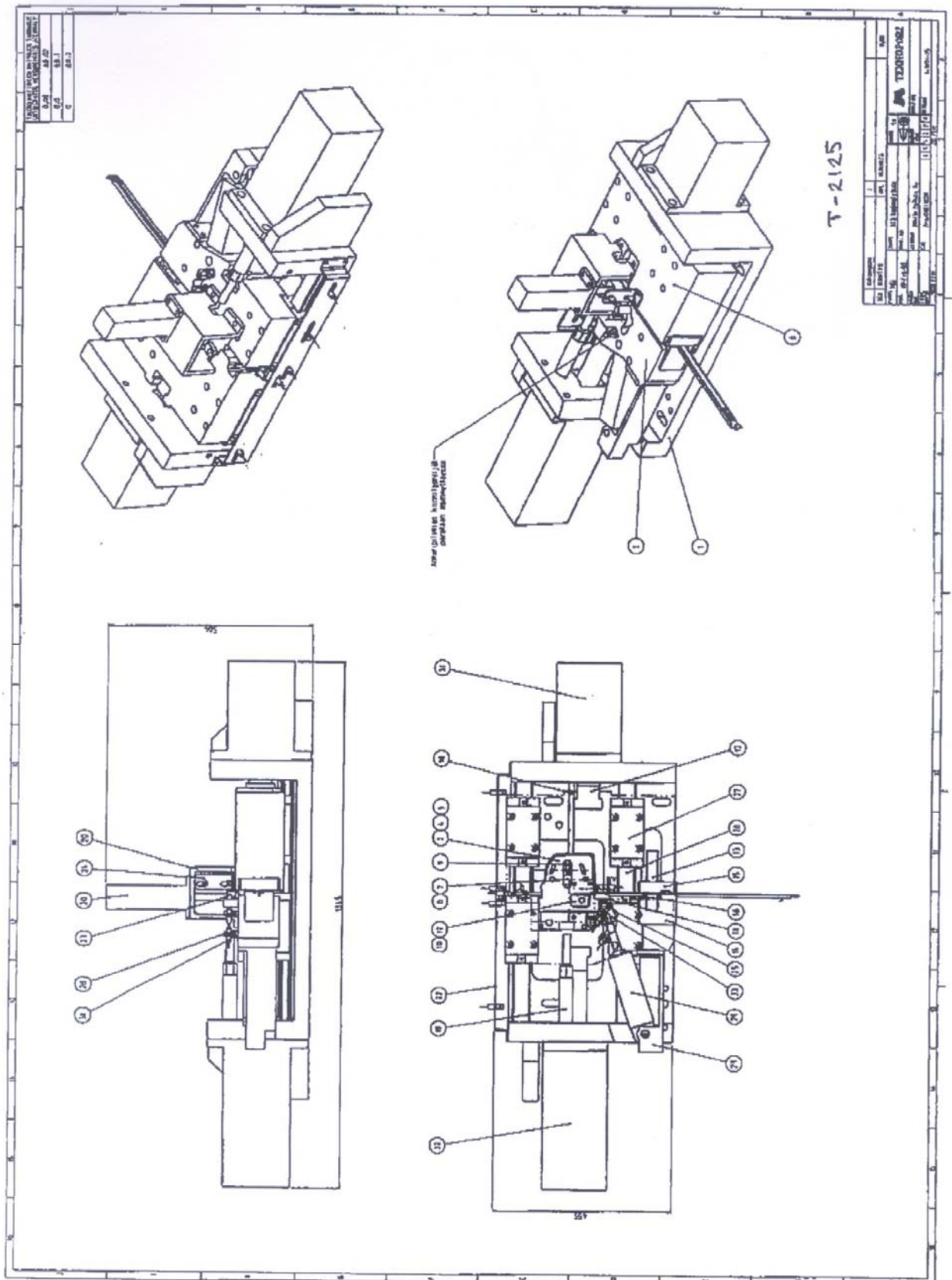
## LIITE 2: Syöttölaitteen kokoonpanokuva



