

**Petteri Palin**

**KANTTIKONEEN AUTOMAATIO SUUNNITELMA**

**Opinnäytetyöraportti**

**KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU**

**Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma**

**Toukokuu 2011**



## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

<b>Yksikkö</b> Ylivieska	<b>Aika</b> Toukokuu 2011	<b>Tekijä</b> Petteri Palin
<b>Koulutusohjelma</b> Kone- ja tuotantotekniikka		
<b>Työn nimi</b> Kanttikoneen automaatio suunnitelma		
<b>Työn ohjaaja</b> Tapio Malinen		<b>Sivumäärä</b> 25
<b>Työelämäohjaaja</b> Jooel Leskinen		
<p>Opinnäytetyö tehtiin VR-Track Oy Oulun toimipisteelle. Työ suoritettiin osittain käytännössä, jotta laitteiston toimivuus saatiin testattua. Työn tavoitteena oli luoda kanttikoneelle automaatio suunnitelma, jonka tarkoituksena on toimia ohjeistuksena automaatio suunnitelman toteuttajalle. Automaatio suunnitelma pitää sisällään yksityiskohtaiset ohjeet toimilaitteiden valitsemiselle, sijoittelulle, voiman tuotolle ja logiikalle.</p>		

### Asiasanat

Automaatio, Hydraulikka, Logiikka

**ABSTRACT**

<b>CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b> Ylivieska	<b>Date</b> May 2011	<b>Author</b> Petteri Palin
<b>Degree programme</b> Machine and production engineering		
<b>Name of thesis</b> Automation plan for a sheet metal brake		
<b>Instructor</b> Tapio Malinen	<b>Pages</b> 25	
<b>Supervisor</b> Joel Leskinen		
<p>The thesis was made for VR-Track Ltd Oulu. The work in thesis was made partly in practice so that the functionality of the machine could be tested. The main goal was to create an automation plan whose purpose is to work as an instruction for the executor of the automation plan. The automation plan includes detailed instructions for choosing regulating units and placing them as well as for power output and logic.</p>		

<b>Key words</b> Automation, Hydraulics, Logic
---

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**SISÄLLYS**

1	JOHDANTO	1
2	MALLINTAMINEN	2
2.1	Osan luominen	2
2.2	Kokoonpano	4
3	TOIMILAITTEET	6
3.1	Sähkömoottorit	7
3.2	Pneumatiikka	8
3.3	Hydrauliikka	8
3.4	Hydraulikaavio	9
4	RAKENTEELLISET MUUTOKSET	11
4.1	Sylinterin voima	11
4.2	Sylinterin mitta	13
4.3	Hydraulipumppu	15
5	LOGIIKKA	17
5.1	Anturit	17
5.2	Logiikkaohjelma	19
5.3	Kosketysnäyttöpaneeli	21
6	KUSTANNUSARVIO	23
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA	24
	LÄHTEET	25

## 1 JOHDANTO

Aihe opinnäytetyöhön löytyi VR Track Oulun varikolta. Varikolla on vanha kanttikone, jonka toimivuutta pitäisi parantaa. Kanttikone toimii tällä hetkellä hallinosturin avulla, koska sitä on liian raskas käyttää käsivoimin. Koneesta on poistettu vastapaino, joka aiheuttaa koneen raskaan käytön.

Tavoitteena opinnäytetyössä on luoda kanttikoneelle automaatio suunnitelma koneen käytön helpottamiseksi ja tuottavuuden parantamiseksi. Automaatio suunnitelmassa ei tarkastella kiinnityksiin kohdistuvia voimia, vaan komponentit on valittu kokemukseräisesti.

Kanttikoneesta tehdään 3D-malli käyttäen SolidWorksia ohjelmaa. Näin koneen rakenteiden tarkastelu ja suunnitteleminen käy siten helpommin. Myöskin mittojen tarkastelu voimien määrittämisessä on erittäin tärkeää.

Toinen vaihe on toimilaitteiden valinta käyttötarkoitusten ja suorituskyvyn mukaan. Mekaanisia toimilaitteita ovat sähkömoottorit, pneumaattiset toimilaitteet ja hydrauliset toimilaitteet. Tähän vaiheeseen kuuluu mukaan hydraulikaavioiden piirtäminen.

Kolmantena vaiheena on suunnitella logiikkaohjelma, joka pystyy suorittamaan yksinkertaisen tehtävän kanttikoneen särmäysprosessissa. Tähän vaiheeseen kuuluu mukaan kosketusnäyttöpaneelin ohjelmointi ja helppokäyttöisen käyttöliittymän suunnittelu.

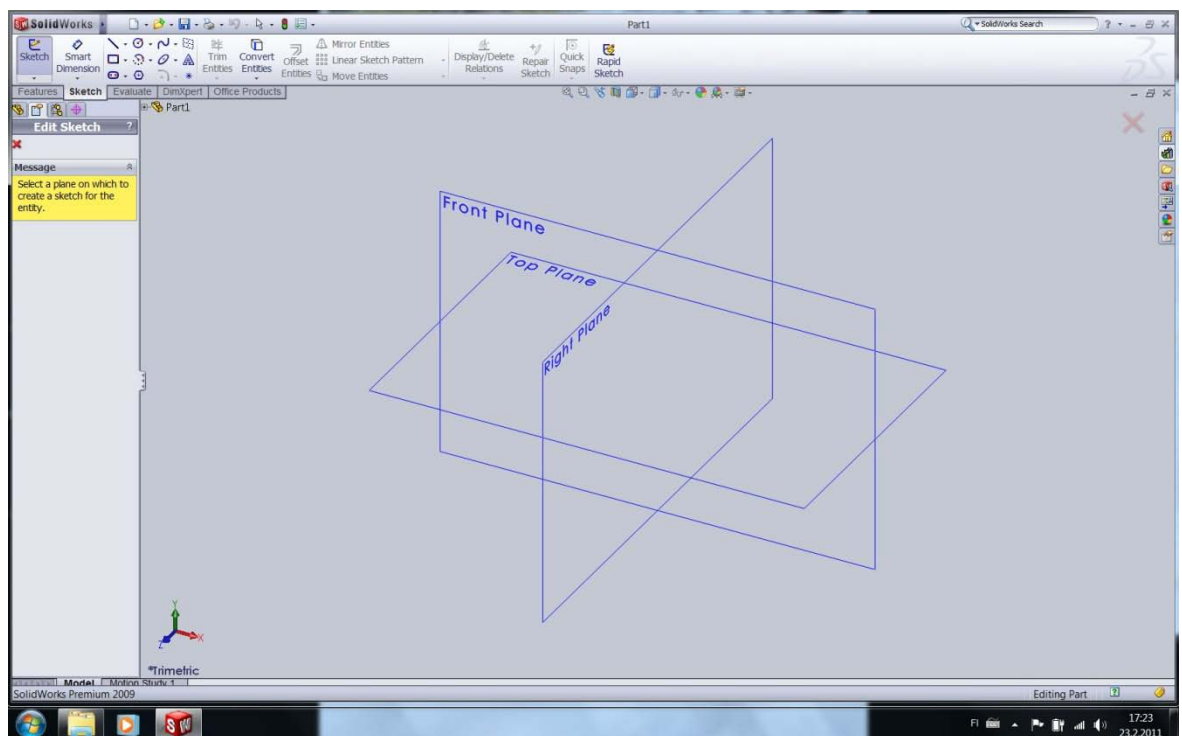
Neljäs vaihe on kustannusarvio, joka sisältää vain komponenttien hinnan. Kustannusarvio tehdään siitä syystä, että voidaan arvioida onko kanttikoneen automaatio kannattavaa toteuttaa.

