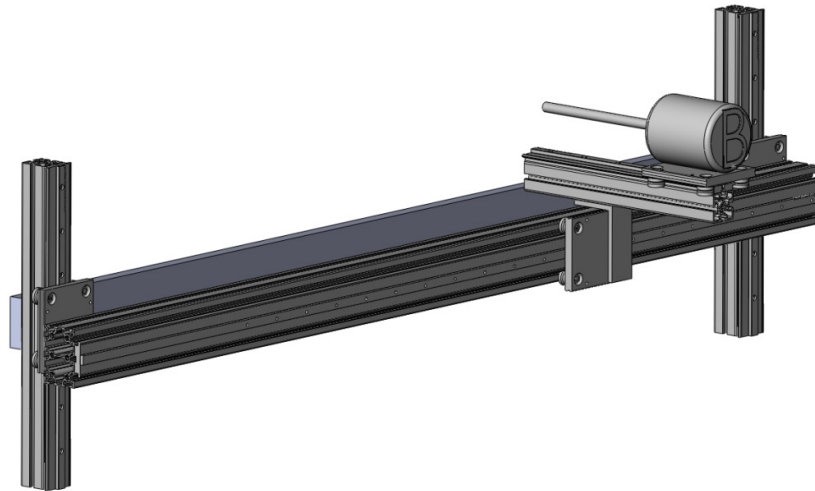


CHALMERS



Byte av tubpaket i mellanöverhettare - Koncept för automatisering av kapning och svetsning

*Högskoleingenjör examensarbete inom Mekanik- och
Maskiningenjörsprogrammet 180hp*

MARTIN SVENSSON
HRVOJE MARIC

Institutionen för material- och tillverkningsteknik
Avdelningen för Avancerad oförstörande provning
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2011
Examensarbete No. 65/2011

Förord

Examensarbetet är skrivet i samband med högskoleingenjörsutbildningen vid Chalmers Tekniska Högskola Lindholmen och omfattar 15hp.

Vi vill passa på och tacka våra handledare Lars Hammar, forskningsingenjör på Chalmers Tekniska Högskola, för vägledning i arbetet och Martin Dickinson på Vattenfall för en intressant examensuppgift. Vi vill även tacka skiftlag 4 vid reaktor 1, Ringhals, för hjälp med tillträde till anläggningarna och möjlighet att lära känna dessa.

Martin Svensson, Mekanikingenjör

Hrvoje Maric, Maskiningenjör

Sammanfattning

Examensarbetet är utfört hos Vattenfall, Ringhals i Varbergs kommun. Ringhals är nordens största kärnkraftverk och producerar c.a. en femtedel av all konsumerad el i Sverige.

Reaktor 1 i Ringhals är av typen kokvattenreaktor. El produceras genom att vattenånga från reaktorn får strömma till en högtrycksturbin och sedan vidare till 3st lågtrycksturbiner. Innan lågtrycksturbinererna har man mellanöverhettare vilka har till uppgift att öka ångans kvalitet vilket sker bl.a. genom värmeväxling via ett tubpaket. Dessa tubpaket har skadats under åren och är planerade att bytas. Man vill ha förslag för en automatiserad lösning vilken kan utföra kap- och svetsning av samtliga rör.

Arbetet tar upp vilken teknik som finns tillhanda för en automatiserad lösning i form av en manipulator uppbyggd av linjärkomponenter. Ett koncept presenteras sedan för hur en sådan kan se ut. Följande steg behandlas:

- Krav identifiering
- Idé- och konceptgenerering
- Vidarutveckling av koncept genom kontrollräkningar i hållfasthet och funktionsbeskrivning.

Stor del av problemlösningsarbetet gick åt att hitta ett bra samspel mellan manipulatorns utformning och komponenter så att den tillfredsställde utrymmeskrav, styrka och räckvidd.

Det som presenteras blir ingen komplett lösning utan ett underlag för en konstruktionslösning utseende och funktion, och kan användas som underlag till vidare arbete.

Abstract

The thesis is done for Vattenfall, Ringhals in Varberg municipality. Ringhals is Scandinavia's largest nuclear power plant and produces about one fifth of all consumed electricity in Sweden.

Reactor 1 is a boiling water reactor. Electricity is produced by letting water vapor from the reactor flow to a high pressure turbine and then to 3 low-pressure turbines. Before the low-pressure turbines there are reheaters which have the task of increasing the vapor quality, which is done with heat exchange through tubenests. These tubenests have been damaged over the years and are scheduled to be replaced. An automated solution is preferred, one which can perform cutting and welding of all pipes in the tubenests.

This thesis study the technology available for an automated solution in the form of a robot consisting of linear components. A concept is then presented for how this could be constructed. The following steps are processed:

- Requirements identification
- Idea and concept generation
- Further development of concepts through control bills in strength and function description.

Much of the work went to the trouble of finding an optimal interaction between the robot design and components so that all requirements would be met.

What the thesis presents will not be a complete solution, but rather a basis for a construction to be used for further work.

1. INLEDNING.....	1
1.1 Bakgrund	1
Mellanöverhettarens del i processen.....	1
Mellanöverhettarens funktion och uppbyggnad	2
Problem i tubpaket.....	2
Renoveringen	3
1.2 Syfte.....	3
2 PROBLEM/UPPGIFT	4
2.1 Avgränsningar.....	4
2.2 Krav.....	4
Utformning och Utrymme	4
Verktyg	5
3 METOD/GENOMFÖRANDE	6
3.1 Informationssökning.....	6
3.2 Design, Komponentval och Hållfasthet	6
4 TEORETISK REFERENSRAM	7
4.1 Manipulator.....	7
Vad är en robot?.....	7
4.2 Linjärförkomponenter	8
Rullstyrning.....	8
Glidstyrning	9
Kuggremsdrift.....	9
Kuggdrivning.....	10
Kulskruv	10
Linjärmotorsystem	11
4.3 Positionering.....	11
Direkt	11
Indirekt	12
4.4 Drivande enhet.....	12
Stegmotor	12
Servermotor	12
4.5 Verktyg	13
Kapning.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
Svets	14

4.6 Brainstorming	15
5 ÅNGSAMLINGSLÅDAN	16
Uppbyggnad och Dimensioner	16
6 IDÉGENERERING OCH KONCEPTFRAMTAGNING.....	19
Förslag 1	19
Förslag 2	20
Färdigt förslag.....	20
7 KOMPONENTER.....	21
7.1 Balkar	22
X-axel	22
Y-axlarna	22
Z-axel	22
7.2 Glidskena och Kuggstång.....	23
7.3 Glidvagn	24
7.4 Drivning	24
7.5 Kapning.....	25
7.6 Total Axelvikt	25
8 HÅLLFASTHET.....	26
Antaganden	26
8.1 Böjning av axlar	27
X-axel	28
Y-axel	29
Z-axel	30
8.2 Drivkraft.....	31
Y-axlarna	31
Z-axel	32
8.3 Glivagnens påfrestningar.....	33
8.3.1 Egentyngdmoment	34
X-axel	35
Y-axlar	36
8.3.2 Skärmoment	37
X-axel	38
Y-axlarna	39
Z-axel	40

9 AUTOMATISERAD ARBETSGÅNG	41
Koordinatsystem	41
Programmering.....	41
Flödesschema	41
10 SLUTSATSER OCH VIDARE ARBETE	44
Utformning	44
Utrymme	44
Verktyg	44
Arbetsgång	44
Sluttankar	44
REFERENSER	45
BILAGA 1 Översyn MÖH	47
BILAGA 2 Ritning Ångsamlingslåda-Tubplatta.....	48
BILAGA 3 Mailkontakt elliot-tool.com	49
BILAGA 4: Manipulatorn.....	51

Förklaringar

MÖH	= Mellanöverhettare
ÅSL	= Ångsamlingslåda = Ånglåda
HT turbin	= Högtrycksturbin
LT turbiner	= Lågtrycksturbiner
Kall ånga	= Utgående ånga från högtrycksturbinen eller ingående ånga till mellanöverhettaren
Färskånga	= Varm ånga från reaktor
R1	= Reaktor 1
PLC	= Programmable Logic Controller. En PLC är ett programmerbart styrsystem. Denna skickar och tar emot elektriska signaler. Insignalerna behandlas av en processor och ett skrivet program som sedan bestämmer utsignalerna
PTTC	= Push Type Tube Cutter
WTTC	= Wheel Type Tube Cutter
HepcoMotion	= Världsledande tillverkare av linjärkomponenter.
CAD	= Construction Aided Design, datorprogram där man kan skapa 3D modeller och ritningar för konstruktioner. Ex: ProEngineer, SolidWorks.
mg,x/y/z	= tot. vikt x/y/z-axel
mg,M	= vikt borr/skärmotor
F,Motor	= borr/skärkraften
Stick slipp	= Ökad friktion mellan två plana ytor vid lägre hastighet

1. INLEDNING

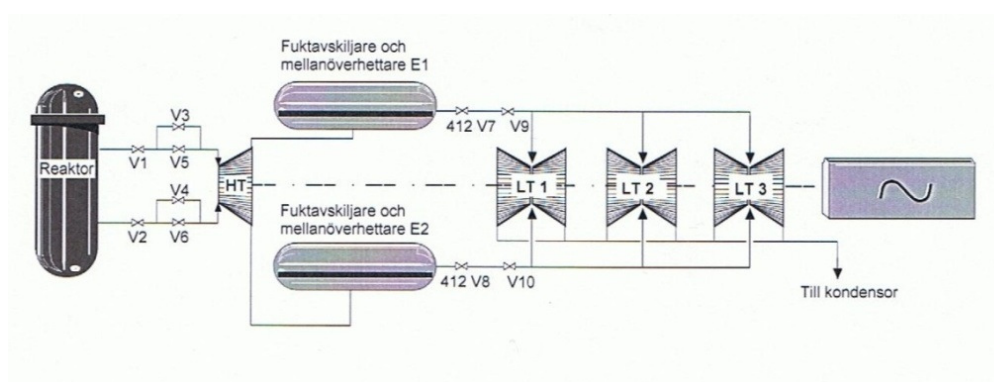
1.1 Bakgrund

Ringhals kärnkraftverk tillhör Vattenfall och ligger i Varbergs kommun. Ringhals har fyra reaktorer där reaktor 1 är av typen kokvattenreaktor. Stor del av de kritiska processerna, däribland mellanöverhettarna, befinner sig i inneslutet område p.g.a. hög radioaktivitet under drift. Vid revisionerna stoppar man processen och en viss radioaktivitet är då kvar men nivån blir dock lägre så att man kan öppna det inneslutna området och låta personal utföra service och reparationer.

Mellanöverhettarens del i processen

R1 har två stycken mellanöverhettare på varsin sida av de tre lågtrycksturbinerna. När man styr ånga från reaktor till turbinerna för att generera ström vill man ha ångan så fri från vatten som möjligt då fukt är skadlig för turbinerna. Färsången från reaktorn går primärt till högtrycksturbinen, därefter vill man styra vidare ångan till lågtrycksturbinerna. (Se bild nedan) Efter högtrycksturbinen kommer dock ångan ha försämrad kvalitet, dvs lägre temperatur och större fukttinnehåll.