### LIITE 3: Litistysyksikön kokoonpanokuva



LIITE 4: Taivutusyksikön kokoonpanokuva





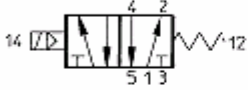






LIITE 6: Suunnittelijan valitsemat sylinterit tilausnumeroineen

Pneumatiikka sylinterit				
makasiini				
OSA		KPL	TIL.NRO	
1/8	Sylinteri	1	AVDU 050-25-P-A	Festo
1/8	Sylinteri	1	DNC 040-25.4-PPV-A	Festo
20	Sylinteri	1	DNC 040-100-PPV-A	Festo
syöttölaite				
8	Sylinteri	1	AVDU 050-25-P-A	Festo
9	Sylinteri	1	DNC 040-375-PPV-A	Festo
Nouto/vetolaite				
8	Sylinteri	1	AVDU 050-25-P-A	Festo
9	Sylinteri	1	DNC 040-375-PPV-A	Festo
Hydrauliikka sylinterit				
Litistys				
29	Sylinteri	1	VBM-ME5-X-40-18-M-65-L-AP	Univer
30	Sylinteri	2	VBM-ME5-X-100-45-M-65-L-AP	Univer
Taivutus				
29	Sylinteri	1	VBM-ME5-X-40-18-M-60-L-AP	Univer
30	Sylinteri	1	VBM-ME5-X-40-18-M-65-L-AP	Univer
31	Sylinteri	1	VBM-ME5-X-125-56-M-25-L-AP	Univer
32	Sylinteri	1	VBM-ME5-X-125-56-M-150-L-AP	Univer

## LIITE 7: Pneumatiikka suuntaventtiilin tiedot

### PUTKISTOASENTEISET SUUNTAVENTTIILIT - TILAUSNUMEROT

#### TILAUSNUMEROT 5/2-VENTTIILEILLE

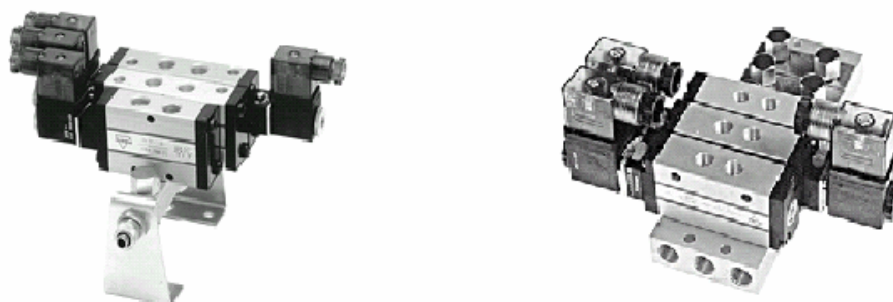
TUNNUS	KOKO	TILAUSNUMERO	OHJAUSPAINE
	G1/8	5121-45-2F- <sup>x</sup>	3... 10 bar
	G1/4	5122-45-2F- <sup>x</sup>	3... 10 bar
	G1/2	5124-45-2B- <sup>x</sup>	3... 10 bar
Sähkö-Jousi			
	G1/8	5121-44-2F- <sup>x</sup>	3... 10 bar
	G1/4	5122-44-2F- <sup>x</sup>	2... 10 bar
	G1/2	5124-44-2B- <sup>x</sup>	2... 10 bar
Sähkö-Sähkö			
	G1/8	5121-42-2F- <sup>x</sup>	3... 10 bar
	G1/4	5122-42-2F- <sup>x</sup>	2... 10 bar
	G1/2	5124-42-2B- <sup>x</sup>	2... 10 bar
Sähkö-Paine			
	G1/8	5121-41-2F- <sup>x</sup>	>= käyttö- paine
	G1/4	5122-41-2F- <sup>x</sup>	min. 3 bar
	G1/2	5124-41-2B- <sup>x</sup>	
Sähkö - Sis. painepalautus			
	G1/8	5121-25-2	3... 10 bar
	G1/4	5122-25-2	3... 10 bar
	G1/2	5124-25-2	3... 10 bar
Sähkö-Jousi			
	G1/8	5121-22-2	2... 10 bar
	G1/4	5122-22-2	2... 10 bar
	G1/2	5124-22-2	2... 10 bar
Paine-Paine			
	G1/8	5121-21-2	>= käyttö- paine
	G1/4	5122-21-2	min. 3 bar
	G1/2	5124-21-2	
Paine - Sis. painepalautus			

Sähköohjatuissa venttiileissä tilausnumero täydennetään korvaamalla tähti magneettikelan jännitteellä, esim. 5122-45-2F-24VDC

## LIITE 8: Pneumatiikka asennuskiskon tiedot

### PUTKISTOASENTEISET SUUNTAVENTTIILIT - ASENNUSSARJAT

#### TILAUSNUMEROT ASENNUSSARJOILLE



#### ASENNUSKISKO

Venttiili kiinnitetään paineaukosta yhdellä banjoruuvilla.