## 2 MALLINTAMINEN

Kanttikoneen mallintamisessa käytin SolidWorks 3D-mallinnusohjelmaa, jonka on kehittänyt Dassault Systems. Jokaisesta osasta piirsin Solidworksilla 3D-mallin. Tämän jälkeen osista luotiin kokoonpano, jossa yhditettiin kaikki luodut mallit toimivaksi kokoonpanoksi. (Esa Hietikko 2005)

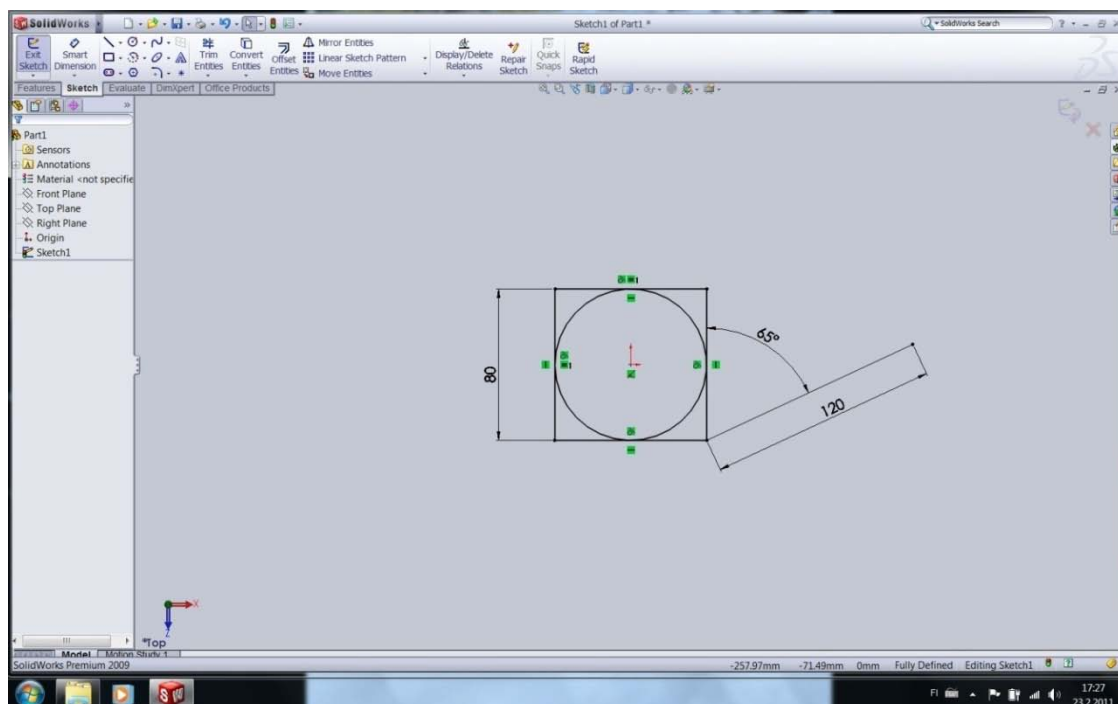
### 2.1 Osan luominen

Mallinnusprosessi alkaa puhtaan sivun tai valmiin sivupohjan luomisella. Tämän jälkeen on valittava taso, jolle piirustusta aletaan tekemään. Tason valinta on tärkeää piirustuksen rakentumisen kannalta, miten ja mistä kulmasta se on helpoin aloittaa mallintamaan.



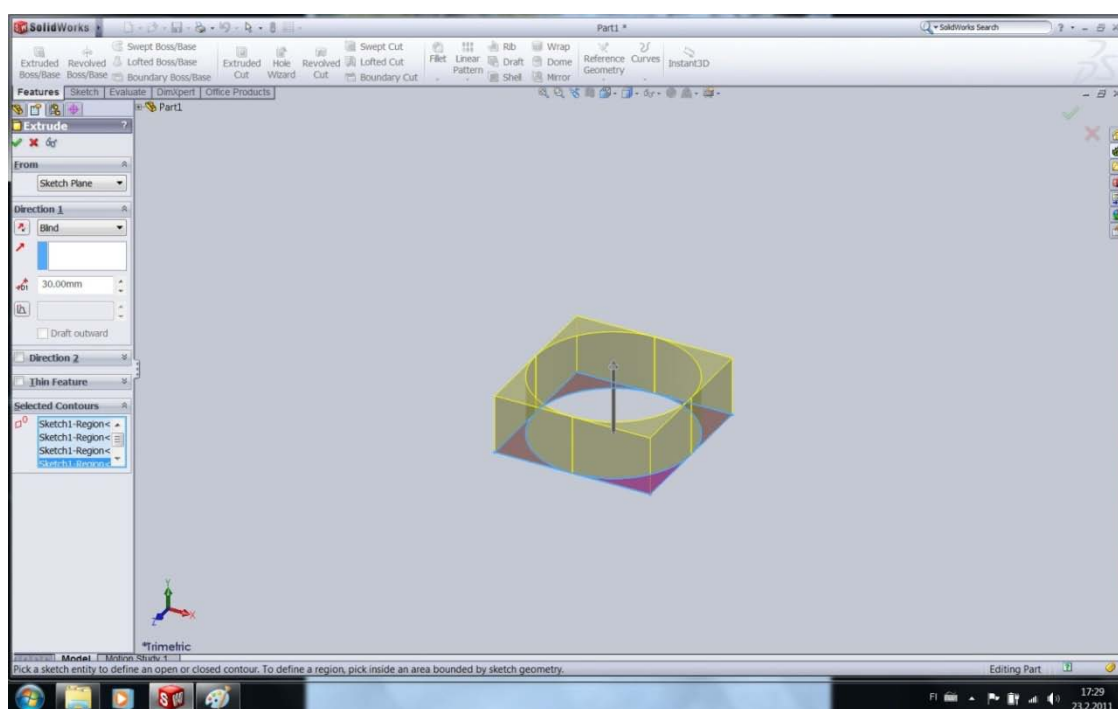
KUVIO 1. SolidWorksin aloitussivu.

3D-mallin luonnin seuraavat vaiheet ovat piirustusten mittojen määrittäminen. Mittoja määrittäessä käytin smartdimension toimintoa. Tämän toiminnon avulla voi määrittellä kahden kappaleen tai viivojen välistä etäisyyttä tai kulmaa. Smartdimension toimintoa käytetään myöskin jonkin kappaleen mittojen määrittämiseen.



KUVIO 2. Smartdimension toiminto.

Kun kappaleen mitat on määritelty ja kappaleesta halutaan tehdä kolmanteen ulottuvuuteen yltävä objekti, pitää kappale pursoittaa extrude komennolla. Kappaleen pursoittaminen tarkoittaa olemassa olevan piirustuksen rajoja hyväksi käyttäen massan tai volyymin lisäämistä kolmanteen ulottuvuuteen.

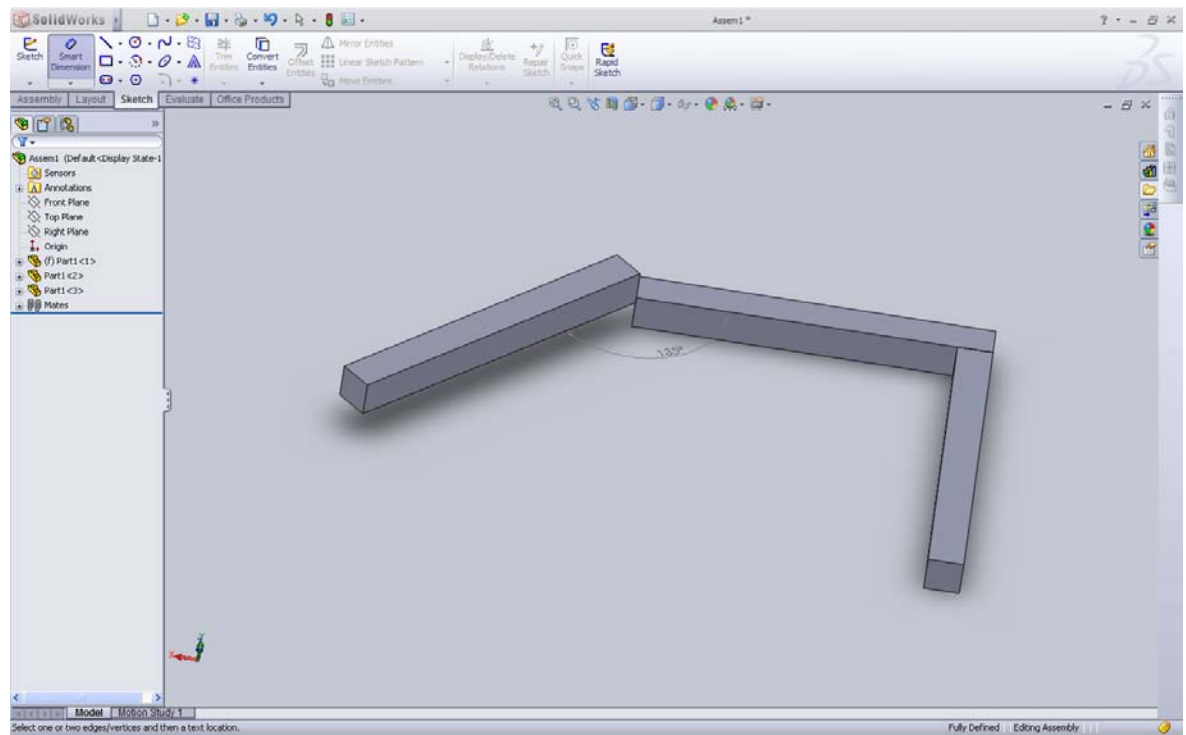


KUVIO 3. Extrude.