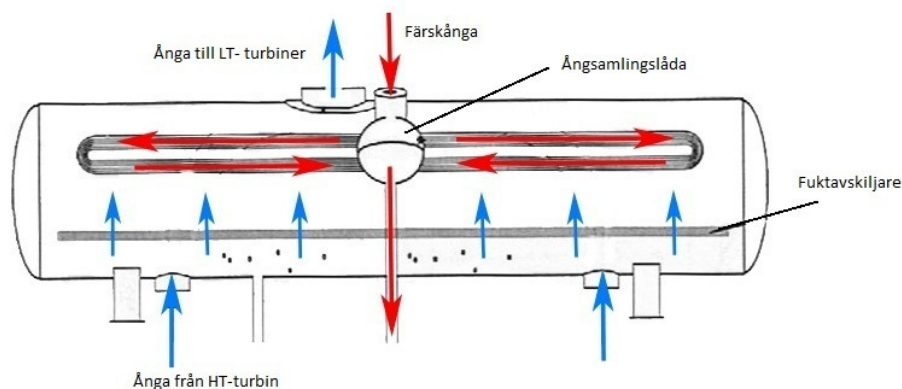
Mellanöverhettarna har till uppgift att öka denna "kalla" ångans kvalitet, alltså avfukta och överhetta ångan, innan den når till lågtrycksturbinerna.



Figur 1: Ångans väg från reaktor till turbiner

Mellanöverhettarens funktion och uppbyggnad

Varje MÖH består av ett horisontellt, cylindriskt hölje med en fuktavskiljande del i undre halvan och överhettningsdel i den övre. Den kalla ångan passerar först den fuktavskiljande delen och överhettas sedan genom värmeväxling via tubpaketen. Varje MÖH har två lika, men spegelvända, tubpaket bestående av flera U-formade rör på varsin sida av en ångsamlingslåda. I tubpaketens rör låter man en del av den varma färskångan från reaktorn flöda.



Figur 2: Ångans väg genom MÖH. De blå pilarna representerar den kalla ångan och röda färskångan

Problem i tubpaket

Med tiden kan det i rören uppstå sprickbildningar samt skador p.g.a. korrosion och erosion vilket leder till läckor och att man vid revisionerna får plugga igen de skadade rören.

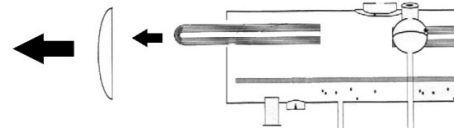
Mellanöverhettarna i R1 har varit i drift över 40 år utan någon övergripande renovering.

Under åren har det därför blivit en stor andel av de totala rören som har blivit igenpluggade. Något som naturligtvis leder till lägre verkningsgrad på MÖH och sjunkande kvalitet på utgående ånga, vilket i slutändan sliter på turbinerna.

Då nya turbiner planeras att installeras är det också aktuellt med en renovering av MÖH där man lämpligen helt tänker byta ut tubpaken mot nya.

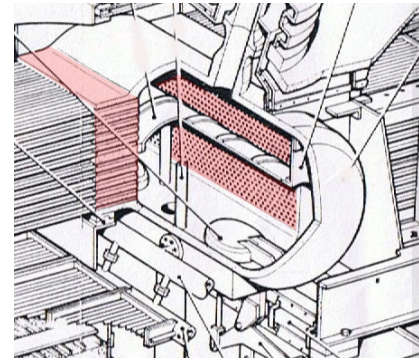
Renoveringen

Vid byte av tubpaketen blir det nödvändigt att öppna upp gaveln på MÖH för att få ut de gamla rören och få in de nya. Men då rören fäster på ångsamlingslådans tubplattor som befinner sig i mitten av MÖH blir både kapning och återsvetsningen ett problematiskt moment då man inte kan nå rörens utsida p.g.a. dess kompakta uppbyggnad.



Figur 3: Vid renoveringen öppnas gaveln och rören dras ut

Detta betyder att kapning och svetsning av rören lämpligast utförs inifrån ångsamlingslådan där rören fäster vid tubplattan. Alltså kommer rören både kapas och svetsas från insidan.



Figur 4: Insyn i ångsamlingslådan med tubplattorna markerade

1.2 Syfte

Varje MÖH har 1240st U-formade rör vilket betyder 2480 kapningar och svetsningar per MÖH. Något som p.g.a. tidsåtgång, trångt utrymme och hög radioaktivitet man helst hade uteslutit personalen från.

Denna rapportens syfte blir därför att konceptmässigt designa en automatiserad lösning (manipulator) som kan hantera det som krävs för kapning samt återsvetsning av tubpaketen i MÖH från ångsamlingslådan.

2 PROBLEM/UPPGIFT

2.1 Avgränsningar

De främsta stegen att ta när man ska utveckla en konstruktion kan kort delas in i följande fem steg:

- Identifiera krav
- Generera idéer och koncept
- Vidarutveckla ett koncept och bedöm genomförbarhet
- Optimera koncept och design med detaljerade ritningar och specifikationer.
- Konstruera den färdiga lösningen eller prototyp.

I denna rapport kommer vi avgränsa oss till de tre första av de ovannämnda stegen. Vi kommer alltså studera kraven ställda för det aktuella arbetet, presentera ett konceptförslag för en automatiserad lösning och göra enkla kontrollräkningar för att se om lösningen kan anses vara genomförbar och även ge en grundläggande funktionsbeskrivning.

Ringhals kostnader består främst av stora summor i utebliven inkomst vid driftsstopp. Därför kan oftast dyra lösningar ursäktas om de bidrar till effektiva lösning. Av denna enledning tas inte heller någon kostnadshänsyn i projektet.

2.2 Krav

Då syftet blir att framställa koncept för en automatiserad lösning/manipulator kommer problemen i form av att specificera vilka kriterier eller krav denna måste kunna uppfylla.

Utformning och Utrymme

Manipulatorn måste vara av en styv konstruktion så att den kan hantera vikten samt eventuella krafter under hanteringen av verktygen samtidigt som dess uppbyggnad måste vara anpassat för de utrymmeskrav som ställs. Man måste kunna få plats att få in manipulatorns komponenter genom mansluckan.

Styvare komponenter betyder också oftast större komponenter. Dessa måste dock hållas nere i storlek då det inte finns mycket spelutrymme och större komponenter riskerar att tubplattans hål täcks för eller hindras att nås av arbetsdonet.

Verktyg

Vilken teknik finns idag som lämpligen kan användas tillsammans med manipulaton för kapning och svetsning? Både kapning och svetsning ska utföras från rörens insida. Vad ställer dessa verktyg för krav på manipulaton?

Arbetsgång

Hur blir arbetsgången när manipulaton är i drift?

3 METOD/GENOMFÖRANDE

Innan vi blev presenterade med en uppgift på Ringhals fick vi möjlighet att under en veckas tid följa med ett av R1:s skiftlag i drift/kontrullrum under deras skift. Under denna tid fick vi se mycket av anläggningen vilket bidrog till ökad förståelse och helhetsbild.

3.1 Informationssökning

Vid genomförandet av uppgiften förlitade vi oss på Vattenfalls interna rapporter, projektdokument, ritningar samt vägledning från våra handledare på Ringhals, Martin Dickinson, för att identifiera problemenställningens ramar.

Internet,databaser och kontakt med företag användes även för att hitta information om tillgänglig teknologi angående utrustning.

3.2 Design, Komponentval och Hållfasthet

Vid designandet av ett färdigt lösningsförslag tillämpades s.k. brainstorming där vi försökte hitta lämpliga utformningar på manipulatorens och sedan väga förslagen mot problemkriterierna och hurpass genomförbara de är.

Vid val av linjärkomponenter (axlarna) tittade vi främst på HepcoMotions produkter. HepcoMotion är ett världsledande företag inom linjärkomponenter och har ett brett urval. Det krävdes noggrant övervägande av valet för linjärkomponenterna och för att ta reda på om konstruktionen är tillräckligt stark behövdes hållfasträkningar göras. Data för dessa räkningar fås från leverantörernas informationsblad för komponenterna.

Designen, komponentval och hållfasthet behandlas i separata kapitel, men under arbetets gång behandlades dessa stegen parallellt då de har stark anknytning. Vi fick löpande omskapa manipulatorens utseende p.g.a linjärkomponenternas dimensioner eller hållfasthetsegenskaper inte uppfyllde alla krav.

4 TEORETISK REFERENSRAM

4.1 Manipulator

En manipulator är en automatisk styrd och omprogrammerbar robot. Den kan jobba i tre dimensioner och används oftast inom industrin för att utföra tunga eller monotona arbeten.

Vad är en robot?

En automatisk industrirobots uppbyggnad består av:

- *Manipulator*

Själva "kroppen" på manipulatern. Denna kan variera mycket, men en vanlig design är t.ex. som denna från ABB.



Figur 5: Exempel på en typ av manipulator.

- *Styrsystem*

Exempelvis PLC (Programmable Logic Controller). Styrsystem tar emot och skickar signaler som talar om för manipulaterns drivdon hur den skall röra sig. Man kan se det som robotens nervsystem.

- *Program*

Talar om för styrsystemet vad som ska göras. Detta blir systemets "hjärna" och går att programmera om efter önskad funktion.

- *Arbetsdon*

Monteras längst ut på manipulaterns arm, t.ex. gripdon, borrh, svets.

- *Sensorer*

Att känna av t.ex. var i rummet armen befinner sig eller händelser runt omkring som ger information om hur roboten skall agera.

- *Övrig utrustning*

Kan vara t.ex. transportskena som manipulatern kan förflytta sig på.

4.2 Linjärkomponenter

Konkreta förslag till lösning kan vara kullagrad skenstyrning, kulmutterskruv, glid styrning kuggstyrning och bältdrivna enheter. Lösning kan bestå av en eller fler av dessa typer av styrning.

Rullstyrning

Detta system består av en skena och en platta som rör sig på skenan. För att minska friktion vilar platta på rullar. Detta är ett lätt och robust system med många fördelar som gynnar projektet. (Arponen, V 2000)



Figur 6: Rullningsstyrning

Fördelar

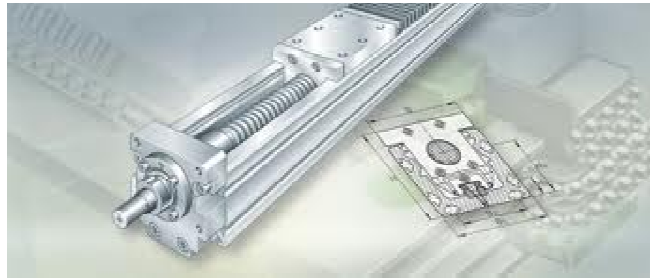
- Låg friktion.
- Ingen stick-slipp.
- Längre livslängd än glidsystem
- Möjliggör snabba rörelser.

Nackdelar

- Känslig för stötar.
- Sämre dämpning än glidsystem.
- Känslig för föroreningar.

Glidstyrning

En platta som glider på en skena. Plattan sitter hakad på skenan. Plattan rör sig framåt med hjälp av en drivande enhet. (Arponen, V 2000)



Figur 7: Linjärglidstyrning

Fördelar

- Låg förslitning.
- Tål hög statisk belastning.
- Tål stötar.
- Tål föroreningar.
- Arbetar tyst

Nackdelar

- Stick-slipp

Kuggremsdrift

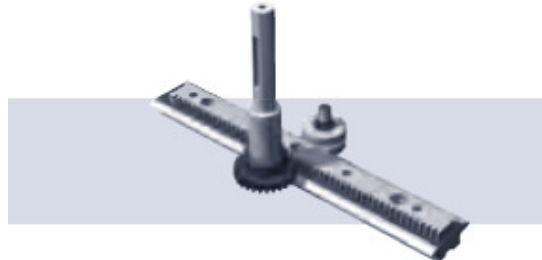
Drivs av ett bälte som rör sig i en bana. Moment överförs med en motor som får en kugg att rotera som i sin tur driver bältet linjärt och även cirkulärt. Enheten som skall drivas sitter på bältet. I vårt fall en vagn.



