

CHALMERS



Kartläggning av möjligheter till utrangering av bearbetningsutrustning på Volvo Aero Corporation

Investigation of opportunities for disposal of processing equipment at
Volvo Aero Corporation

Examensarbete inom Mekatronikingenjörsprogrammet

Carl Därnemyr

Institutionen för Produkt- och Produktionsutveckling
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2011

FÖRORD

Detta examensarbete är utfört på Volvo Aero i Trollhättan och ska ses som en avslutande del på min högskoleingenjörsutbildning (180 Högskolepoäng) med inriktningen Mekanik på Chalmers Tekniska Högskola . Då jag tidigare varit anställd på Volvo Aero känns det trevligt att få chansen att genomföra ett projekt där jag kan dra nytta av mina tidigare erfarenheter och samtidigt få se nya sidor av företaget. Examensarbetets omfattning är 15 Högskolepoäng och har utförts under en 10-veckors period.

Jag vill tacka de personer vilka gjort det möjligt för mig att genomföra detta arbete.

Ett speciellt tack till:

Mats Alemyr handledare Chalmers Tekniska Högskola

Martin Edlund handledare Volvo Aero

Chefer och personal på avdelningen

Maskinoperatörerna inom Sajogruppen och Moduline

Personal inom maskinunderhåll

Personal inom Nc-teknik och maskinanskaffning

Examensarbetet har varit intressant och lärorikt. Det har skänkt mig en inblick i hur ingenjörsarbete bedrivs på ett större företag och vad jag har att förvänta mig av min framtida arbetssituation.

Carl Därnemyr

SAMMANFATTNING

Volvo Aero är ett företag inom tillverkningsindustrin med bearbetning och konstruktion av flygmotorkomponenter som huvudområde. I branschen råder hård konkurrens och kunderna har högt ställda krav på kvalitet och leveranssäkerhet. För att stå upp till kraven krävs det en modern och kompetent maskinpark som på ett konkurrenskraftigt sätt kan producera detaljer med hög noggrannhet. Som en del i detta har Volvo Aero bestämt sig för att utränga en äldre bearbetningsutrustning och flytta befintliga operationer till modernare maskiner.

Syftet med arbetet har varit att kartlägga detaljer och maskiner i ett bearbetningsflöde och utreda vilka möjligheter det finns till att flytta bearbetningsoperationer för att skapa möjligheter till uträngning av den äldre utrustningen. Arbetet har även omfattat framställning av ett förslag på hur operationsfördelningen optimalt ska se ut i bearbetningsflödet efter uträngningen.

Arbetet har inriktat sig på ett delflöde som i dagsläget bearbetas i Moduline (äldre utrustning) och Sajogruppen (tre modernare maskiner). Övrig produktion inom Volvo Aero har inte berörts.

Det som avhandlats under arbetets gång har handlat om att utreda hur man på bästa sätt kan utränga bearbetningsutrustningen Moduline. För att snabba på uträngningen var det initialt tänkt att tillfälligt förlägga vissa operationer utanför avdelningen. Detta blev dock inte genomförbart då tänkt resurs inte kunde bistå med nödvändig maskinkapacitet. En stor del av arbetet har handlat om att kartlägga och finna lösningar på de tekniska begränsningar som föreligger i Sajogruppen. Anledningen till detta var att skapa de nödvändiga förutsättningar som krävdes för att producera på ett effektivt och kvalitetsmässigt bra sätt vilket möjliggör för operationsflytten från Moduline till Sajogruppen.

Arbetet har resulterat i fyra olika förslag på hur operationsflyttarna ska genomföras för att skapa förutsättningar till uträngning av Moduline. Rapporten presenterar även en teknisk kartläggning av bearbetningsutrustningarna och en beskrivning av de pågående projekt vilka ligger till grund för ett lyckat slutresultat i delflödet. Resultatet av arbetet kommer att ha en vägledande roll i det fortsatta uträngningsprojektet.

SUMMARY

Volvo Aero is a company in the manufacturing industry with processing and fabrication of aircraft engine components as its main field. The industry is highly competitive and customers have high expectations for quality and reliability. To stand up to the customers' requirements the company needs modern and competent machinery that can produce parts with efficiency and high accuracy. That is why, Volvo Aero has decided to dispose an old processing equipment and relocate existing operations to more modern machines.