#### ASENNUSTUKKI

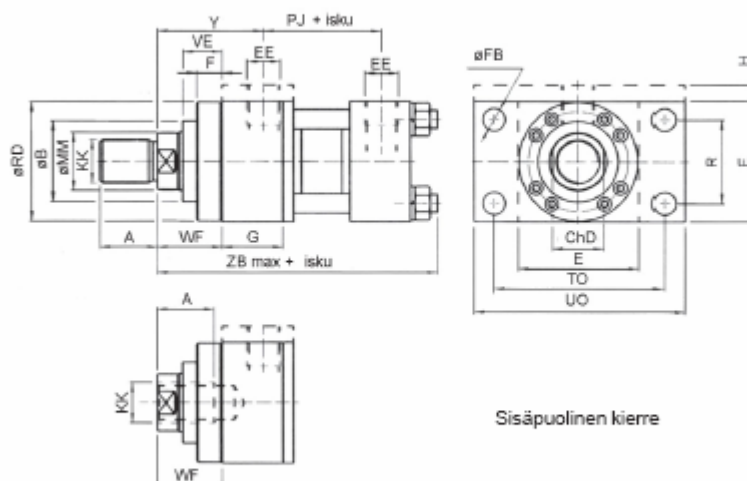
5-aukkoisille venttiileille. Venttiili kiinnitetään poistoaukoista kahdella banjoruuvilla tai poistokuristimella. Tukissa on venttiilikohtaiset sulut painelinjassa.

KOKO	NIMITYS	TILAUSNUMERO	LIITÄNNÄT
G1/8 3121- ja 5121-sarjat	Kiskoasennussarja	KAS-1/8-4/6/8	G1/4
	Asennuskisko	PK-1/8-4/6/8	G1/4
	Kiinnitinsarja	AS-1/8	
	Tukkiasennussarja	TAS.1/8-4/6/8	G1/4
	Asennustukki	AT-1/8-4/6/8	G1/4
	Peitelevy	TPL-1/8	
	Banjoruuvi	MR310018	
	Tulppa	RA0200018	
	Poistokuristin	MV150018	
G1/4 3122- ja 5122-sarjat	Kiskoasennussarja	KAS-1/4-4/6/8	G3/8
	Asennuskisko	PK-1/4-4/6/8	G3/8
	Kiinnitinsarja	AS-1/4	
	Tukkiasennussarja	TAS.1/4-4/6/8	G3/8
	Asennustukki	AT-1/4-4/6/8	G3/8
	Peitelevy	TPL-1/4	
	Banjoruuvi	MR310014	
	Tulppa	RA0200014	
	Poistokuristin	MV150014	
G1/2 3124- ja 5124-sarjat	Kiskoasennussarja	KAS-1/2-4/6/8	G3/4
	Asennuskisko	PK-1/2-4/6/8	G3/4
	Kiinnitinsarja	AS-1/2	
	Banjoruuvi	MR310012	
	Tulppa	RA0200012	



## LIITE 9: Univer kuvaston hydraulikka sylinterit

### VBM-ME5 sylinteri, etulaippa



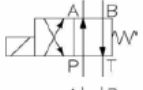
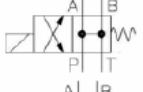



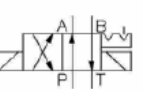
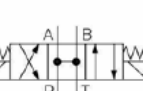
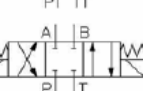



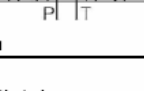
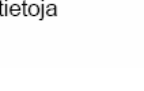