Figur 8: Kuggremsdrift

Kuggdrivning

För att driva en enhet linjärt använder detta system en rak stång med kuggar, dessa sitter på en sida. Enheten som skall drivas är i sin tur utrustad med ett kugghjul som omvandlar moment från en elmotor till en linjär rörelse med hjälp av de raka kuggarna.



Figur 9: kuggdrivning

Kulskruv

Kulskruvens uppgift är att överföra motorns roterande rörelse till en linjär rörelse. Denna uppfinning är revolutionerande med en mycket hög noggrannhet. Detta kan gynna oss då vi är i behov av hög noggrannhet.

Kulskruven fungerar som så att en gängad kulskruv som sitter i en mutter. I denna mutter finns det kulor, samma princip som ett kullager. Dessa bidrar till låg friktion och låg slitage.

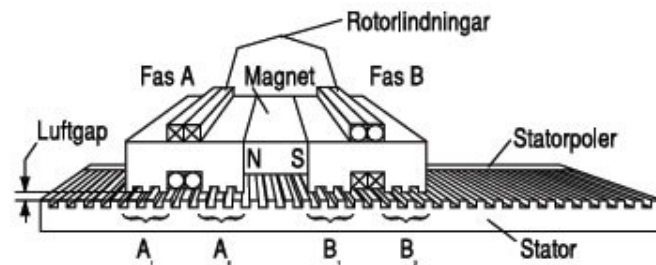
Fler positiva fördelar med kulskruven är att den arbetar med en hög hastighet, ingen stick slipp, liten driveffekt. (Arponen, V 2000)



Figur 10: Kulskruv

Linjärmotorsystem

Linjär motorn fungerar så att rotorn är omvandlad till en rak glidskena där lindningarna går längst skenan. I princip samma funktion som en vanlig motor bara att inget moment överförs till en axel utan statorn rör sig linjärt. Statorn här är en vagn som rör sig på skenan.



Figur 11: Linjärmotorsystem

4.3 Positionering

De mätande organens funktion är en mycket viktig del i hur bra kvalitet arbetet kommer utföras med.

Det finns två olika typer vi kan välja mellan, direkt eller indirekt. Skillnaden mellan dessa är stor inte bara i utformning utan också i mätresultat. Brist på utrymme kan väga mer än noggrannhet.

Direkt

Den direkta styrningen är i grund och botten ett mätande organ monterad på samma axel som rörelsen skall mätas på. Dessa mätande organ är oftast raka och monterade parallellt med axeln. Ett exempel på dessa typer är Gitterlinjal. Gitterlinjalen fungerar som så att en givare och en mottagare parallella med varandra passerar ett gitter, varje passerad linje ger en indikation om var du befinner dig.

Indirekt

Ett roterande mätdon som är hopkopplad med motorn som driver t.ex. en kulskruv. Denna ger indikation om var du är med hjälp av t.ex. ett gitter. Just som i direktstyrningen men denna är rund. Det mätande organet omvandlar den roterande rörelsen till en position i den linjära axeln.

4.4 Drivande enhet

Stegmotor

Stegmotorn är konstruerad så att motorvarven är indelade i olika steg. Varje steg motsvarar en puls, dvs. för varje puls som skickas flyttar stegmotorn ett steg. Stegmotorns vanligaste steglängd är $\frac{1}{2}$ eller $\frac{1}{4}$ steg. Dessa funktioner gör att stegmotorn blir en mycket bra drivande enhet när det kommer till positionering. Dock finns det små nackdelar i form av speciell drivelektronik och en pulsgivare samt om ett driftstopp inträffar förlorar den sin position.

Servermotor

Servermotorn fungerar ungefär som en stegmotor. Det är samma princip, men denna motorn är utrustad med en egen processor med ett minne, detta bidrar till att positioneringsuppgifter uppdateras och vi stopp klarar motorn av att "spara" sin dåvarande position. Med andra ord start och stopp mitt i processen är lätt. Denna motorn används även för att korrigera positionering. I servomotorn övervakas alltid positionen och jämförs med det bestämda värdet. Denna motorn är återkopplad. Med andra ord har den givare som uppdaterar styrsystemet som i sin tur skickar vidare information om hastighet, moment eller position till styrelektroniken.

4.5 Verktyg

PTTC - Push Type Tube Cutter

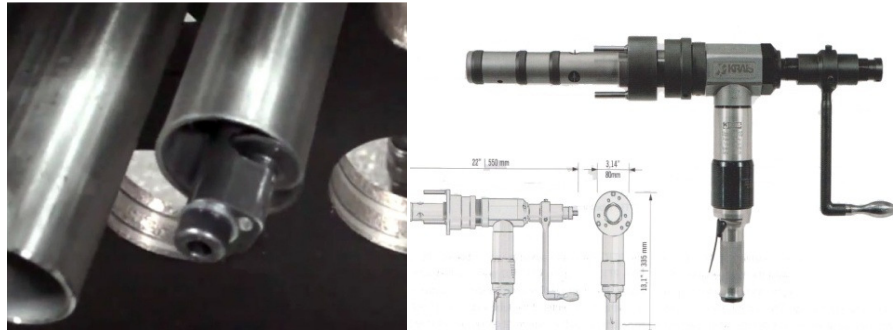
Detta verktyg fungerar tillsammans med en vanlig bormaskin, elektrisk eller pneumatisk. Den fästs på bormaskinen och förs in i röret som ska kapas tills kragen tar emot mot tubplattan. När man trycker borsten mot tubplattan får trycket mot kragen verktyget att stabiliseras och fälla ut skärbladet längst ut på verktyget som skär i tuben när man sätter bormaskinen i rörelse.



Figur 12: Push Type Tube Cutter från Elliott Tool

WTTC - Wheel Type Tube Cutter

Detta verktyg förs in i rören och med en sågklinga och roterande rörelse skär den sig igenom rören. Verktöget är dock stort och otympligt vilket är en nackdel.



t.v: Figur 13: Verktögets änddel med sågklinga i ett nykapat rör.

t.h: Figur 14: Wheel type tube cutter

Svets

Svetsen fungerar på den vis att den sitter på y-axelns rörliga glidvagn som vid positionering kommer vara så långt bort från rören som möjligt då själva verktöget(staven) skall vara längre än vad rören är djupa. Med andra ord verktöget skall in i röret därefter rotera trehundra sextio grader med ett svetsande huvud. Svetsen skall ligga vinkelrät mot staven, denna metod kallas Foster Wheeler metod och var utvecklad för svetsning i rör värmeväxlare.

Svetsverktöget antas inte ha någon större inverkan vad gäller vikt eller arbetskrafter. Den kommer därför inte påverka manipulatorens utseende och av den anledningen har vi valt att inte specificera någon speciell svets.

4.6 Brainstorming

Brainstorming är en metod för att få fram många olika idèr på kort tid. Processen kallas ofta idékläckning, här eftersträvas kvantiteten och inte kvaliteten. Deltagarna är uppmanade att komma med så många idéer som det går. Ingen vikt läggs på hur vidare bra eller dåliga dessa är eftersom kritik, både positiv och negativ är förbjuden. Det är helt okej att vidare utveckla någons tankar.

Hur vida bra resultat man får utav en brainstorming övning är inte en slump, det finns många saker som underlättar den kreativa processen.

- Ha ej mer än 8-10 deltagare under en övning.
- Det bör finnas en person som antecknar alla förslag. Använd gärna ett vanligt block. Det underlättar vidareutveckling/studier av resultatet.
- Formulera ett så precist problem som möjligt.
- Uppmuntra alla att tala, även de mer tystlåtna.

5 ÅNGSAMLINGSLÅDAN

Ångsamlingslådan befinner sig i mitten av mellanöverhettarens övre del. Den är, som själva MÖH, ett horisontellt cylindriskt hölje tvärgående innuti mitten av MÖH. Färskågan kommer ingående till övre delen av ångsamlingslådan och flödar sedan genom tubpaketen för att sedan nå tillbaka till lådans nedre del där den dräneras.

För att kunna angripa uppgiften krävs en god uppfattning om hur det ser ut innuti ångsamlingslådan och hur tubplattan är utformad. Detta fick efterforskas genom att se över ett antal olika ritningar samt företagsrapporter angående tidigare jobb i MÖH. Den relevanta informationen sammanställdes i detta kapitel.

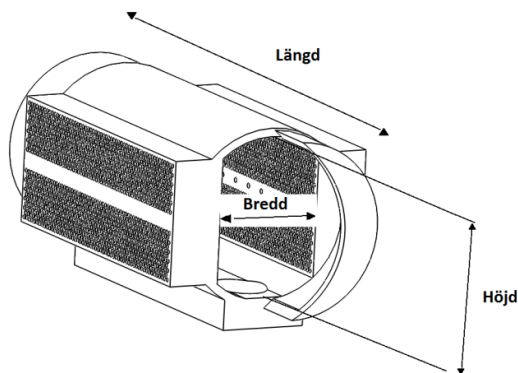
Uppbyggnad och Dimensioner

Följande punkter är av intresse för arbetet.

- **Utrymme**

Utrymmet innuti ÅSL.

Längd	Bredd	Höjd	[Enhet]
284.5	62.2	96.5	[cm]

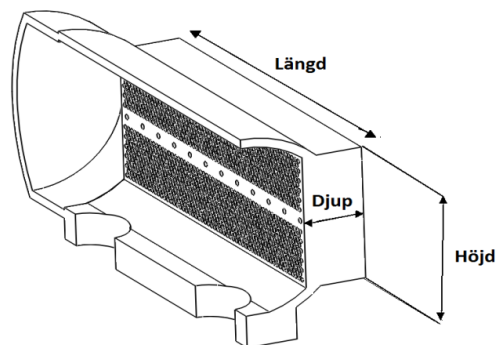


Figur 15: Ångsamlingslåda

- **Tubplattan**

Största delen av ÅSL sidoväggar utgörs av de två tubplattorna. På utsidan av dessa fäster tubpaketen

Längd	Höjd	Djup	[Enhet]
185.4	66	30.5	[cm]

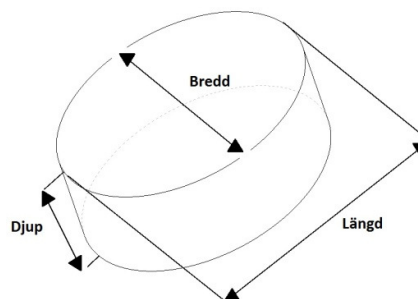


Figur 16: Insyn ångsamlingslåda och tubplatta

- **Accesshål/Manslucka**

Dessa små ovalformade öppningar är enda sättet att ta sig in i ÅSL och bestämmer därmed också vad som går att få in.