## 2.2 Kokoonpano

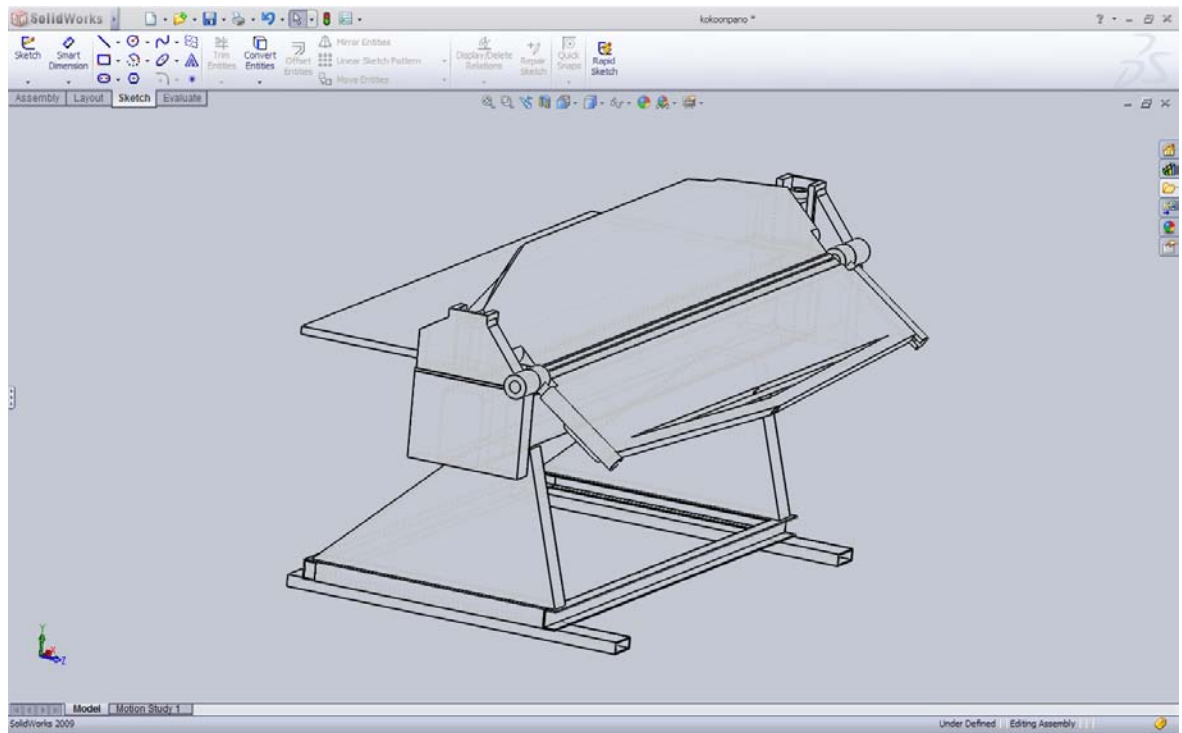
Kokoonpano aloitetaan puhtaalta tai valmiilta sivupohjalta. Kun sivu on luotu, pitää kappaleet siirtää kappaletiedoista kokoonpanoon insert components toiminnon avulla.

Kun tarvittavat osat on tuotu kokoonpanoon, niin voidaan aloittaa komponenttien kasaaminen. Kasaaminen tapahtuu mate komennolla, jolla voidaan määrittää kahden kappaleen suhde toisiinsa. Ensimmäisestä kappaleesta valitaan jokin pinta tai muoto, jonka avulla määritetään kappaleen suhteellinen etäisyys toisen kappaleen pintaan tai muotoon. Valittavia etäisyysominaisuuksia ovat samansuuntaisuus, kiinnitys pintaan, kulma tai etäisyys (kuvio 4).



KUVIO 4. Esimerkki smart dimension toiminnoista.





KUVIO 5. Valmis 3D-malli.

Valmis kokoonpano koostuu useasta eri kappaleesta. Kun kappaleet ovat liitettyinä yhteen mate-komennon avulla ja kaikki rajoitteet ovat asetettu oikein, niin kokoonpanon toimivuutta voidaan tarkastella valmiista mallista.

3D- mallin hyötyjä ovat rakenteellisten muutosten suunnittelu, testaus ja tarkastelu ilman olemassaolevan laitteen muokkaamista. Rakenteelliset muutokset suunnitellaan 3D-malliin sopivien toimilaitteiden ja kanttikoneen vaatimien valssausvoimien mukaan.

### 3 TOIMILAITTEET

Kanttikoneen särmäysprosessin voima on aiemmin testattu. Testauksessa taivutus tehtiin kohtisuorasti valssaussuuntaan nähden, jolloin vaaditaan suurempi voima levyn taivuttamiseksi. Materiaalina testissä käytettiin S235 terästä. Suurin voima mittarissa testin aikana vastaa noin 950 kg massaa, jolloin koko kanttikone alkoi nousta ilmaan. Levyn taivutuskulma oli tällöin noin 90 astetta ja voiman varsi mittaushetkellä kohtisuorasti noin 450mm. (Jooel Leskinen)

Näiden tietojen pohjalta ehdotettiin suunnitelmaan joko yksi kahdentuhannen kilogramman massaa vastaavan voiman tuottava mekaaninen toimilaite, tai kaksi tuhannen kilogramman massaa vastaavan voiman tuottavaa mekaanista toimilaitetta. Näillä tiedoilla voidaan valita käyttötarkoituksiin sopivin mekaaninen toimilaite.

Kanttikoneen valssausprosessin momenttivoima on laskettavissa, kun tiedetään suurin voimaa kuormittava kohta valssausprosessin aikana, voiman varren mitta ja tarvittava voima.

Momentti voidaan laskea kertomalla tarvittava voima momenttivarren mitalla. Tässä tapauksessa tarvittava voimaa vastaava massa on kaksituhatta kiloa ja momenttivarren mitta on 450mm.

Momenttivoiman laskukaava, voima kertaa voiman varren pituus

$$M = F \times r \quad (\text{Tekniikan kaavasto 2005})$$

On helpompaa laskea momenttiin tarvittavaa voimaa, kun muunnetaan yksiköt yleisesti fysiikassa ja matematiikassa käytettäviin yksiköihin.

Massan muutos kilogrammoista newtoneiksi tapahtuu kertomalla kilogrammat maan gravitaatiolla, joka on noin 9,81 metri jaettuna sekunti toiseen potenssiin.

$$2000kg \times 9.81 \frac{m}{s^2}$$

Seuraavaksi muutetaan millimetrit metreiksi, koska momentin voima yleisesti ilmoitetaan muodossa newtonia metrillä eli Nm.

$$\frac{450\text{mm}}{1000} = 0,45\text{m}$$

Seuraavassa vaiheessa sijoitetaan luvut momentin ratkaisukaavaan.

$$M = 19620\text{N} \times 0.45\text{m}$$

$$M = 8829\text{Nm}$$

### 3.1 Sähkömoottorit

Sähkömoottoreiden käyttö kanttikoneen valssausprosessin toimilaitteena vaatisi kanttikoneen runkoon tehtäviä mekaanisia muutoksia, jotta valssausprosessin vaatima voima voitaisiin välittää oikealla suhteella valssauspöytään. Nämä mekaaniset muutokset olisivat mahdollisia hammaspyörillä, hihna- ja ketjuvedolla toteutettuna, mutta oikeankokoisten pyörästöjen teettäminen saattaisi tulla kalliimmaksi kuin jokin toinen helpommasti toteutettavissa oleva ratkaisu. Lisäksi sähkömoottoreiden momentin muuntaminen ja mekaaniset muutokset kanttikoneeseen aiheuttaisivat laitteen hitaan käytön kääntölevyn massan vuoksi.