Putki	Varsi	KK	A	B	WF	F	VE	EE	Y	PJ	ZB	D	E	H	RD f8	G	R	TO	UO	FB
25	12	M10x1,25*	14	24	25	10	16	G 1/4"	50	53	121	10	40	5	38	25	27	51	65	5,5
	18	M10x1,25	30	15																
		M14x1,5*	18																	
32	14	M12x1,25*	16	26	35	10	22	G 1/4"	60	56	137	12	45	5	42	25	33	58	70	6,6
	22	M12x1,25	34	19																
		M16x1,5*	22																	
40	18	M14x1,5	18	30	35	10	22	G 3/8"	62	73	166	15	63		62	38	41	87	110	11
	28	M14x1,5	42	24																
		M20x1,5*	28																	
50	22	M16x1,5	22	34	41	16	25	G 1/2"	67	74	176	19	75		74	38	52	105	130	14
	36	M16x1,5	50	32																
		M27x2*	36																	
63	28	M20x1,5	28	42	48	16	29	G 1/2"	71	80	185	24	90		75	38	65	117	145	14
	45	M20x1,5	60	40																
		M33x2*	45																	
80	36	M27x2	36	50	51	20	29	G 3/4"	77	93	212	32	115		82	45	83	149	180	18
	56	M27x2	72	50																
		M42x2*	56																	
100	45	M33x2	45	60	57	22	32	G 3/4"	82	101	225	40	130		92	45	97	162	200	18
	70	M33x2	88	60																
		M48x2*	63																	
125	56	M42x2	56	72	57	22	32	G 1"	86	117	260	50	165		105	58	126	208	250	22
	90	M42x2	108	80																
		M54x3*	85																	
160	70	M48x2	63	88	57	25	32	G 1"	86	130	279	60	205		125	58	155	253	300	26
	110	M48x2	133	100																
		M60x3	95																	
200	90	M54x3	85	108	57	22	32	G 1 1/4"	98	165	336	80	245		150	76	190	300	360	33
	140	M54x3	163	130																
		M100x3	112																	

\* KK sisäpuolinen kierre ilman avainväliä  
 \* ei-standardi kierre

## LIITE 10: Hydraulikassa käytetty suuntaventtiili

### TEOLLISUUSVENTTIILIT

#### VICKERS CETOP JA ISO SUUNTAVENTTIILIT

Tyyppi	Q maks l/min	p maks bar	p maks. tankki bar	Standardi	Hinta
 DG4V-3-0A-MU*-60	60	350	210	Cetop 3	213,00
 DG4V-5-0A-MU*-20	120	315	120/160	Cetop 5	334,00
 DG4V-3-0B-MU*-60	60	350	210	Cetop 3	213,00
 DG4V-5-0B(J)-MU*-20	120	315	120/160	Cetop 5	334,00
 DG4V-2-2A-MU*-10	30	250	160	ISO-02	213,00
 DG4V-3-2A-MU*-60	60	350	210	Cetop 3	213,00
 DG4V-5-2A(J)-MU*-20	120	315	120/160	Cetop 5	334,00
 DG4V-3-2B-MU*-60	60	350	210	Cetop 3	213,00
 DG4V-5-2B(J)-MU*-20	120	315	120/160	Cetop 5	334,00
 DG4V-2-6B-MU*-60	30	250	160	ISO-02	213,00
 DG4V-3-6B-MU*-60	60	350	210	Cetop 3	213,00
 DG4V-5-6B(J)-MU*-20	120	315	120/160	Cetop 5	334,00
 DG4V-3-2N-MU*-60	60	350	210	Cetop 3	289,00
 DG4V-5-2N(J)-MU*-20	120	315	120/160	Cetop 5	480,00
 DG4V-3-0C-MU*-60	60	350	210	Cetop 3	265,00
 DG4V-5-0C(J)-MU*-20	120	315	120/160	Cetop 5	451,00
 DG4V-2-2C-MU*-10	30	250	160	ISO-02	265,00
 DG4V-3-2C-MU*-60	60	350	210	Cetop 3	265,00
 DG4V-5-2C(J)-MU*-20	120	315	120/160	Cetop 5	451,00
DG4V-2-6C-MU*-10	30	250	160	ISO-02	265,00
DG4V-3-6C-MU*-60	60	350	210	Cetop 3	265,00
DG4V-5-6C(J)-MU*-20	120	315	120/160	Cetop 5	451,00
DG4V-3-7C-MU*-60	60	350	210	Cetop 3	265,00
DG4V-2-8C-VMU*-10	30	250	160	ISO-02	289,00
DG4V-3-8C-VMU*-60	60	350	210	Cetop 3	289,00
DG4V-5-8C(J)-VMU*-20	120	315	120/160	Cetop 5	518,00