Längd	Bredd	Djup	[Enhet]
40.2	30.5	16.5	[cm]



Figur 17

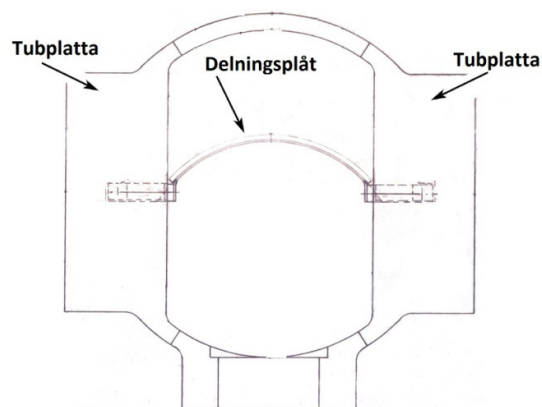
- **Rören**

Att veta tjocklek och diameter på tubpaketens rör är viktigt för att välja rätt arbetsdon.

Diameter	Tjocklek	[Enhet]
25.4	2.3	[mm]

- **Delningsplåt**

Delningsplåten separerar övre och undre delen av ÅSL för ingående respektive utgående ånga. Denna fäster i mitten av tubplattan i 12st fästhål. Delningsplåten monteras bort under reoveringen och lämnar därmed en möjlighet att utnyttja dess fästhål för att eventuellt fästa manipulaton.

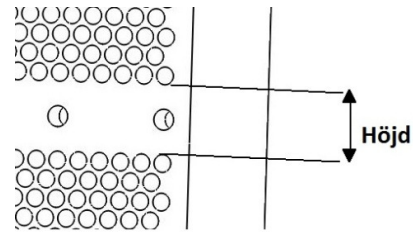


Figur 18:
Ångsamlingslådan sedd från gaveln

- **Fritt rum mellan övre/undre tubpaket**

Kommer bestämma tillåten dimension på axel som får monteras utmed delningsplåtens fästning utan att överlappa hålrader.

Höjd	[Enhet]
11	[cm]



Figur 19

- **Avluftningsrör**

Det finns 2st avluftningsrör vertikalt ståendes innuti ÅSL. Dessa monteras bort under renoveringen och kommer inte utgöra något hinder.

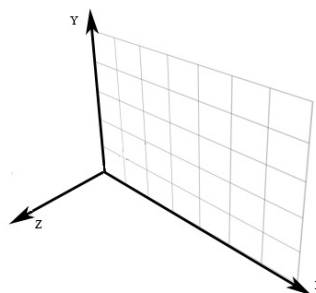
För ritning, se bilaga 2.

6 IDÉGENERERING OCH KONCEPTFRAMTAGNING

Själva utformningen på en manipulator kan variera oändligt och bestäms oftast utav arbetet som skall utföras. Manipulatorn kommer att behöva kunna förflytta sig i tre dimensioner, x, y och z. Då arbetet i detta fall utförs mot en platt yta är utformningen lämpligen någon typ av ram i vilken arbetsdonet förflyttar sig i 2 dimensioner för att centrera sig framför varje hålöppning och sedan skjutas in.

Då vi i fortsättningen nämner x,y,z axlar refererar vi enligt:

- x axel: horisontell axeln
- y axel: vertikal axel
- z axel: axel som skjuter in/ut arbetsdonet i tubplattan.

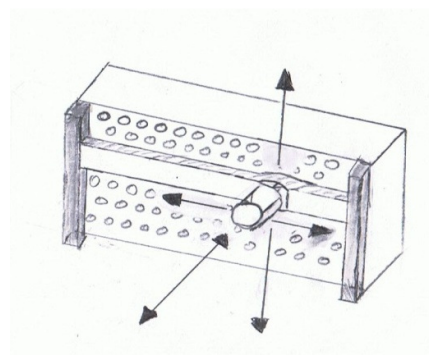


Figur 20:

Manipulatorn jobbar mot en 2-dimensionell yta (xy-axlar) och skjuts in när den positionerats rätt framför aktuellt hål (z-axel).

Förslag 1

Intuitivt ville vi ha manipulatorn utformad som en ram som kunde fästas mot tubplattan. Denna skulle ha två glidsystem styvt infästa på vardera sida tubplattan som verkade som y-axlar. Dessa skulle bära den horisontella axeln och förflytta den upp och ner. Men med tanke på att de y-axlarna skulle blockera flera hål skrotades idén.

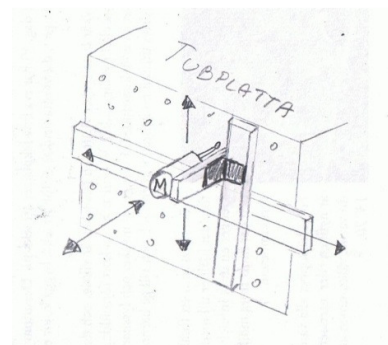


Figur 21: Första utkast för manipulatorlösning.

Förslag 2

Nästa förslag var att utforma manipulatern korsformad. X-axeln fästs styvt i mitten av tubplattan och låta y-axeln röra sig utmed denna. Detta hade fördelen att man utnyttjar de uttag som redan finns för att fästa den borttagna delningsplåten till att fästa x-axeln.

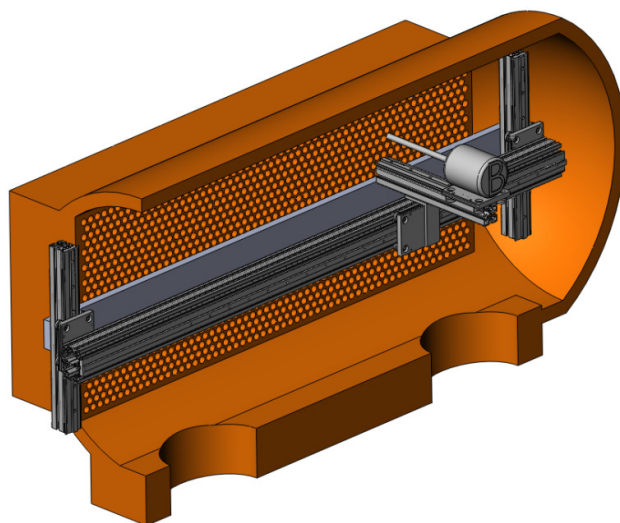
Nackdelen är dock att det uppstådda momentet vid x-axelns glidskena skulle bli för stort. En för bred modell på axeln skulle vara tvunget att väljas, vilken då skulle överlappa hål och därmed neka arbetsdonet åtkomst till dessa. Alltså var inte heller denna lösning tillfredsställbar.



Figur 22: "Korsformad" lösningsförslag

Färdigt förslag

Lösningen vi slutgiltigen kom fram till kan ses som en kombination av ovanstående. En plåt eller balk fästes vid delningsplåtens uttag och vid ändarna monterar y-axlarna som bär upp x-axeln vilken i sin tur bär upp z-axeln. Denna lösning visade sig vara tillräckligt stark i konstruktionen. Detta kom dock med nackdelen att z-axeln får vändas uppochner manuellt när man byter från övre till undre delen av tubplattan p.g.a. manipulatorens begränsning att flytta ner arbetsdonet såpass långt ner att donet får fri tillgång till de nedersta hålen.



Figur 23: Slutgiltigt lösningsförslag på manipulator

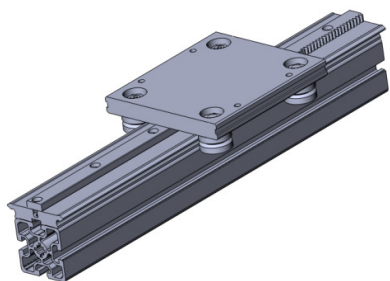
7 KOMPONENTER

Att välja rätt linjärkomponenter till axlarna är viktigt. Största utmaningen var att hitta komponenter som var tillräckligt styva med möjlighet till glidvagnar som kunde klara av de moment arbetet krävde utan att samtidigt vara för stora så att de hindrade verktygsdonen att nå alla hålen i tubplattan.

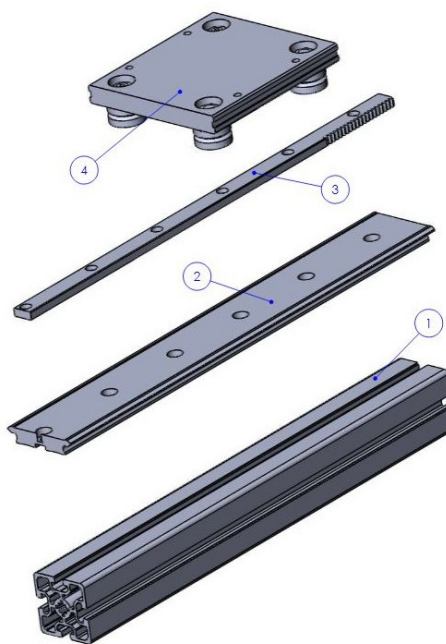
I detta kapitel ger vi en överblick av de komponenter vi valde och som är viktigast för manipulatorens uppbyggnad. Vi sammanställer även data som behövs för hållfastheträkning i nästa kapitel, dessa kommer främst ur respektive komponenters datablad.

Samtliga axlar byggs upp huvudsakligen med följande komponenter:

1	Balk
2	Glidskena
3	Kuggstång
4	Glidvagn



Figur 24: Sammansatt axel



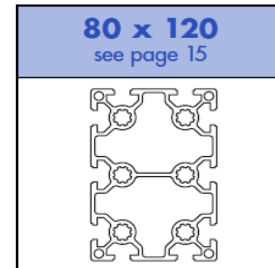
Figur 25: Sprängvy axel

7.1 Balkar

X-axel

Denna kommer att delas för att lättare få in i Ångsamlingslådan. Då inget annat anges förutsätter vi att den sammansatta axeln bibehåller samma styrka som en solid axel.

Tvärsnitt [mm]	Ixx [cm ⁴]	Iyy [cm ⁴]	Massa [kg/m]	Längd [mm]	#Massa [kg]
80x120	362	176	6.4	2250	14,4



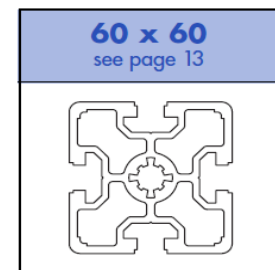
Figur 26

Y-axlarna

Tvärsnitt [mm]	I [cm ⁴]	Massa [kg/m]	Längd [mm]	#Massa [kg]
60x60	47	3.6	660	2.4

Z-axel

Tvärsnitt [mm]	I [cm ⁴]	Massa [kg/m]	Längd [mm]	#Massa [kg]
60x60	47	3.6	500	1.8



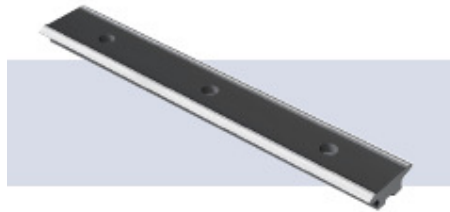
Figur 27

7.2 Glidskena och Kuggstång

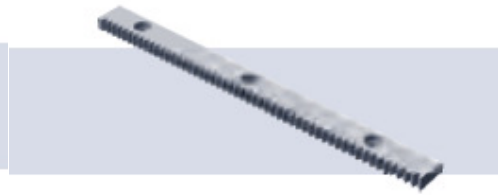
Glidskenan är den komponent som sammankopplar vagnen med balken. Denna skena har två v-formade ytor på vardera sida, vilka passar mellan rullagren som finns på vagnen.