Sähkömoottoreista parhaiten kanttikoneen automaatioon soveltuisi askelmoottorit niiden tarkan pyörimisasennon säädön ja tarkkailun kannalta.

Sähkömoottoreiden käytön etuna olisi sähkön helppo saatavuus, voiman tuotto energiankulutukseen nähden ja lisäkustannuksia aiheuttavien muiden osien puuttuminen, kuten esimerkiksi venttiilit, paineletkut ja sylinterit, mutta lisäkustannuksia aiheuttaisivat mekaanisten rakenteiden tekeminen kanttikoneeseen.

### 3.2 Pneumatiikka

Pneumaattisten toimilaitteiden käyttäminen kanttikoneen automaatiassa voisi olla hyvä ratkaisu valssausprosessin nopeuden lisäämiseksi. Ilmanpaineen luominen on helppoa ja halpaa ja toimilaitteiden hinnat ovat tietyssä määrin edullisia.

Pneumaattisista toimilaitteista valitsisin ehdottomasti lineaarisylinterit, joilla saataisiin aikaan kohtisuora voima tasaisesti koko valssausprosessin ajan.

Pneumaattisten sylintereiden käyttäminen suuren voiman tuottamiseen tarkkuutta vaativassa työssä saattaa aiheuttaa tarkan sijainnin määrittelemisessä ongelmia. Tarkan sijainnin määrittäminen vaatisi tasaisen voiman, jota ilmanpaineella ei voi jatkuvalla teholla tuottaa. Kanttikoneen valssausprosessia ajatellen tätä ongelmaa esiintyisi sellaisissa tilanteissa, joissa halutaan levyä pidättää jossain tietyssä asennossa.

Haittapuolia pneumaattisten toimilaitteiden käytössä on tarpeeksi korkean ilmanpaineen luominen valssausprosessiin. Tämä aiheuttaa hinnan kasvamisen, kun pitäisi kanttikoneen valssausprosessin vaatima momenttivoima mitoittaa ilmanpaineella tuotettavaan voimaan ja ilmanpaineen volyymin ja tuoton kasvattamiseen tarvittaisiin tehokkaampia laitteita.

### 3.3 Hydraulikka

Hydraulisten toimilaitteiden käyttö kanttikoneen automaatiassa on näistä kolmesta vaihteohdosta järkevin. Hydrauliset toimilaitteet ovat helposti hallittavissa ja niillä saadaan tasainen paine luotua koko valssausprosessin ajaksi, sillä hydrauliset nesteet puristuvat kasaan erittäin huonosti. Suuren voiman luominen hydraulikkaa käyttäen on halpaa sähköisiin ja pneumaattisiin toimilaitteisiin verrattuna.

Hydraulisia toimilaitteita, joita tarvitaan kanttikoneen automatisoimiseen ovat hydraulisen paineen luova pumppu, hydraulinesteen ohjausventtiili, paineenrajoitusventtiilit, paineputket- ja letkut, hydraulinestesäiliö ja hydraulisylinterit.

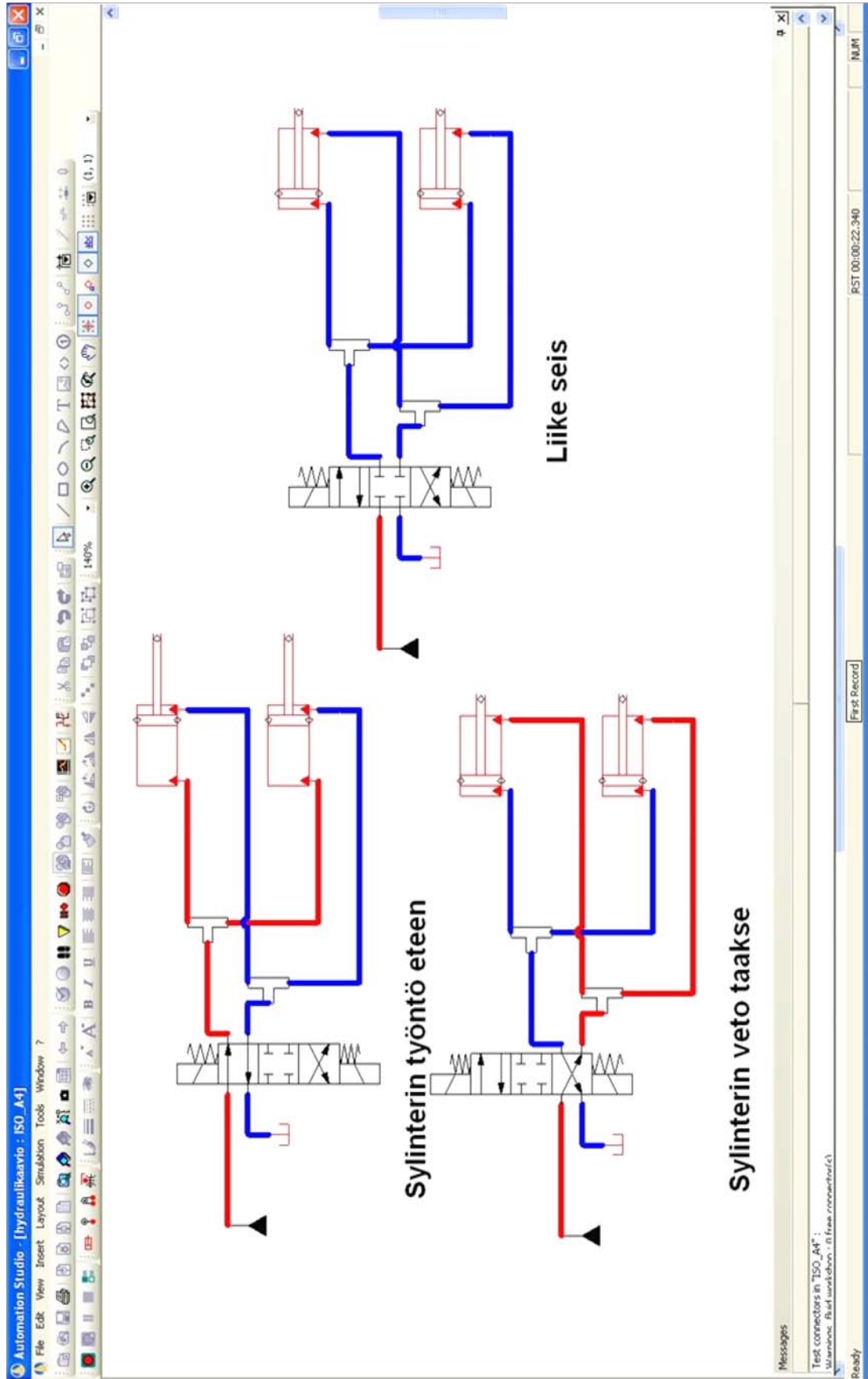
### 3.4 Hydraulikaavio

Hydraulipumppu luo voiman nesteeseen mekaanisesti. Näin ollen mekaaninen voima välittyy eteenpäin toisille laitteistoon kytketyille hydraulisille toimilaitteille.

Neste liikkuu laitteistossa eteenpäin välittäen nesteeseen aiheutetun hydrostaattisen voiman venttiilille. Venttiili päästää paineen sähköisellä pulssilla eteenpäin sylinterille, joka työtyy ulospäin aiheuttaen valssauspöydän liikkumisen. Samaan aikaan kun venttiili päästää paineen sylinterille, niin se myöskin päästää painetta ulos sylinterin toisesta päästä.

Venttiilissä on kaksi suuntaa, jotka ohjaavat paineen kulkua järjestelmässä. Kun venttiili on kiinni, niin paine pidättäytyy järjestelmän sisällä.

Kun sylinteriä halutaan liikuttaa taaksepäin, niin ohjataan venttiiliä päästämään paine vastakkaiseen suuntaan.



KUVIO 6. Hydraulikaavio.