KMP4-1

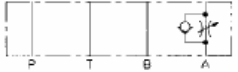
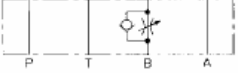
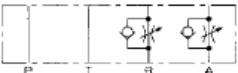


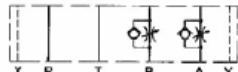

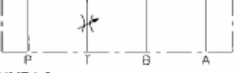
Lisätietoja

Varastomallien vakiojännitteet (\*) C6 = 240VAC, **H7 = 24VDC**, G6 = 12VDC

LIITE 11: Hydraulikassa käytetty vastusvasta venttiili

**TEOLLISUUSVENTTIILIT**

VICKERS CETOP JA ISO MODUULIVENTTIILIT

Tyyppi	Q maks l/min	p maks bar	Standardi	Hinta	
Vastusvastaventtiilit					
	DGMFN-3-X-A2W-41 DGMFN-5-X-A2W-30	60 120	315 315	Cetop 3 Cetop 5	126,00 218,00
	DGMFN-3-X-B2W-41 DGMFN-5-X-B2W-30	60 120	315 315	Cetop 3 Cetop 5	126,00 218,00
	DGMFN-2-X-AW-BW-10 DGMFN-3-X-A2W-B2W-41 DGMFN-5-X-A2W-B2W-30	30 60 120	250 315 315	ISO-02 Cetop 3 Cetop 5	239,00 166,00 274,00
	DGMFN-2-Y-AW-10 DGMFN-3-Y-A2W-41 DGMFN-5-Y-A2W-30	30 60 120	250 315 315	ISO-02 Cetop 3 Cetop 5	185,00 126,00 218,00
	DGMFN-3-Y-BW-41 DGMFN-5-Y-P2W-30	60 120	315 315	Cetop 3 Cetop 5	126,00 218,00
	DGMFN-2-Y-A2W-B2W-10 DGMFN-3-Y-A2W-B2W-41 DGMFN-5-Y-A2W-B2W-30	30 60 120	250 315 315	ISO-02 Cetop 3 Cetop 5	239,00 166,00 274,00
Vastusventtiili					
	DGMFN-3-Z-P2W-41	60	315	Cetop 3	126,00
	DGMFN-3-Z-T2W-41	60	315	Cetop 3	126,00

KMP4-6

## LIITE 12: Hydrauliiikassa käytetty peruslevy

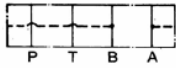

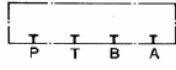
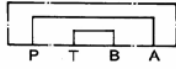
### TEOLLISUUSVENTTIILIT

#### PERUSLEVYT

Tyyppi	Liitäntä	Standardi	Lisätietoja	Hinta
R				
Rinnankytketyt				
DGMS-3-1E-40 R3/8"	3/8"	Cetop 3	sivuliitännät	49,00
DGMS-3-2E-40 R3/8"	3/8"	Cetop 3	sivuliitännät	102,00
DGMS-3-3E-40 R3/8"	3/8"	Cetop 3	sivuliitännät	122,00
DGMS-3-4E-40 R3/8"	3/8"	Cetop 3	sivuliitännät	160,00
DGMS-3-5E-40 R3/8"	3/8"	Cetop 3	sivuliitännät	185,00
DGMS-3-6E-40 R3/8"	3/8"	Cetop 3	sivuliitännät	229,00
DGMS-3-1E-20-SF-R1/2"	1/2"	Cetop 3	sivuliitännät	102,00
DGMS-3-2E-20-SF-R1/2"	1/2"	Cetop 3	sivuliitännät	151,00
DGMS-3-3E-20-SF-R1/2"	1/2"	Cetop 3	sivuliitännät	204,00
DGMS-3-4E-20-SF-R1/2"	1/2"	Cetop 3	sivuliitännät	260,00
DGMS-3-5E-20-SF-R1/2"	1/2"	Cetop 3	sivuliitännät	295,00
DGMS-3-6E-20-SF-R1/2"	1/2"	Cetop 3	sivuliitännät	341,00
DGMS-5-1E-20-SF-R3/4"	3/4"	Cetop 5	sivuliitännät	188,00
DGMS-5-2E-20-SF-R3/4"	3/4"	Cetop 5	sivuliitännät	283,00
DGMS-5-3E-20-SF-R3/4"	3/4"	Cetop 5	sivuliitännät	367,00
DGMS-5-4E-20-SF-R3/4"	3/4"	Cetop 5	sivuliitännät	523,00
DGMS-5-5E-20-SF-R3/4"	3/4"	Cetop 5	sivuliitännät	617,00
DGMS-5-6E-20-SF-R3/4"	3/4"	Cetop 5	sivuliitännät	1 015,00