Komponenten heter NM 76 och valdes helt enkelt med hänsyn till glidvagnen.

Kuggstången valdes så att den skulle passa med kugghjulet. Kuggstången sitter monterad för sig på glidskenan. Kuggstångens och skenans hål fästen är parallella. Komponentens namn är R 15 och är kompatibel med P 15 W 8 som är kugghjulet som driver vagnen.



Figur 28: Glidskena NM 76



Figur 29: Kuggstång R 15

Kombinerad Massa [kg/m]	#Massa,x [kg]	#Massa,y [kg]	#Massa,z [kg]
8.2	18.5	5.4	4.1

7.3 Glidvagn

Glidvagnarna till axlarna är av modellen AU RD7434. Det som i grunden ligger bakom valet av denna vagn är att den är kompatibel med kugg drift. Förmågan att stå emot krafter och vridmoment är ypperlig.

Glidvagnarna har en vikt på 4,3 kg vardera.

7.4 Drivning

Alla tre axlar kommer att röra sig med kuggar. Dessa i sin tur kommer att drivas av elmotorer.

Till alla våra axlar har vi valt modellen P15 W8 T28 som är en mod 1.5 och har 28kuggar. Denna kan användas till drift över 400N.

Denna information används för att räkna ut delningsdiametern D_o och Vridmomentet M_d vid de önskade lasterna och hastighets specifikationerna. Vridmomentet är viktigt också för att se vilken effekt motorn skall kunna ge.

D_o = Delningsdiameter

m = Modul

z = Kuggar

F = Önskad driv kraft

$$D_o = m * z$$

$$M_d = (D_o * f) / 2000$$

X-axel

$$D_o = m * z = 1.5 * 28 = 42$$

$$M_d = (D_o * f) / 2000 = (42 * 400) / 2000 = 8.4 \text{ Nm}$$

Motorn som valts är från samma katalog som manipulatern. WG3 är namnet på Ac motorn som ger oss ett vridmoment på 17Nm. Denna väger 4.7kg.

7.5 Kapning

Det finns en del företag som levererar verktyg för arbete med värmeväxlare. Hänsyn måste tas till val av teknik för kapningen. Detta för att denna kommer ställa krav på manipulaton att klara dess vikt samt de eventuella krafter som uppkommer i samband med skär arbetet.

Kapning har tidigare gjorts i samband med att man pluggar rören. Detta har då gjorts med typen "One revolution tube cutter". Tillsammans med skiftnyckel används detta verktyg med handkraft för att vrida skärverktyget och därmed kapa tuben. Detta verktyg är dock inte användbart för automatisering då det inte är lämpligt att koppla det till någon motordrivning.

Vi valde att jobba vidare under förutsättningen att en PTTC som kapningsverktyg används (Se kapitel för teoretisk referensram). Vi tog kontakt med Elliott-Tools, en amerikansk verktygstillverkare för reparation av värmeväxlare, för att få reda på kraften som krävdes för att stabilisera verktyget. Detta skulle vara 133-333[N]. Denna kraft får tas till hänsyn vid bl.a. z-axelns drivning på manipulaton.

Vi fick även reda på att de kan special tillverka verktyg efter begäran, vilket var nödvändigt då deras standard endast når 14[cm] tjocka tub plattor medan våran ligger på 33[cm].

PTTC verktyget drivs tillsamman med en vanlig bormaskin. Vi gör antagandet att det kommer ligga på en vikt runt 3kg.

7.6 Total Axelvikt

För att enkelt kunna användas i nästa kapitel sammanfattar vi här den totala vikten för varje axel vilket fås om man adderar vikterna för **balk, glidskena, kuggstång, glidvagn** och **servomotor**

x-axel [kg]	y-axel [kg]	z-axel [kg]
42,2	17,1	15,2

8 HÅLLFASTHET

Manipulatorn måste vara styv i sin konstruktion. Den måste klara av sin egna tyngd och krafterna som uppstår i samband med arbetet. Manipulatorn måste också ha tillräckligt stark drivning för att kunna skapa rörelserna och klara av skärbetet.

Vid kontrollräkning är det viktigt att man räknar vid de dimensionerande fallen, d.v.s. extremfallen där komponenterna kommer utsättas för störst påfrestning, så att man kan vara säker på att man hamnar inom gränserna för vad som krävs.

Följande måste skall studeras:

- Böjning av axlar
- Drivkraft
- Glidvagnens påfrestningar

Där glidvagnens påfrestningar undersöks i två olika situationer:

- Egenviktsmoment
Uppstådda moment på glidvagnarna p.g.a. konstruktionens egna vikt.
- Moment p.g.a. skärbete
Uppstådda moment på glidvagnen p.g.a. reaktionskraften vid skärbetet.

Antaganden

Räkningarna är överslagsräkningar för att få en uppskattning av att vi hamnar inom tillåtna gränser.

Analyserna sker genom förenklad analys med punktkrafter. Det är dock viktigt att se till att förenklade antaganden sker överdimensionerande så att risken för en ohållbar lösning minimeras.

8.1 Böjning av axlar

Vid belastning på balkar sker alltid en viss utböjning. Vid en tillräckligt stark konstruktion blir dock denna försumbar.

För att kontrollera detta finns följande färdiga uttryck att utläsa i produktkatalogen för balkarna: HepcoMotion (2011-05)

1	Fast inspänd i en ände	$d_1 = \frac{F \times L^3}{3E \times I \times 10^4}$	①
2	Fritt upphängd	$d_2 = \frac{F \times L^3}{48E \times I \times 10^4}$	②
3	Fast inspänd i båda ändar	$d_3 = \frac{F \times L^3}{192E \times I \times 10^4}$	③

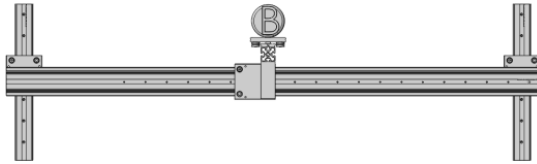
E = 70 000 (E-modulen)	[N/mm²]
L = Ej uppstödd längd	[mm]
F = Last	[N]
I = Tröghetsmoment	[cm⁴]

Värt att notera är att dessa formler är framtagna av Hepcomotion själva och är anpassade efter styvheten till de specifika balkarna som vi använt oss utav. Detta är alltså inte allmänna formler.

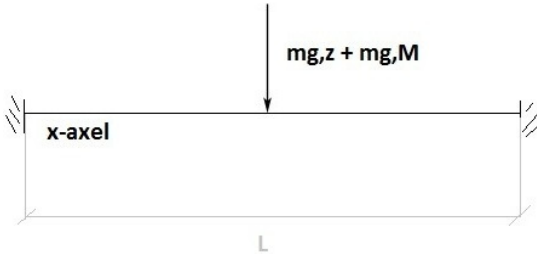
X-axel

Analys:

Det kritiska fallet för x-axelns utböjning blir när z-axeln befinner sig i mitten. Då kommer z-axelns och motorns vikt utgöra lasten.

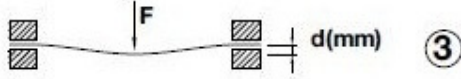


Figur 30



Figur 31

Fall:

Fast inspänd i båda ändar	$d_3 = \frac{F \times L^3}{192E \times I \times 10^4}$ 
---------------------------	---

Räkning:

Balktvärsnittets långsida är monterad vertikalt, vilket ger att värdet för tröghetsmomentet I_{xx} ska användas.

$$d = \frac{(mg, z + mg, M) * L^3}{192E * I_{xx} * 10^4}$$

$$d = \frac{(15,2 + 3) * 9,82 * 2250^3}{192 * 70\,000 * 362 * 10^4} = 0,042 \text{ mm}$$

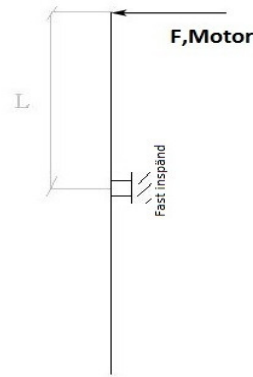
Sammanställning:

Fall	Last	Utböjning
Fast inspänd båda ändar	$(mg, z + mg, M) * g$	0,042 mm

Y-axel

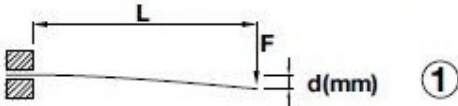
Analys:

Y-axlarna kommer utsättas för störst böjande krafter vid skärningsarbetet. Det dimensionerande fallet blir när motorn befinner sig högst upp intill en utav y-axlarna. Vi gör en förenkling och antar att endast denna y-axel kommer få ta upp bormotorns krafter.



Figur 32

Fall:

Fast inspänd i en ände	$d_1 = \frac{F \times L^3}{3E \times I \times 10^4}$ 
------------------------	--

Räkning:

$$d = \frac{(F, Motor) * L^3}{3E * I * 10^4}$$

$$d = \frac{(333) * 330^3}{3 * 70\,000 * 47 * 10^4} = 0,12 \text{ mm}$$

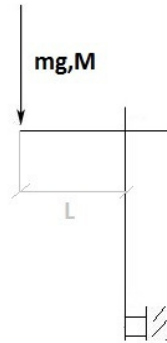
Sammanställning:

Fall	Last	Utböjning
Fast inspänd i en ände	F, Motor	0,12 mm

Z-axel

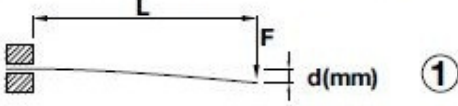
Analys:

För z-axeln gäller störst böjmoment på skenan när skärmotorn är i backat läge.



Figur 33

Fall:

Fast inspänd i en ände	$d_1 = \frac{F \times L^3}{3E \times I \times 10^4}$ 
------------------------	---

Räkning:

$$d = \frac{mg, M * g * L^3}{3E * I * 10^4}$$

$$d = \frac{3 * 9,82 * 500^3}{3 * 70\,000 * 47 * 10^4} = 0,04 \text{ mm}$$

Sammanställning:

Fall	Last	Utböjning
Fast inspänd i en ände	mg,M	0,04 mm

8.2 Drivkraft

Drivkraften på linjärenheterna är på 400 [N]. Det betyder att varje linjärenhet har förmåga att "trycka" med en yttre kraft på ca 40kg. Detta behövs för att y-axlarna ska kunna lyfta resten av manipulatorens samt z-axeln ska kunna ge trycket som behövs för att stabilisera skärverktyget.

Y-axlarna

Analys:

Y-axlarna ska kunna driva resten av konstruktionen upp och ner i vertikal led. De delar på vikten från x-axeln och utöver det ska var och en klara av z-axeln och bormotorn då de befinner sig precis intill en av y-axlarna vilket vi då antar ensam bär upp denna vikt.

Fall:

Drivning, Kapacitet 400 [N]

Räkning:

$$\left(\frac{mg, x}{2} + mg, z + mg, M\right)$$
$$\left(\frac{42,22}{2} + 15,2 + 3\right) * 9,82 = 386 [N]$$

Sammanställning:

Fall	Last	Last#	Max tillåten
Drivning	$\left(\frac{mg, x}{2} + mg, z + mg, M\right) * g$	386 [N]	400 [N]

Notering:

Säkerhetsmarginalen på 14N är i detta fall är för lågt. För att öka lyftkapaciteten kopplar vi på en växel. Utväxlingen är vald till en faktor 5. Detta kan göras p.g.a. att rörelsen i y-axeln inte behöver vara snabb då sträckorna den skall färdas mellan varje rad är små. Planetväxeln ger oss en lyftkraft som ökar med faktor fem och i sin tur sänker hastigheten med samma. Detta ger oss en ny lyftkraft på 2000N vilket räcker väl över det krävda 386N.