## **4 RAKENTEELLISET MUUTOKSET**

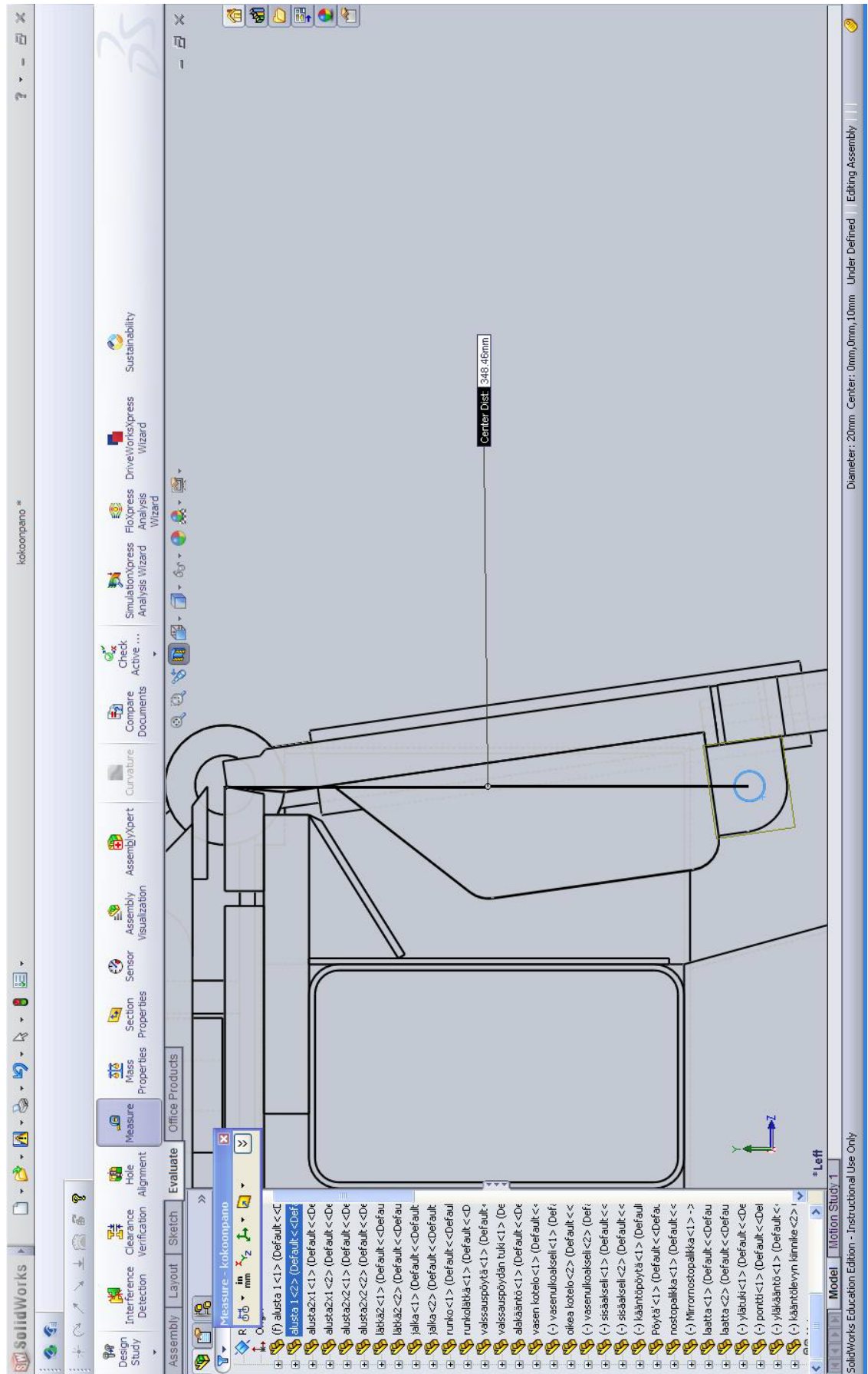
Kanttikoneen rakenteellisilla muutoksilla pyritään luomaan kiinnityspisteet voimaa tuottaville toimilaitteille, jotka saavat aikaan valssauspöydän liikkeen.

Mekaanisen liikkeen tuottamiseen tarvitaan kaksi hydraulisyylinteriä, jotka sijoitetaan kanttikoneen kantaviin rakenteisiin poraamalla reikä jalustaan ja lukitsemalla sylinterin toinen pää pultilla kiinni. Toinen pää sijoitetaan kanttikoneen kääntölevyyn. Kääntölevyyn hitsataan kiinni korvakkeet, joihin hydraulisyylinterin pää pultataan kiinni.

### **4.1 Sylinterin voima**

Sylinterin mitat määritellään särmäysprosessiin tarvittavan voiman ja kiinnityspisteiden mukaan. Ensin pitää määrittää sylinterin kiinnityspiste särmäyspöydässä, jotta voidaan laskea sylinterin koko pituus ja sylinterin tarvittava momenttivoima.

Kiinnityskohdaksi valitsin kanttikoneen valssauspöydän uloimman mahdollisen kiinnityspisteeseen, joka tukee kuitenkin hyvin kiinnityspisteeseen tarvittavia tukevia rakenteita.



KUVIO 7. Valssauspöydän kiinnityspiste.



Särmäysprosessin tarvitsema momenttivoima on 8829 newtonmetriä. Nyt kun tiedetään kiinnityspisteen mitta valssauspöydässä, niin voidaan laskea sylinterin tarvitsema voima valssausprosessissa.

Kun momentti on voima kertaa vipuvarren pituus, niin voima saadaan kun jaetaan momentti vipuvarren pituudella.

$$M = F \times r \rightarrow F = \frac{M}{r}$$

$$M = 8829Nm$$

$$r \approx 350mm = 0.35m$$

$$F = \frac{8829Nm}{0.35m}$$

$$F = 25225,714...N \approx 25226N$$

Valssausprosessin mitoitettu voima on siis 25226 newtonia, joka vastaa noin 2571,5 kilogrammaa. Tämä voima jaetaan kahdelle sylinterille, jolloin saadaan yhden sylinterin voimaksi 12613 newtonia eli noin 1285,8 kilogrammaa.

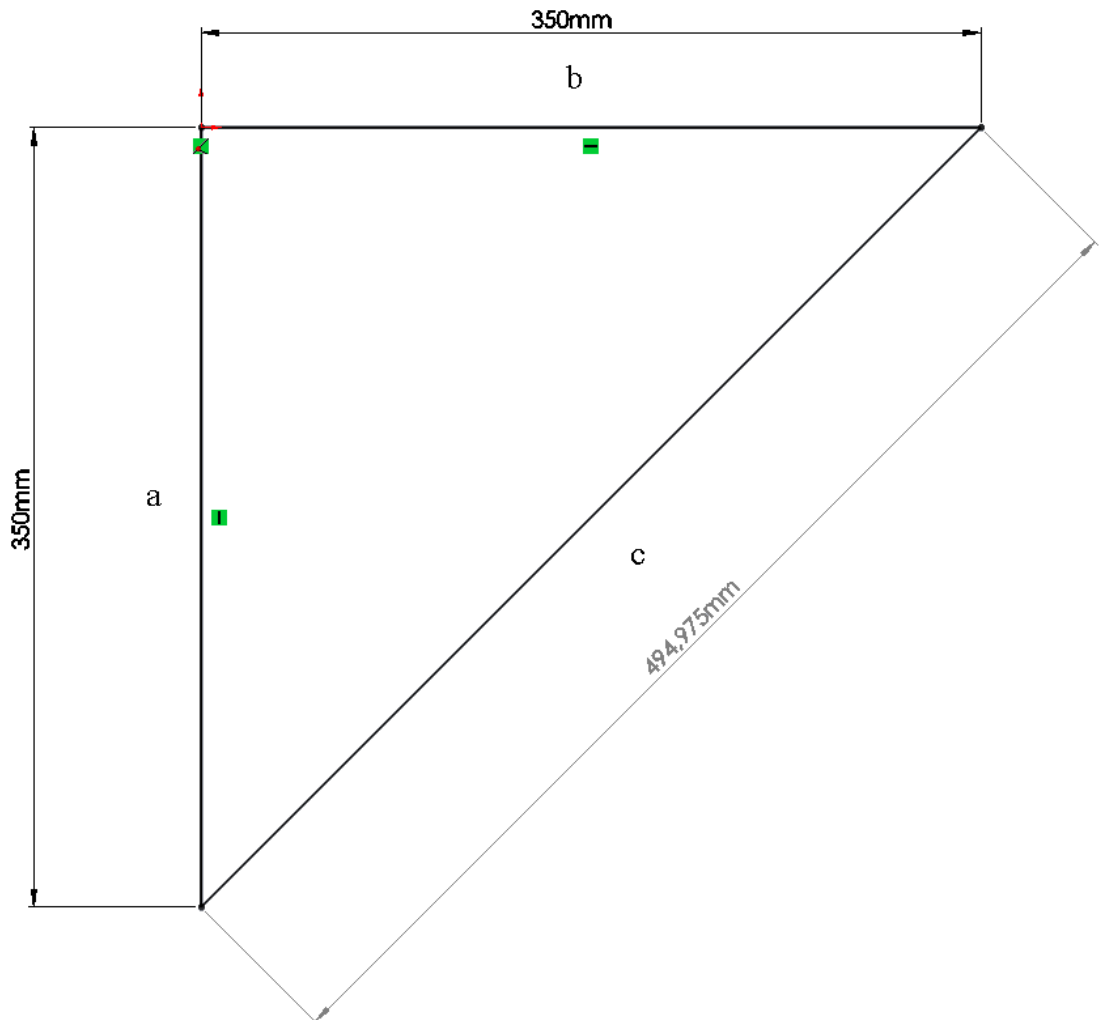
## 4.2 Sylinterin mitta

Sylinterin mitoitus aloitetaan laskemalla sylinterin työntymä matka valssausprosessin aikana.