KMP4-16

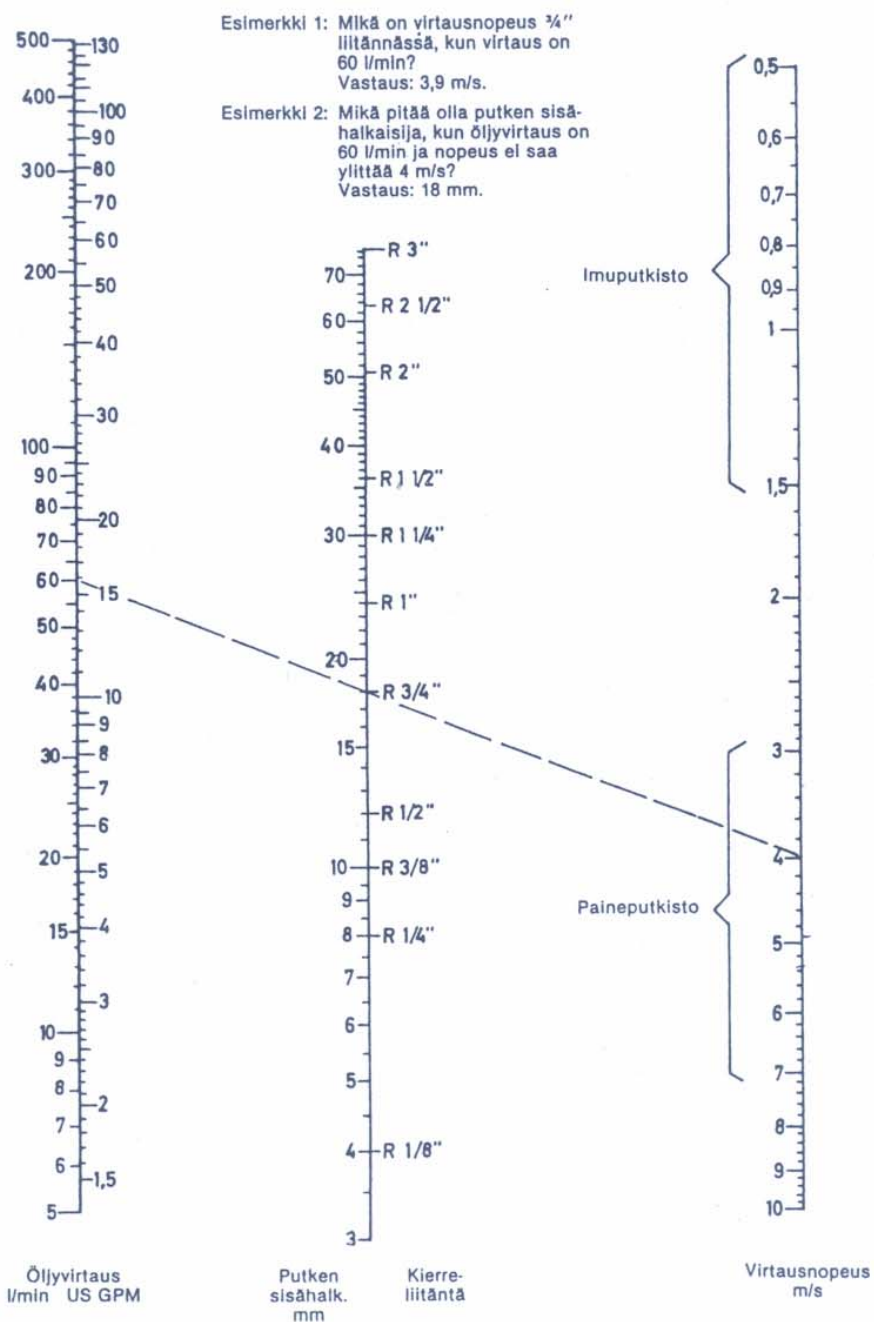
#### LIITÄNTÄLEVYT

Tyyppi	Standardi	Lisätietoja	Hinta
 DGMA-3-T1-40-B	Cetop 3		57,00
DGMA-5-T1-10-B	Cetop 5		274,00
 DGMA-3-T2-40-B	Cetop 3		57,00
DGMA-5-T2-10-B	Cetop 5		274,00
 DGMA-3-B-40	Cetop 3		57,00
DGMA-5-B-10	Cetop 5		177,00
 DGMA-3-C1-40	Cetop 3		57,00
DGMA-5-C1-10	Cetop 5		243,00