The purpose of this report is to map components and machines in a processing flow and investigate the possibilities of moving processing operations to create opportunities for disposal of the older equipment. It also includes proposals for how the processing operations optimally should be divided in the new processing flow.

The report concentrates on the part of the processing flow that is being processed in Moduline (older equipment) and the Sajo group (three modern machines). Other production at Volvo Aero is not affected.

Work carried out has been to investigate what problems prevent us from disposal of the processing equipment Moduline. To speed up the disposal process it was initially planned to temporarily relocate some operations outside the department. However it was not feasible because planned resource could not assist with the necessary machine capacity. A big part of the work has been about mapping and finding solutions for the technical limitations in the Sajo group. The reason for this is to create conditions that make it possible to produce in an effective way with good quality to realize the operation move from Moduline to the Sajo group.

This work has resulted in four different suggestions on how the processing operation should be moved to make it possible to dispose the Moduline machine. The report also presents a technical survey of the processing equipment and a description of the ongoing projects which are the basis for a successful outcome of the process flow. The result of the report will have a guiding role in the continued disposal project.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

BETECKNINGAR	1
1 INLEDNING	2
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsningar.....	2
1.4 Precisering av frågeställningen.....	2
2 TEORETISK REFERENSRAM.....	4
2.1 Produktionssystem.....	4
2.1.1 Inledning.....	4
2.1.2 Serieproduktion	5
2.1.3 Produktionsrelaterade organisationsformer	6
2.1.4 Modern verksamhetsutveckling	7
2.2 Verktygsmaskinernas lägesriktighet och repeterbarhet	9
2.2.1 Inledning.....	9
2.2.2 Felfaktorer	10
2.2.3 Maskintest	10
2.3 Kvalitativa intervjuer.....	11
3 METOD	13
3.1 Kartläggning genom intervju med berörd personal	13
3.2 Möjligheter till tillfällig flytt av operationer till Low Volume Shop	13
3.3 Kartläggning av utrustningarna genom geometrimätning.....	14
3.4 Kartläggning genom Värdeflödesanalys	17
3.5 Förslag till operationsflyttar	17
4 ARBETSPLATSBESKRIVNING.....	18
4.1 Företaget.....	18
4.2 Maskiner i delflödet	19
4.3 Detaljer i delflödet.....	21
5 RESULTAT AV KARTLÄGGNING.....	24
5.1 Generella punkter inom delflödet.....	24
5.2 Sajo 12	25
5.3 Sajo 13	26
5.4 Sajo 22	26
5.5 Resultat av geometrimätning Sajo 13	27
5.6 Resultat av värdeflödesanalysen	28

6	VIKTIGA PROJEKT I UTRANGERINGSPROCESSEN	29
6.1	Nya vinkelhuvud till Sajo-gruppen	29
6.2	Renovering och låsning av Pinolen i Sajo 13.....	31
6.3	Beredningsarbete för operationsflyttar	33
7	FÖRSLAG PÅ OPERATIONSFLYTTAR OCH BEARBETNINGSFLÖDE.....	34
7.1	Förslag 1	34
7.2	Förslag 2	38
7.3	Förslag 3	42
7.4	Förslag 4	42
7.5	Maskinbeläggning vid slutlig operationsfördelning	42
7.5.1	Maskinbeläggning år 2011	42
7.5.2	Maskinbeläggning år 2012	43
7.5.3	Maskinbeläggning år 2013	43
8	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	44
	Referenslista.....	46

Bilagor

Bilaga 1: Utökad geometrimätning A-axel

Bilaga 2: Offert ombyggnation Sajo 12

Bilaga 3: Prioritering utifrån värdeflödesanalys

Bilaga 4: Arbetspaket nya vinkelhuvud

Bilaga 5: Verktygslista Trent 700 Operation 1800

Bilaga 6: Offert nya vinkelhuvud

Bilaga 7: Förslag 3, L.V.S. åtar sig två operationer

Bilaga 8: Förslag 4, L.V.S. åtar sig en operation

Bilaga 9: Arbetsmaterial från kartläggningen: Generella punkter i delflödet

Bilaga 10: Arbetsmaterial från kartläggningen: Maskinerna

BETECKNINGAR

VU- verksamhet: Verksamhetsutvecklande arbete som regelbundet bedrivs i små arbetsgrupper för att främja uppkomsten av förbättringar.