Kun tiedetään sylinterin kiinnityspisteen matka valssauspöydästä voidaan laskea mikä on hypotenuusa teoreettisessa kolmiossa joka muodostuu kiinnityspisteiden lakipisteistä.

Kaksi kolmion sivuista ovat samanmittaisia 0,35 metriä ja kolmion kulma on 90 astetta, joka tulee kantikoneen maksimi valssauskulmasta.

Kolmion hypotenuusa voidaan laskea kaavasta jossa hypotenuusan pituus saadaan laskemalla yhteen kolmion kateettien neliöt ja ottamalla summasta neliöjuuri.



KUVIO 8.

$$c^2 = a^2 + b^2$$

a ja b ovat mitoiltaan 0,35 metriä, jolloin

$$\sqrt{(0,35m + 0,35m)} \approx 0,5m$$

Tästä voimme päätellä sylinterin liikepituuden olevan vähintään puoli metriä.

### 4.3 Hydraulipumppu

Hydraulipumpun vaadittava voimantuotto määräytyy hydraulisylinterin pinta-alan mukaan, koska paineen tuotto on riippuvainen pinta-alan koosta. Hydraulipumpun vaadittava järjestelmäpaineentuotto voidaan laskea, kun tiedetään hydraulisylinterien pinta-ala ja vaadittava voimantuotto.

Kun tiedetään molempien sylintereiden tuottaman voiman määrä, voidaan valita sopivat hydraulisylinterit, joiden mittojen mukaan mitoitetaan hydraulipumppu.

Laskuissa käytettävä sylinterin männän halkaisija on 40mm. Tästä voimme laskea hydraulipumpun vaadittavan voimantuotton yhdelle sylinterille. Hydraulisylinterin tuottama voima lasketaan kaavasta, jossa voima on paineen ja pinta-alan tulo.

$$F = p \times A$$

Kun halutaan tietää mikä kokoisella paineella järjestelmää käytetään, niin jaetaan voima pinta-alalla.

$$\frac{F}{A} = p$$

Yhden sylinterin pinta-ala.

$$A = \pi \times r^2$$

$$A = \pi \times (20\text{mm})^2$$

$$A \approx 1257\text{mm}^2 = 0,001257\text{m}^2$$

Yhden sylinterin vaatima käyttöpaine.

$$\frac{12613\text{N}}{0,001257\text{m}^2} = 10034208\text{Pa} = 100,34 \text{ Bar}$$

Männän d	Männän r	Männän A mm <sup>2</sup>	Männän A m <sup>2</sup>	p = Pa	p = Bar	Hinta
40	20	1257	0,001257	10037106,5	100,4	117 €
50	25	1963	0,001963	6423748,2	64,2	127 €
60	30	2827	0,002827	4460936,2	44,6	146 €
80	40	5027	0,005027	2509276,6	25,1	223 €

KUVIO 9. Sylinterien paineet männän halkaisijan vaihdellessa. (Hinta Agropoint.fi)

Hydraulisylienerien männän kokoa kasvattamalla paineen tarvetta saadaan pienemmäksi mikä kuitenkin aiheuttaa tilavuuden kasvamisen sylinterin sisällä. Tämä tarkoittaa sitä, että kun tilavuus kasvaa, kasvaa myös hydraulipumpun tuoton tarve.

Männän d	p = Bar	Tilavuus l
40	100,4	0,6
50	64,2	1,0
60	44,6	1,4
80	25,1	2,5

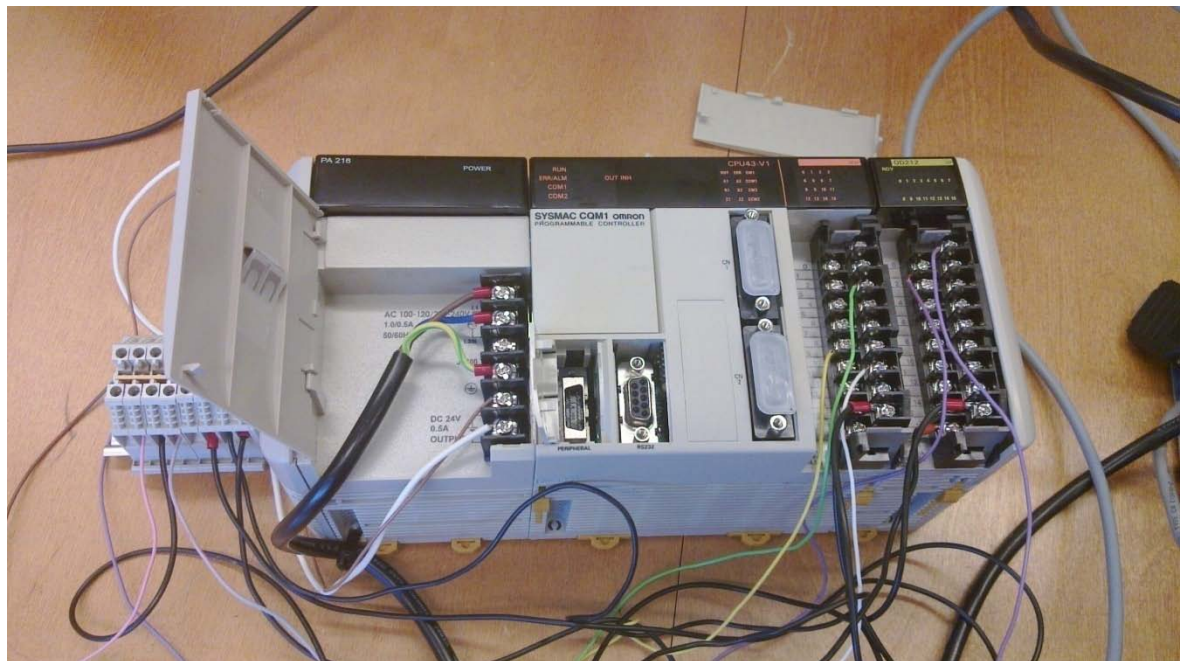
KUVIO 10. Hydraulisylienerin tilavuus.

Hydraulisylienerin tilavuuden kasvaminen mitoitettuna samalle moottorille, jonka tuotto on esimerkiksi 40l minuutissa merkitsee toimintanopeuden hidastumista.

## 5 LOGIIKKA

Logiikka tässä työssä käsittää logiikkayksikön ja sen sisältämän toimintakoodin. Logiikan on tarkoitus ohjata valssausprosessia ja tarkkailla sen aikana eri antureilta tulevaa tietoa. Logiikan toimintaa testasin rakentamalla laitteiston, jossa paineilmalla ohjataan sylinteriä, joka kuvastaa kantikonetta suunnitelman loppuvaiheessa.

Logiikkayksikön koodi on tehty CQM1 logiikkayksikölle CX-Programmer ohjelman avulla. CX-Programmer ohjelmiston avulla voidaan rakennettu koodi helposti siirtää muille Omron logiikkayksiköille. (CQM-CPM-SRM logiikkoiden ohjelmointiopas 2005)



KUVIO 11. CQM1 Logiikkayksikkö.

### 5.1 Anturit

Logiikkayksikköön liitetyjen antureiden on tarkoitus varmistaa laitteen tarkka ja turvallinen toimivuus valssausprosessin aikana. Järjestelmään on kytkettyä kahta erilaista anturityyppiä.