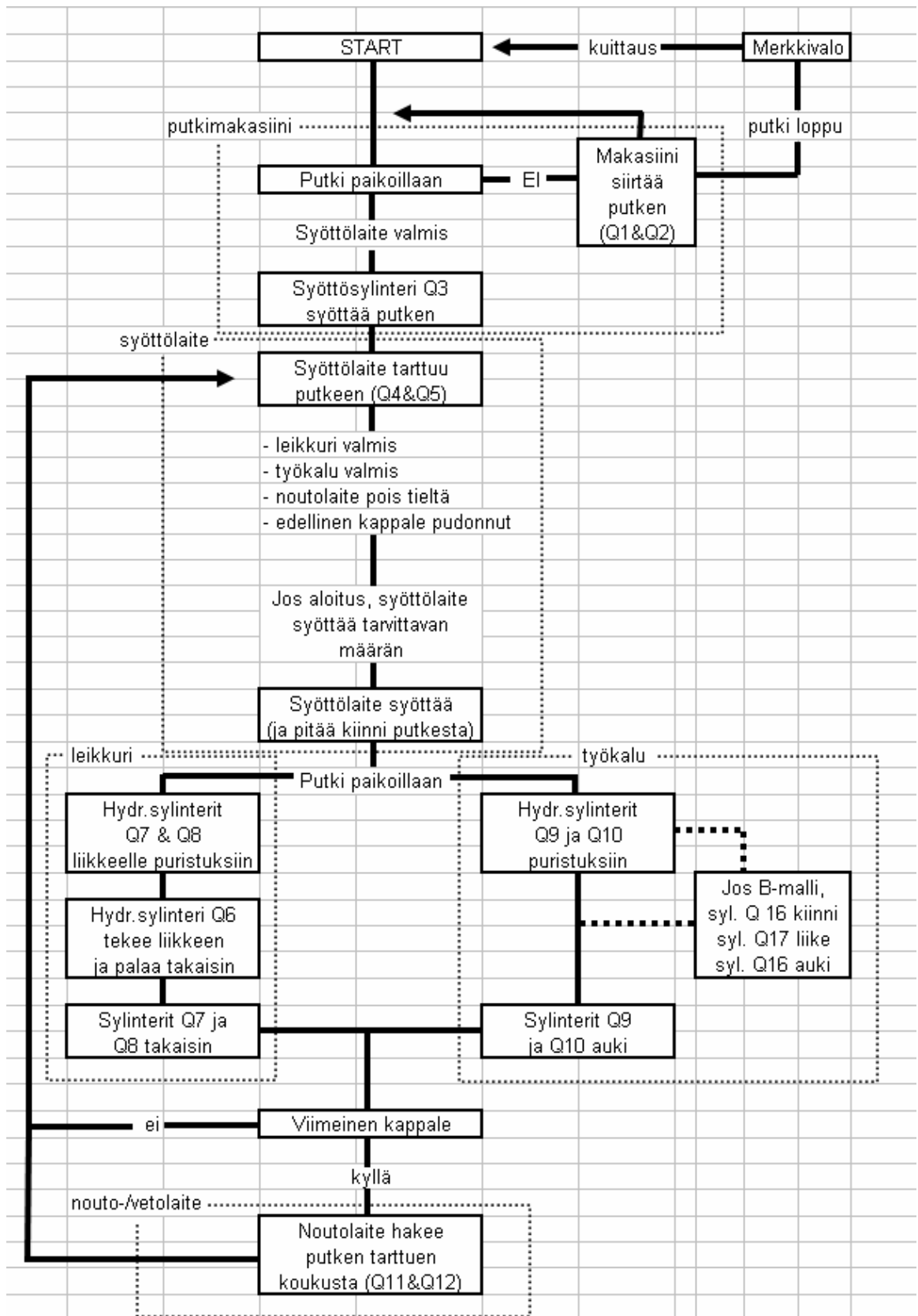
KMP4-17

# LIITE 13: Suositellut virtausnopeudet

## Suosittelut virtausnopeudet



LIITE 14: Toimintakaavio



LIITE 15: Anturit ja toimilaitteet

NESCO OY		KOUKKUTYÖKALU	
Anturit / toimilaitteet			
<b>Makasiini</b>			
S1	Ketjussyötön pystysylinteri kiinni	Q1	Ketjussyötön pystysylinteri
S2	Ketjussyötön pystysylinteri auki	Q2	Ketjussyötön vaakasyylinteri
S3	Ketjussyötön vaakasyylinteri kiinni	Q3	Syöttösyylinteri (nro 20)
S4	Ketjussyötön vaakasyylinteri auki		
S5	Syöttösyylinteri (nro 20) kiinni		
S6	Syöttösyylinteri (nro 20) auki		
S7	Putkivalmiina anturi (HUOM! Lisättävä)		
<b>Syöttölaite</b>			
S10	Pystysylinteri (nro 8) ylhäällä	Q4	Pystysylinteri (nro 8)
S11	Pystysylinteri (nro 8) alhaalla	Q5	Vaakasyylinteri (nro 9)
S12	Vaakasyylinteri (nro 9) takana		
S13	Vaakasyylinteri (nro 9) edessä		
<b>Leikkuri</b>			
S14	Pienempi sylinteri (nro 29) ylhäällä	Q6	Rei'itys hydraulikkasyylinteri (nro 29)
S15	Pienempi sylinteri (nro 29) alhaalla	Q7	Painimen puoleinen hydraulikkasyylinteri
S16	Painimen puoleinen sylinteri ylhäällä	Q8	Vastimen puoleinen hydraulikkasyylinteri