Z-axel

Analys:

Denna ska klara av att trycka skärverktyget mot tubplattan med den kraft som krävs för att stabilisera det.

Fall:

Drivning, Kapacitet 400 [N]

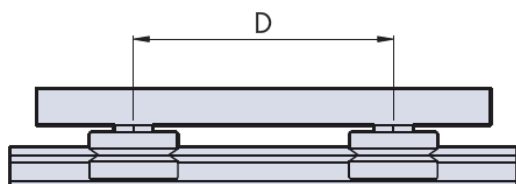
Räkning:

Sammanställning:

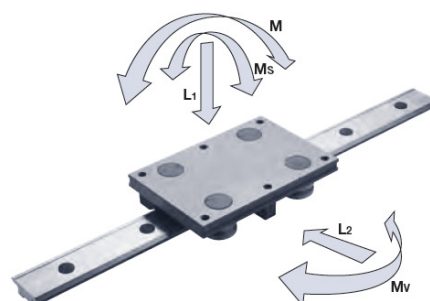
Fall	Last	Last#	Max tillåten
Drivning	F,M	333[N]	400 [N]

8.3 Glidvagnens påfrestningar

Det avgörande för hur stora belastningar vagnen klarar av är avståndet mellan de två par kullager(räknat från centrum) som sitter på vardera långsida av vagnen. Avståndet mellan våra är 104.3mm.



Figur 34



Figur 35

Detta ger oss maxbelastningarna nedan:

L1 [N]	L2 [N]	Ms [Nm]	Mv [Nm]	M [Nm]
800	800	29	41.7	41.7

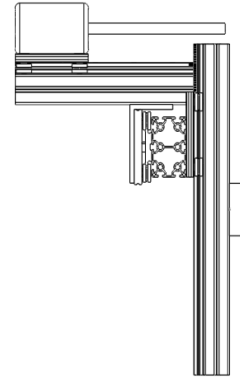
Axlarna kan dock utrustas med extra smörj enheter, dessa fästs en på vardera långsida mellan kullagren. Dessa kommer att minska stickslipp och öka förmågan att ta upp krafter. Med andra ord utan någon ansträngning ökar vi prestationen med i vissa fall mer än 700%.

Maxbelastningar med smörjning:

L1 [N]	L2 [N]	Ms [Nm]	Mv [Nm]	M [Nm]
3600	6000	130	312.9	187.7

8.3.1 Egentyngdmoment

Konstruktionen är som mest utsatt för sin egna vikt när bormaskinen är i backat läge.

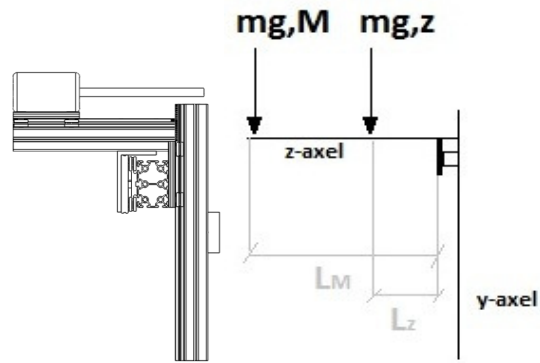


Figur 36: Sidovy manipulator

X-axel

Analys:

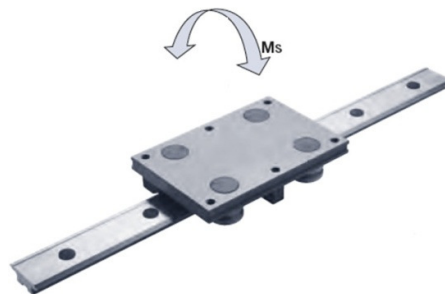
Glidvagnen måste klara av momentet som uppstår p.g.a. bormaskinens och z-axelns vikt.



Figur 37

Figur 38

Fall:



Figur 39

Räkning:

$$M_s = (m_{g,z} * L_z) + (m_{g,M} * L_m)$$

$$M_s = (15,2 * 9,82 * 0,018) + (3 * 9,82 * 0,3) = 11,55[\text{Nm}]$$

Sammanställning:

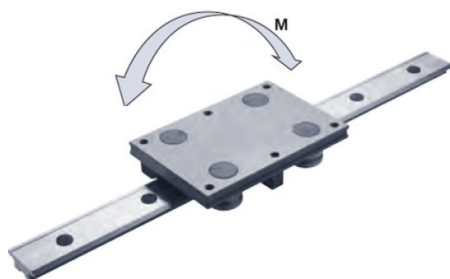
Fall	Last	Last#	Max tillåten
M _s	$(m_{g,z} * L_z) + (m_{g,M} * L_m)$	11,55 [Nm]	130 [Nm]

Y-axlar

Analys:

Samma verkande last som x-axeln fast här måste även x-axeln adderas. X-axelns last tas upp av båda y-axlarna medan de andra måste kunna tas upp av varje y-axel när de befinner sig intill en av dessa.

Fall:



Figur 40

Räkning:

$$M = (mg, z * Lz) + (mg, M * Lm) + \left(\frac{mg, x * Lx}{2}\right)$$

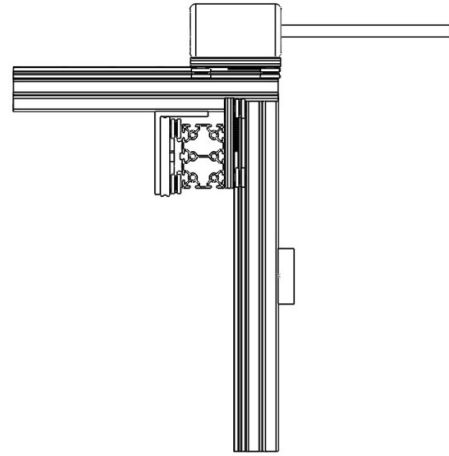
$$M = (15,2 * 9,82 * 0,018) + (3 * 9,82 * 0,3) + \left(\frac{42,2 * 9,82 * 0,060}{2}\right) = 23,9 \text{ [Nm]}$$

Sammanställning:

Fall	Last	Last#	Max tillåten
Ms	$(mg, z * Lz) + (mg, M * Lm) + \left(\frac{mg, x * Lx}{2}\right)$	23,9 [Nm]	187,7 [Nm]

8.3.2 Skärmoment

Moment som uppstår då skärverktyget trycks mot tubplattan för skärbete.

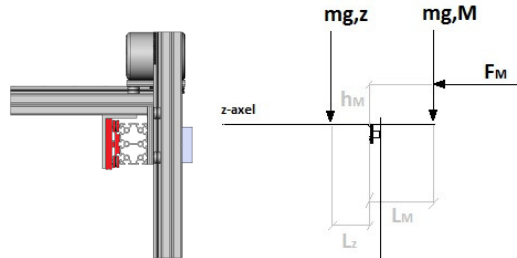


Figur 41

X-axel

Analys:

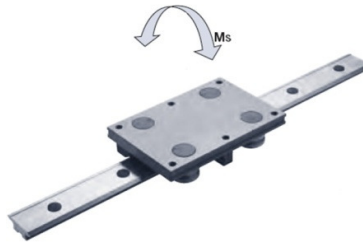
Motorn är framdriven och utsätts för reaktionskraften, från trycket på bormaskinen mot tubplattan.



Figur 42

Figur 43

Fall:



Figur 39

Räkning:

$$M_s = (m g, z * L_z) - (m g, M * L_m) + (F_m * h_m)$$

$$M_s = (15,2 * 9,82 * 0,018) - (3 * 9,82 * 0,232) + (333 * 0,237) = 74,77 \text{ [Nm]}$$

Sammanställning:

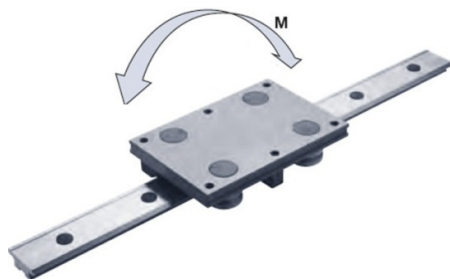
Fall	Last	Last#	Tillåten
Ms	$(m g, z * L_z) - (m g, M * L_m) + (F_m * h_m)$	74,8 [Nm]	130 [Nm]

Y-axlarna

Analys:

Samma verkande last som x-axeln fast här måste även x-axeln adderas. X-axelns last tas upp av båda y-axlarna medan de andra måste kunna tas upp av varje y-axel när de befinner sig intill en av dessa.

Fall:



Figur 40

Räkning:

$$M_s = (m_{g,z} * L_z) - (m_{g,M} * L_m) + (F_m * h_m) + \left(\frac{m_{g,x} * L_x}{2}\right)$$

$$M_s = (15,2 * 9,82 * 0,018) - (3 * 9,82 * 0,232) + (333 * 0,237) + \left(\frac{42,2 * 9,82 * 0,060}{2}\right) = 90,2 \text{ [Nm]}$$

Sammanställning:

Fall	Last	Last#	Tillåten
M	$(m_{g,z} * L_z) - (m_{g,M} * L_m) + (F_m * h_m) + \left(\frac{m_{g,x} * L_x}{2}\right)$	90,2 [Nm]	187,7 [Nm]

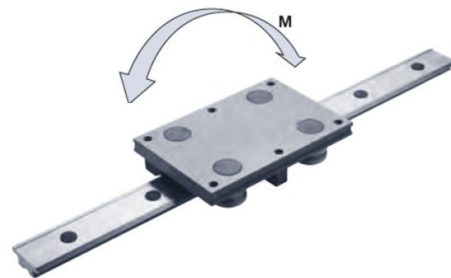
Z-axel

Analys:



Figur 44

Fall:



Figur 40

Räkning:

$$M = h * 333$$

$$M = 0,050 * 333 = 16,7 \text{ [Nm]}$$

Sammanställning:

Fall	Last	Last#	Max tillåtet
Borrmoment	$h * 333$	16,7 [Nm]	187,7 [Nm]

9 AUTOMATISERAD ARBETSGÅNG

Manipulatorens ska kunna flytta och centrera arbetsdonen från hål till hål och utföra arbetsoperationerna vid dessa. För detta krävs det en logisk styrning.

Programmet är det som kommer styra arbetsgången i processen. Programmet har till uppgift att behandla insignalerna på styrsystemet och utifrån dessa bestämma hur manipulatorens skall agera, d.v.s. bestämma utsignalerna som i sin tur bestämmer de mekaniska rörelserna.

Koordinatsystem

När programmet jobbar måste den ha information angående varje håls position. Hålens avstånd från varandra är konstanta. Dessa avstånd kan sparas listade i programminnet och användas som xy-koordinater. Man låter sedan huvudprogrammet hämta informationen från denna lista när den vill veta destinationen till nästa hål.