Inkrementtianturi on ympäröivällä akselilla varustettu pienen moottorin näköinen laite, joka tunnistaa missä asennossa sen akseli on. Kun akselia pyörittää, antaa laite ulos

pulsseja. Laitteeseen syötetään tässä tapauksessa 24 voltin virta ja ulostuleva tieto vietään suoraan logiikkayksikköön.

Inkrementtianturien tuottama tieto on riippuvainen anturin askeltarkkuudesta. Tähän suunnitelmaan kaikista sopivimpia tarkkuuksia antureille olisivat 360 pulssia kierrokselle tai 720 pulssia. Nämä lukemat tarkoittavat sitä, että montako pulssia anturi tuottaa yhden kierroksen aikana.



KUVIO 12. Inkrementtianturi.

Omassa työssä käytin inkrementtianturia, jonka tarkkuus oli 2500 pulssia yhdellä kierroksella. Tämä tarkkuus oli jo liian suuri ja aiheutti siten ongelmia myöhemmässä testausvaiheessa.

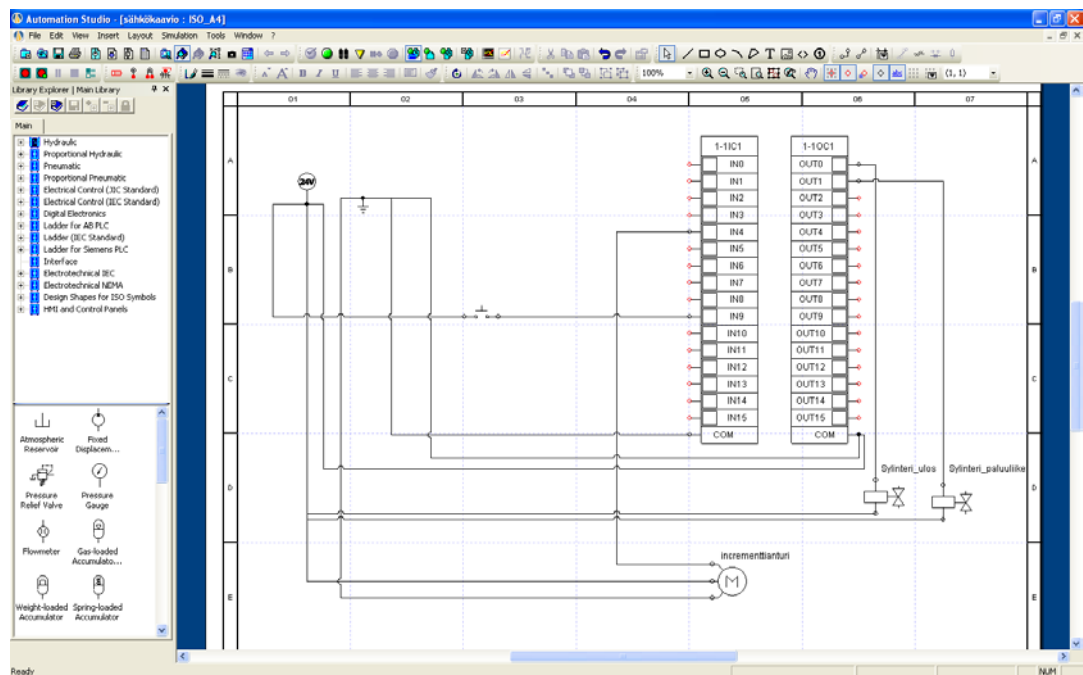
Lisäksi laitteessa on kaksi kappaletta reed-kytkimiä, jotka tunnistavat magneettikentän muutoksia. Näitä kytkimiä käytetään tunnistamaan hydraulisylintereiden lepoasento, eli kun sylinterit ovat vedettyinä taakse.



KUVIO 13. Reed kytkin.

## 5.2 Logiikkaohjelma

Logiikkaohjelma rakentuu antureiden tuottaman tiedon pohjalta. Logiikkayksikköä ohjataan tulo porteilla johon annetaan pulsseja. Pulssit ovat 24 voltin jännitteen suuruisia ja kaikki virtaa antavat laitteet on kytkettävä samaan virtapiiriin logiikkayksikön kanssa.



KUVIO 14. Sähkökaavio.

Logiikkaohjelma (Kuvio 16) aloittaa toiminnan kun tuloportti 0.09 kytketään päälle. Tuloportti 0.09 on kytkettynä kahteen painonappiin, jotka pitää sijoittaa koneen runkoon riittävän suuren etäisyyden päähän toisistaan. Tämän syynä on käyttäjän turvallisuus koneen käynnistyessä ja toimiessa. Painonappeja pitää painaa molemmilla käsillä, jotta käyttäjä ei pysty vahingossakaan loukkaamaan itseänsä koneen käynnissäolon aikana. Tuloportti 0.09 kytkee myöskin päälle vertailun, joka tarkkailee muistialuetta DM100.

Kun tuloportti 0.09 on kytkettynä päälle, niin se käynnistää laskurin numero viisi. Laskuri laskee yhden pulssin ja jää pitämään päälle virtuaalista tuloa CNT005.

Työntöliike toteutuu, kun virtuaalinen tulo CNT005 ja käynnistys 0.09 on päällä ja lähtö 100.01 ja vertailu HR0.01 eivät ole päällä. Kun jokin näistä edellämaituista ei ole kytkettyinä oikein, esimerkiksi vertailu HR0.01 olisi päällä, niin työntöliike ei toteudu. Kun sylinteri työntyy eteenpäin, kanttikoneen akseliin kiinnitetty inkrementtianturi alkaa antamaan tietoa tuloportille 0.04. Tuloportin 0.04 tieto on kytkettynä korkeanopeuslaskuriin, joka tallentaa jokaisen pulssin muistialue IR230 paikkaan. Kosketysnäyttöpaneelista annetaan arvo muistialueeseen DM100 joka toimii vertailtavana kohteena korkeanopeuslaskurissa.

Vertailu, joka käynnistyy heti kun tulo 0.09 menee päälle, alkaa tarkastelemaan muistipaikkojen DM90 ja DM100 tietoja. Vertailuun on asetettu rajoiksi yhtäsuuri arvo ja toisen arvon ylittävä arvo. Kun vertailu toteutuu, niin kytkeytyy päälle käyttömuistialue HR0.01. Samaan aikaan kun HR0.01 kytkeytyy päälle, niin työntöliike lakkaa.

HR0.01 kytkee päälle pitoajastimen TIM002 joka laskee määrätyn ajan ja kytkeytyy sen jälkeen päälle. Kun TIM002 kytkeytyy päälle, niin paluuliike 100.01 voi alkaa. Paluuliike 100.01 yhdessä pitoajastimen TIM002 kanssa kytkee päälle paluuliikkeen ajastimen TIM003 joka varmistaa, että sylinterin takaisinliike on alkanut.

Koko järjestelmän resetointi tapahtuu virtuaalisella tulolla 252.00. Tulo kytkeytyy päälle kun paluuliike 100.01, reed kytkin 0.12 ja paluuliikkeen ajastin TIM003 on kytkettyinä päälle.



Kohdassa 9 on inkrementtianturin tiedon tarkkailussa käytetty jakaja, joka ottaa tiedon IR230 muistialueelta ja jakaa sen muistialueeseen DM80 syötetyllä arvolla. Jaettu arvo syötetään datamuistialue DM90 joka toimii vertailtavana tietona kohdassa 4.

Kohdan 10 pito toimii kosketusnäyttöpaneelissa järjestelmän toiminnan ilmoittavan valon kytkimenä. Pito kytkeytyy päälle työntöliikkeestä 100.00 ja sammuu kun resetointi 252.00 kytkeytyy päälle.