TCM: Datasystem för beredningsarbete med avancerade detaljmodeller och simuleringsverktyg. Målsättningen är att samtliga operationer på Volvo Aero ska beredas i TCM.

LVS: Low Volume Shop är en avdelning på Volvo Aero vars uppgift är att utföra bearbetning av inkörningar, kortare serier och stödkörning. L.V.S. har två Moduline fräsmaskiner.

Moduline: Äldre bearbetningsutrustning som ska utrangeras. Maskinen är en Cnc-fräs med 5 bearbetningsaxlar.

Sajogruppen: Sajogruppen består av tre bearbetningsutrustningar, Sajo 12, Sajo 13 och Sajo 22. Samtliga är Cnc-fräsar med 5 bearbetningsaxlar.

Trent 700/900: Detaljer som bearbetas i delflödet.

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Volvo Aero är ett företag inom tillverkningsindustrin med bearbetning och konstruktion av flygmotorkomponenter som huvudområde. I branschen råder hård konkurrens och kunderna har högt ställda krav på kvalitet och leveranssäkerhet. För att stå upp till kraven krävs det en modern och kompetent maskinpark som på ett konkurrenskraftigt sätt kan producera detaljer med hög noggrannhet. Som en del i detta har Volvo Aero bestämt sig för att utränga en äldre bearbetningsutrustning (Moduline) och flytta befintliga operationer till modernare maskiner (Sajo).

1.2 Syfte

Syftet med uppdraget var att se över vilka möjligheter det finns till omberedning av det befintliga delflödet, detta för att möjliggöra uträngningen av den äldre bearbetningsutrustningen. Det långsiktiga målet som arbetet skall leda till är att samtliga operationer i Moduline skall flyttas till maskingruppen Sajo. Då tidsplanen för uträngning av Moduline var kort undersöktes möjligheter för ett kortsiktigt mera lättgenomfört mål där delar av operationerna flyttades till en tillfällig lösning.

1.3 Avgränsningar

Arbetet har inriktat sig på ett delflöde som i dagsläget bearbetas i Moduline/Sajo. Övrig produktion inom Volvo Aero har inte berörts. De tillverkningsvolymerna som togs hänsyn till vid upprättande av förslag till maskinbeläggning gäller för åren 2011, 2012 och 2013.

1.4 Precisering av frågeställningen

- Vilka problem hindrar oss från att utränga bearbetningsutrustningen Moduline?
- Vilka möjligheter finns det till att nå den tillfälliga lösningen med att förlägga vissa operationer utanför avdelningen? Detta skulle påskynda uträngningen.
- Vad är den långsiktigt bästa lösningen för operationsfördelningen i Sajogruppen och hur ser möjligheterna ut för att komma dit?
- Finns det tekniska begränsningar i Sajogruppen som hindrar oss från att producera på ett effektivt och kvalitetsmässigt bra sätt?

- Vilka möjligheter finns det till att skapa likvärdiga förutsättningar för bearbetning i Sajo-gruppen? Målsättningen är att samtliga operationer kan utföras i samtliga utrustningar, detta för att säkra bearbetningsflödet vid oförutsedda maskinstopp.

2 TEORETISK REFERENS RAM

Kapitlet ger en teoretisk beskrivning av de områden som berörts under arbetets gång.

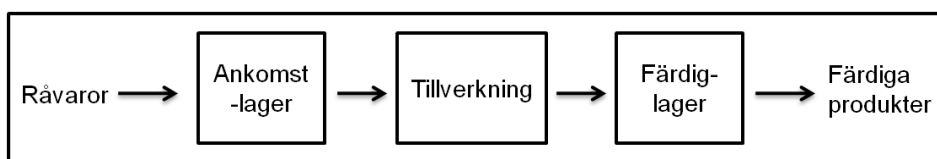
2.1 Produktionssystem

Beskriver vad ett produktionssystem är och vilka former av produktionsupplägg som förekommer. Underkapitlet ger även en kortare beskrivning av området verksamhetsutveckling.