Det är viktigt att ge programmet en genomtänkt startreferens. Om man väljer ett specifikt hål som hål nr1 kan detta ställas till origo, d.v.s. $x=0$ $y=0$. Man får då innan drift centrera arbetsdonet i detta hål och tala om för maskinen att detta är startreferensen. Koordinaterna till resterande hål blir då i hänsyn till denna.

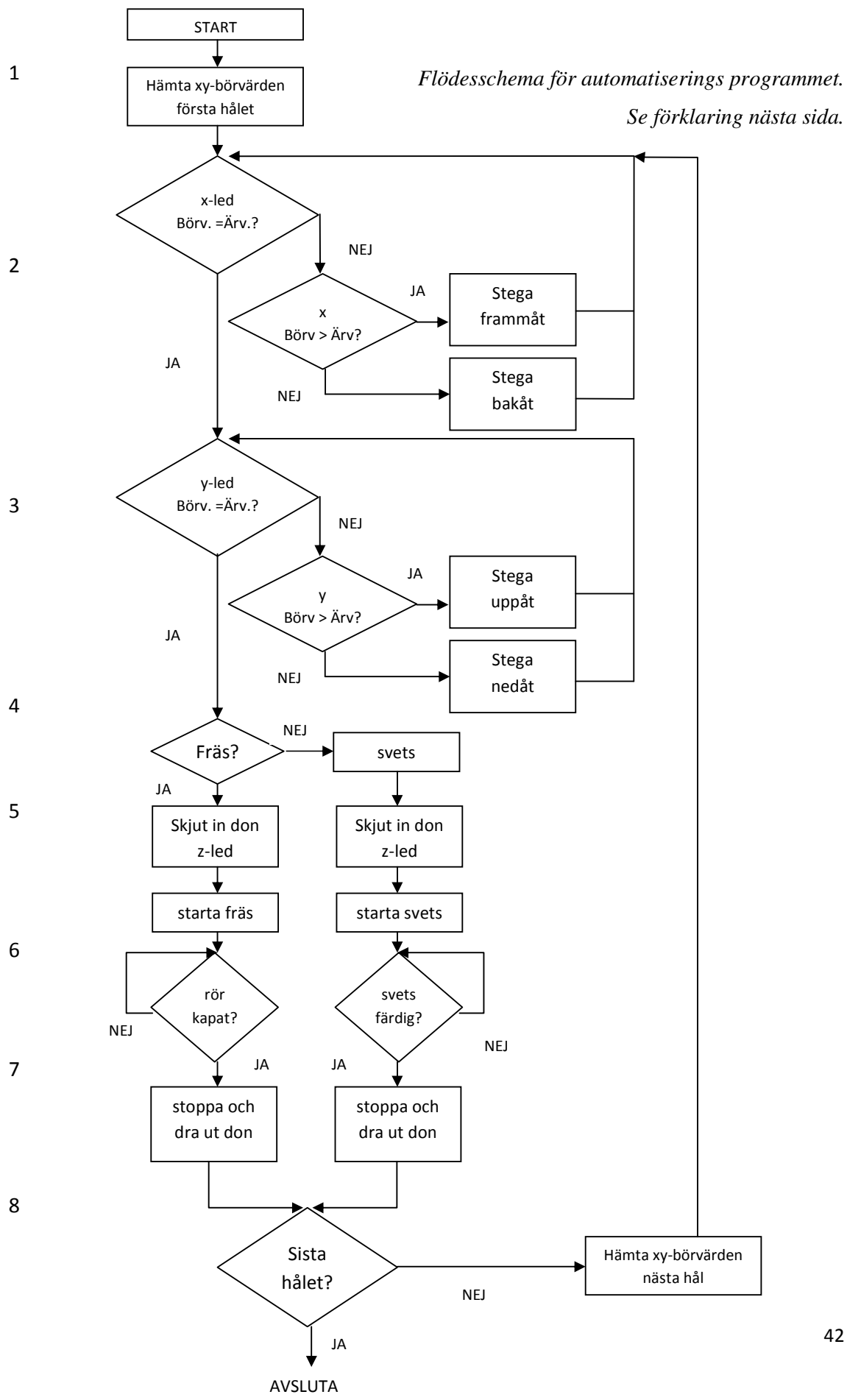
Programmering

Programmering av robotar är beroende av vilket system som används och vilket språk detta använder. Olika programstyper kan exempelvis vara blockprogrammering, C++, assembler m.m. Men olika system (eller företaget bakom systemet) kan ha helt egna programspråk eller egna varianter på andra.

Flödesschema

Det essentiella i programskapandet är att innan ha en genomtänkt arbetsgång. Det är här ett flödesschema kommer in. Flödesschemat ger en överskådlig bild av hur programmet ska se ut och bete sig. Det innehåller stegen som måste tas och villkoren som skall behandlas för att en automatiserad process.

Nästa sida följer ett flödesschema för ett tänkt huvudprogram.



Förklaring till flödesschemat:

<i>1. Hämta koordinater för första destination.</i>
<i>2. Kontrollera om donet är rätt placerat i horisontell led (x-axel), om inte flytta åt rätt håll. Upprepa tills donet är rätt placerat.</i>
<i>3. Upprepa föregående steg men i vertikal led (y-axel).</i>
<i>4. Kontrollera om fräs eller svets är monterat som aktuellt don och aktivera det som aktuell process.</i>
<i>5. Skjut in donet i röret och starta verktyget.</i>
<i>6. Kontrollera om arbetet är färdigt för aktuellt rör. Fortsätt kontrollera tills det är färdigt.</i>
<i>7. Stoppa verktyget och dra ut det.</i>
<i>8. Kontrollera om man gjort färdigt alla hål. Om inte, hämta koordinater till nästa hål, annars avsluta.</i>

Börvärde = koordinater till önskad position.

Ärvärde = koordinater till aktuell position.

10 SLUTSATSER OCH VIDARE ARBETE

Utformning

Enligt våra beräkningar har vi en konstruktion som klarar av de belastningar den kommer att utsättas för med obefintliga deformationer i konstruktionen.

Nackdel med vår konstruktion är att man manuellt måste vända z-axeln efter halva tubplattan eftersom utrymmet inte tillåter arbetsdonen att nå de yttersta hålen.

Utrymme

I och med att vi valde en lösning där linjärkomponenterna kan delas så kommer det inte bli ett problemmoment att få in någon komponent i utrymmet. Våra mått är anpassade för att manipulatorens ska få plats innuti ÅSL.

Verktyg

I rapporten har vi specificerat ett kapningsverktyg som kan fungera för uppgiften. En mer exakt lösning för svetsdon kvarstår dock.

Arbetsgång

Arbetsgången presenterad i rapporten är för en enkel huvudfunktion. Vid ett verkligt programskapande måste man komplettera och ta hänsyn till möjliga problemsituationer som kan dyka upp under arbetets gång.

Sluttankar

Baserat på de räkningar vi utfört anser vi att lösningen är hållbar, men viktiga frågor att ta upp är om monteringsstider och kostnader övervinns för ett manuellt utfört arbete.

REFERENSER

Vattenfall (2009) Mötesprotokoll, tubskador på mellanöverhettare 11 412 E002

Dokument ID: 2030612, Version: 2.0

Vattenfall (2009) Verifiering för Tryckkärl Ringhals 1 Mellanöverhettare

Dokument ID: 2015937, Version: 2.0

Vattenfall (2009) Inspektions rapport, statusbestämning av mellanöverhettare, Ringhals 1,

11 412 E002 Dokument ID: 2027640, Version: 2.0

Vattenfall (2009) Uppgradering Mellanöverhettare, Ringhals 1

Dokument ID: 2050954, Version: 1.4

Vattenfall (2011) Ringhals1: R1 Behovsanalys 11/12-412E1, E2

Dokument ID: 2122397, Version: 2.0

Wikipedia (2011-04-14) <http://sv.wikipedia.org/wiki/Robot>

Arponen, V (2000) *Numeriskt styrda maskiner*. Västerås, Nätverket för produktionsutveckling.

Wikipedia (2011-04-27) <http://sv.wikipedia.org/wiki/PLC>

Drivteknik.nu (2011-05-04) <http://www.drivteknik.nu/skolan/motor/linjar-motor>

Företagande.se (2011-05-04) <http://www.foretagande.se/Personlig-utveckling/Brainstorming-Kreativt-tankande-i-grupp.html>

Wikipedia (2011-05-04) http://sv.wikipedia.org/wiki/Sex_t%C3%A4nkarhattar

HepcoMotion (2011-05) <http://www.hepcotion.com>

Mekanex (2011-05) <http://www.mekanex.se/>

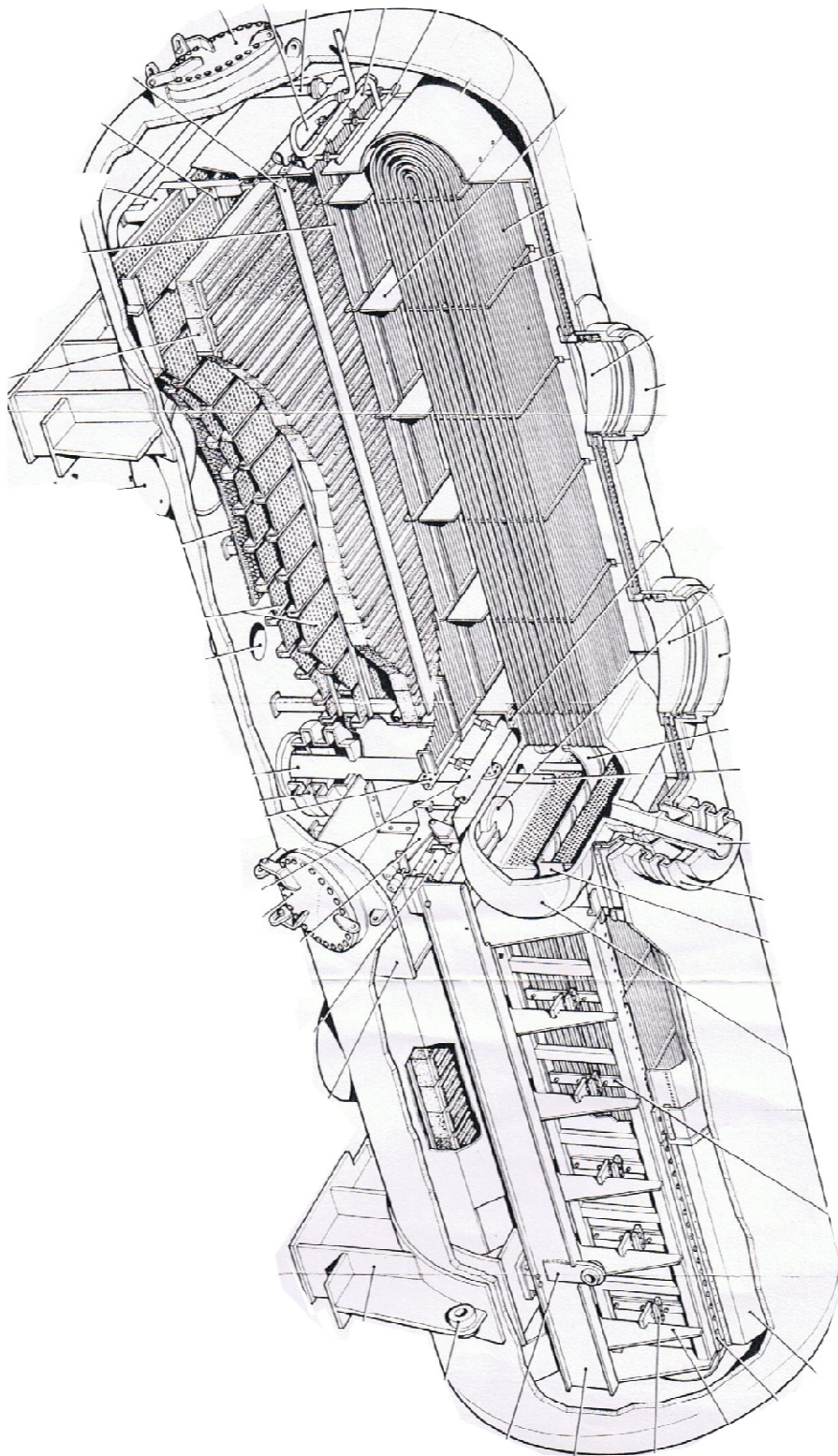
Elliott-tool (2011-05) <http://www.elliott-tool.com>