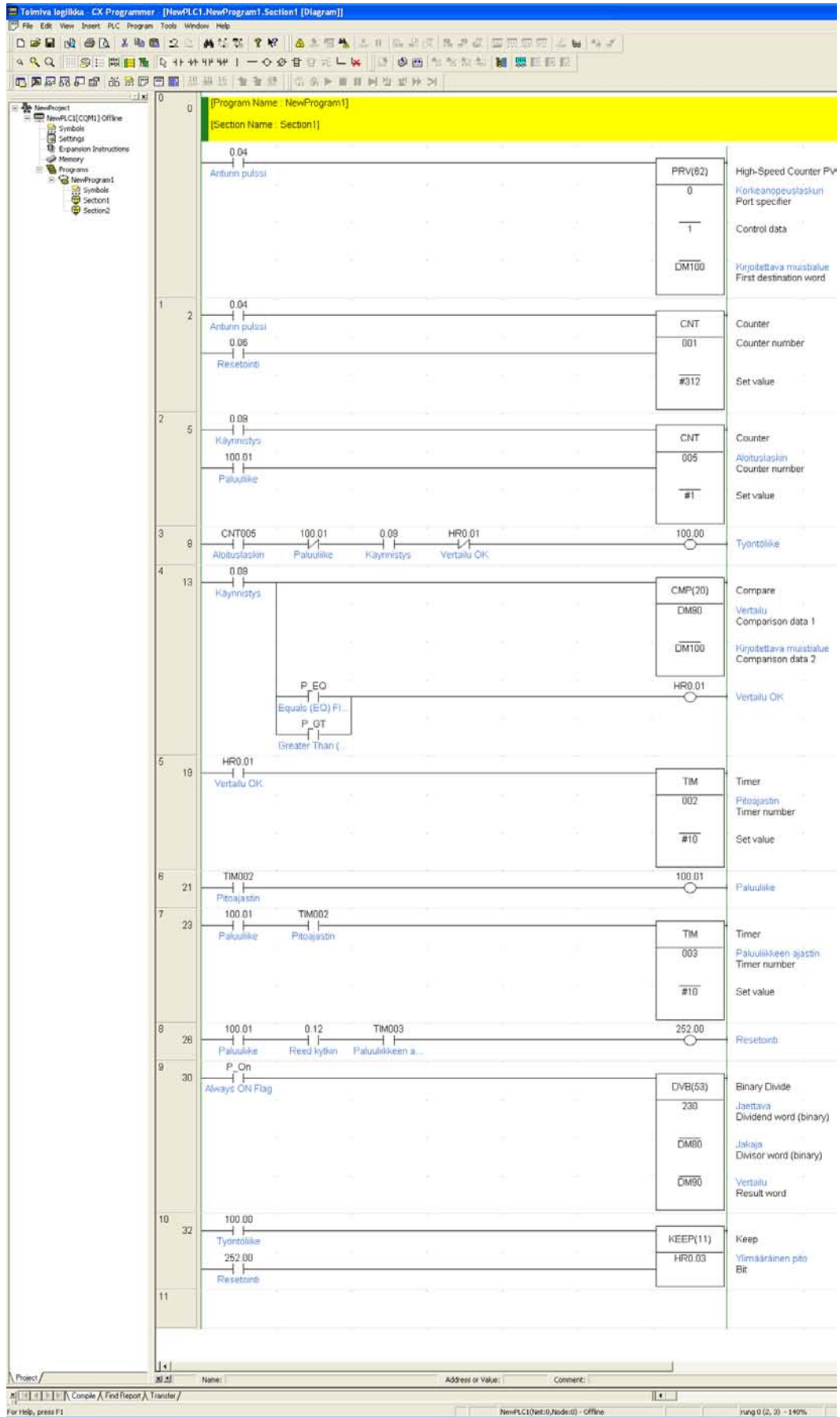
### 5.3 Kosketusnäyttöpaneeli

Laitteistoon kytketty kosketusnäyttöpaneeli on Omronin NS5-SQ00B malli ja sen tarkoituksena on toimia käyttöliittymänä logiikan ohjaamisessa. Kosketusnäyttöpaneelin vasenta numeronäyttöä painamalla tulee esiin näppäimistö, johon voidaan syöttää arvoja nolasta yhdeksäänkymmeneen yhteen asti. Nämä arvot määrittelevät kulman johon levy halutaan kantata. Syötetty arvo kirjataan logiikkayksikön datamuistialueeseen DM100.

Kosketusnäyttöpaneelin oikeanpuoleinen numeronäyttö kertoo kulman, jonka tieto tulee muistipaikasta IR230.



KUVIO 15. Kosketusnäyttöpaneeli.



KUVIO 16. Logiikkaohjelma.

## 6 KUSTANNUSARVIO

Kustannusarvio koostuu pelkästään toimilaitteista ja ei sisällä pientarvikkeita, kuten johdot ja kiinnikkeet. Kustannusarvio ei myöskään sisällä työhön kuuluvia kustannuksia jotka sisältävät koneen runkoon tehtävät muutokset ja käytetyt työtunnit.

Hydraulisten toimilaitteiden kustannukset:

Hydraulisyliinterit kaksi kappaletta TT60/35-500 500 720 25 (Agropoint)	292,00€
4KW Hydraulikoneikko 2800 r/min, tuotto 12,8 l/min, Maksimipaine 175 bar ja öljysäiliö 28 litraa (Hydrauliikkapumppu.fi)	690,00€

Logiikkaan liittyvien komponenttien kustannukset:

Omron CP1 E-N20 DRD Logiikkayksikkö	355,00€
NQ3 TQ000B TFT-Kosketusnäyttöpaneeli	644,00€
NQCN222 Datajohto	30,50€
Omron 720 pulssin inkrementtianturi	190,00€
SMC Reed kytkin kaksi kappaletta	40,00€
Yhteensä hintaa komponenteille	2241,50€

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA

Työn tavoitteena oli laatia kanttikoneelle automaatio suunnitelma, jonka pohjalta kanttikoneen automaation toteutuksen kannattavuutta voidaan tarkastella. Kanttikoneen automaatio suunnitelman toteuttaminen tämän työn pohjalta onnistuu kohtalaisen helposti, vaikka toteutuksessa käytetty teknologia on jo vanhentunutta mallia. Uusien logiikkamallien soveltaminen vanhojen pohjalta onnistuu helposti, koska logiikan sisäinen ohjelmistorakenne ei poikkea paljoakaan tässä työssä käytetystä ohjelmistoversioon tehdystä logiikkaohjelmasta.

Tässä työssä on arvioitu kustannuksien osalta vain sellaisia komponentteja, jotka yleisimmin vastaavat samankaltaisiin sovelluksiin käytettyjä toimilaitteita. Viimekädessä komponenttien hankinta kuitenkin on tehtävä suunnitelman toteuttajan päätöksen mukaan. Suurimpia muutoksia komponenttien valintoihin arvioin tulevan hydraulipumppujen valinnoista. Esimerkiksi tässä työssä käytetty 12.8 litraa minuutissa tuottava hydraulipumppu rajoittaa hydraulisyylinterien työnnön täyteen mittaan asti noin 13 sekuntiin, mutta jos halutaan työnnön olevan nopeampi, niin pitää valita joko suuremman virtauksen tuottava pumppu tai pienentää hydraulisyylinterin tilavuutta.

Työtä tehdessäni jouduin tutustumaan uuteen logiikkayksikköön ja inkrementtianturiin. Inkrementtianturin tuottaman tiedon hallitseminen oli tässä työssä kaikkein vaikein osuus, koska kyseistä anturia ei oltu käytetty missään työssä koulussa aikaisemmin. Toinen ongelma oli selvittää mihin CQM1 logiikassa inkrementtianturin tuottama tieto menee. Kun nämä kohdat oli saatu selville, niin loppu työ sujui ongelmitta. Työ oli mielestäni mielenkiintoinen ja minusta on aina mukavaa rakentaa ja suunnitella jotain uutta.

## **LÄHTEET**

### **Painetut**

Mäkelä, Soininen, Tuomola, Öystämö: Tekniikan kaavasto 2005  
AMK-Kustannus Oy

Esa Hietikko: SolidWorks Tietokoneaustainen suunnittelu 2007  
Savonia Ammattikorkeakoulu

### **Sähköposti**

Joel Leskinen 21.05.2010

### **Internet sivustot**

<http://www.agropoint.fi/hydrauliikka.html>

[http://www.hydrauliikkapumppu.fi/kauppa/product\\_details.php?p=111](http://www.hydrauliikkapumppu.fi/kauppa/product_details.php?p=111)

### **Sähköiset julkaisut**

CQM-CPM-SRM logiikoiden ohjelmointiopas 2005. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://downloads.industrial.omron.eu/IAB/Products/Automation%20Systems/PLCs/Compact%20PLC%20Series/CPM1A/W228/W228-E1-08+CQM-CPM-SRM+ProgManual.pdf>