S17	Painimen puoleinen sylinteri alhaalla		
S18	Vastimen puoleinen sylinteri ylhäällä		
S19	Vastimen puoleinen sylinteri alhaalla		
<b>Työkalu</b>			
S30	Vastimen puoleinen sylinteri (nro 31) takana	Q9	Vastimen puoleinen hydraulikka sylinteri (nro31)
S31	Vastimen puoleinen sylinteri (nro 31) edessä	Q10	Painimen puoleinen hydraulikka sylinteri (nro32)
S32	Painimen puoleinen sylinteri (nro 32) takana	Q16	B-mallin taivutus sylinteri (nro 29)
S33	Painimen puoleinen sylinteri (nro 32) edessä	Q17	Pystysylinteri (nro 30)
S34	B-mallin taivutus sylinteri (nro 29) kiinni		
S35	B-mallin taivutus sylinteri (nro 29) auki		
S36	Pystysylinteri (nro 30) ylhäällä		
S37	Pystysylinteri (nro 30) alhaalla		
S38	Putkipaikoillaan tunnistus		
S39	vara		
<b>Nouto-/vetolaite</b>			
S40	Pystysylinteri (nro8) ylhäällä	Q11	Pystysylinteri (nro 8)
S41	Pystysylinteri (nro 8) alhaalla	Q12	Vaakasyylinteri (nro 9)
S42	Vaakasyylinteri (nro 9) takana		
S43	Vaakasyylinteri (nro 9) edessä		
<b>Lisäksi</b>			
		Q13	Koukun irroitus sylinteri
		Q14	Koukun keskitys sylinteri (alapuoli)
		Q15	Koukun keskitys sylinteri (yläpuoli)