Wikipedia (2011-04-27) <http://sv.wikipedia.org/wiki/Stegmotor>

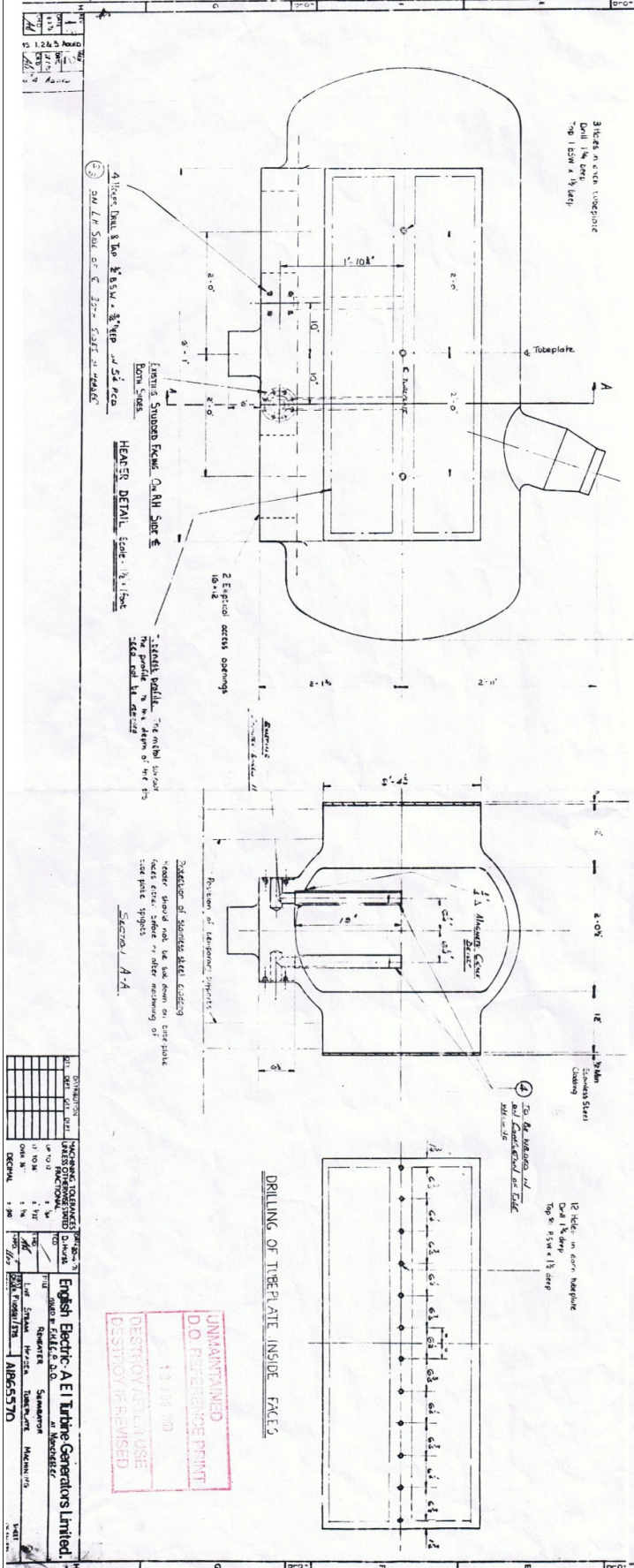
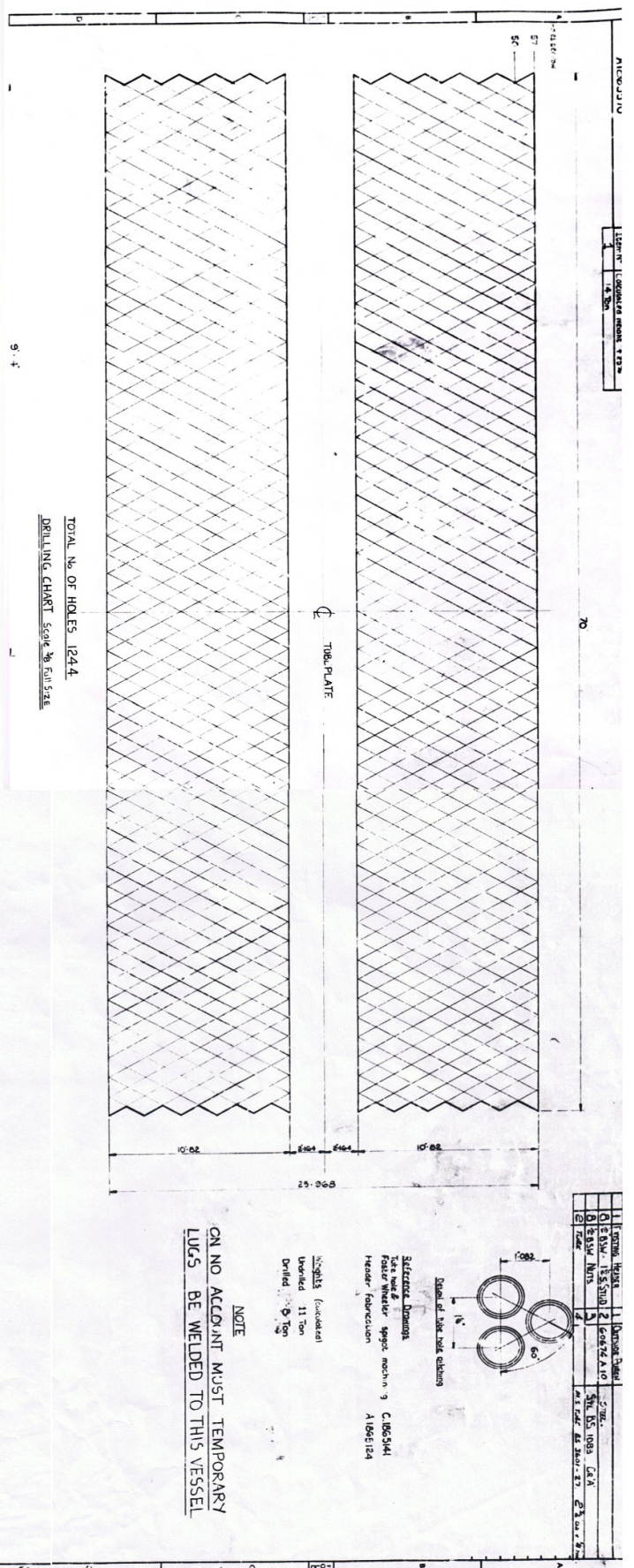
Wikipedia (2011-04-27) <http://sv.wikipedia.org/wiki/Servomotor>

Wikipedia (2011-04-27) <http://sv.wikipedia.org/wiki/Linj%C3%A4rmotor>

BILAGA 1 Översyn MÖH



BILAGA 2 Ritning Ångsamlingslåda-Tubplatta



11	GENERAL NOTES	1	Division	1
12	GENERAL NOTES	2	Division	2
13	GENERAL NOTES	3	Division	3
14	GENERAL NOTES	4	Division	4
15	GENERAL NOTES	5	Division	5

SELECTED DIMENSIONS
 Plate Weather spots, max. no. 9. C1065M4
 Header Fabrication A10651524

NOTE
 ON NO ACCOUNT MUST TEMPORARY
 LUGS BE WELDED TO THIS VESSEL

UNMAINTAINED
 DO NOT REPAIR OR PRINT
 DESTROY AFTER USE
 DESTROY IF REVERSED

English Electric A.E.I. Turbine Generators Limited.
 1185570

BILAGA 3 Mailkontakt elliot-tool.com

Notering: Omvänd kronologisk ordning.

From: juliekristunas@elliott-tool.com

Dear Martin

Thank you for your email and explanation of the proposed use for this tool. On consulting with my engineers they confirmed the amount of force should be adjustable between 25-75 pounds force/ 111-333 Nm to cut carbon steel tubes 25.4 x 2.3mm wall with a PTTC1000K Tube Cutter.

Kind Regards

Julie Kristunas

From: Martin SP [sp_martin@live.com]

Hi,

It will be cutting through carbon steel tubes 25.4[mm] diameter and 2.3[mm] thick.

But for the time being we are only investigating the feasibility for the project. We are planning to do an automated solution, therefore we are much interested in knowing an approximate value on how big of a pressure one must push the drill to keep the tool firm, as it would be handled by a machine and not a person.

Thank you // Martin.S

From: juliekristunas@elliott-tool.com

Hi Martin

Thank you for your email. You are correct on how the Tube cutter works, it just needs firm pressure as you push the drill with the cutter to the tube.

We can offer custom made tooling for the thicker tube sheet and these typically take 30 working days to manufacture. However, for me to get this priced up I will need more information on the vessel tube dimensions and material etc. Please can you complete the top vessel details on the attached needs assessment form and I will follow this up further with my engineers and factory.

Kind Regards

Julie Kristunas

From: Martin SP [sp_martin@live.com]

Hi,

Thank you for the fast reply.

I am having thoughts of how the tool actually works. As I understand it you need to apply forward pressure to the motor which will cause pressure on the thrust collar to advance the cutter blade and keep the tool stabilized. Is this correct? In that case, how big of a force must be applied?

Also I see that it will only work with tube sheets up to 127[mm] thick whereas we would need it to reach through a tube sheet about 300[mm] thick. Would it be possible to come up a custom modification of some sort to give it a longer reach?

thank you// Martin.S

From: juliekristunas@elliott-tool.com

Dear Martin

Thank you for your website enquiry and interest in the Elliott Tool PTTC Tube Cutter. Please find attached further information on this product with our catalog pages and technical manual. I have also attached information on the pneumatic motor to use with this and we do offer an electric 220 volts motor if preferred.

Any queries please do not hesitate to contact me.

Kind Regards

Julie Kristunas

From: Martin SP [sp_martin@live.com]

Hi,

We are currently writing a thesis report for a solution on the future renovation of the reheaters at Ringhals nuclear powerplant in Varberg, Sweden.

We are going to need a tool to cut the tubes in the reheater. The tubes are to be cut from the inside and one of your tools seems interesting, the PTTC Series Tube Cutter.

The tubes to be cut are made out of carbon steel and have a thickness of 2.3[mm]

If this tool is appropriate for the task we would need to have information about the cutting forces and torque during the cutting operation.

Would you be able to provide us with information on how to calculate these?

Thank you! // Martin.S

BILAGA 4: Manipulatorn