2.1.1 Inledning

Ett produktionssystem kan betraktas som ett system där material, kapital och arbete tillförs och varor eller tjänster kommer ut (Andersson 1992). Produktionssystemet består i grunden av ett tillverkningsflöde vilket är flödet från råvara till färdig produkt, se bild 2.1. I tillverkningsflödet sker alla aktiviteter som krävs för att förädla råmaterialet till den färdiga produkten. Organisation, planeringen och genomförandet är basen i ett modernt och effektivt produktionssystem. Dessa tre grundstenar är utgångspunkten vid utformningen av produktionssystemets fyra huvudfaktorer:

- Produkten
- Maskiner och utrustning
- Personal
- Lokaler



Figur 2.1 Tillverkningsflöde från råvara till färdig produkt

Under 1900-talets början tog arbetet fart med att utveckla metoder för effektivisering och lönsamhet i produktionssystemen. Frederick Winslow Taylor insåg tidigt att det fanns potential till rationalisering genom systematiska analyser av alla stegen i tillverkningsflödet. En av Taylors tidigt uttalade principer lyder: "Den största produktionen erhålls, när varje arbetare tilldelas en bestämd arbetsuppgift, som skall utföras på en bestämd tid och på ett bestämt sätt" (Hågeryd 2005 ss 15). Ett produktionssystem ska genomgå ständiga förbättringar och erforderlig produktionsteknik skall tillämpas för att utarbeta tillverkningsmetoder vid nyproduktion och rationaliseringar av befintlig verksamhet.

Tillverkningsmetoder vid nyproduktion kallas även produktionsberedning och innefattar:

- Utvärdering av produktens förmåga att tillverkas
- Val av tillverkare
- Val av maskiner och metoder för framställning
- Val av specialverktyg
- Förväntad arbetstid

Vid rationaliseringar av befintlig verksamhet genomförs arbetsstudier som leder till förbättrade arbetsmetoder och kan t.ex. innefatta analyser av produktionen och arbetsmoment genom tidsstudier .

2.1.2 Serieproduktion

Serieproduktion grundar sig i den tidiga industrialiseringens låga flexibilitet i bearbetningsutrustningarna. Maskinerna var svåra att ställa och därför såg resonemanget ut på följande sätt: " det är lika bra att tillverka många detaljer nu när maskinen gör rätt" (Hågeryd 2005 ss 26).

För att beskriva hur ett företag genomför sin verksamhet och vilken produktion de bedriver används följande uttryck:

Produktionstyper

- Engångsproduktion: Skilda produkter avlöser varandra.
- Intermitent produktion: Samma produkt återkommer i längre serier.
- Kontinuerlig produktion: Samma produkt tillverkas hela tiden.

Tillverkningsprinciper

Tillverkningsprincipen är beroende på typ av produktion och delas in i följande kategorier:

- Tillverkningslinje: En tillverkningslinje per detaljslag där endast mindre avvikelser i produktionen får förekomma.
- Tillverkningsgrupper: Ett antal maskiner och arbetsplatser som producerar tillverkningsmässigt likvärdiga detaljer.
- Funktionell uppställning: Likvärdiga tillverkningsfunktioner är samlade i tillverkningsavdelningar, så som svarvavdelning, borraravdelning och fräsavdelning. Detaljerna fraktas mellan avdelningarna under bearbetningsprocessen.

Småserieproduktion

Produktionen sker i små serier med krav på snabb omställning och kunnig personal. Förberedelsearbetet vid denna typ av produktion är viktigt för att inte begränsa maskinutnyttjandegraden. Modellen lämpar sig för företag med bred kundkrets och kompetens inom blandad produktion.

Storserieproduktion

Verkstäder med storserieproduktion kan via specialmaskiner masstillverka produkter till relativt lågt pris. Denna typ av bearbetning ställer höga krav på att produktionen flyter utan störningar då det är mängden producerade detaljer som ger lönsamhet. Metoden lämpar sig för företag med tillverkning av få detaljvarianter i stora serier. Antalet producerade detaljer kan variera från hundratals till flera miljoner.

2.1.3 Produktionsrelaterade organisationsformer

Ett företags maskinpark kan organiseras efter olika modeller beroende på vilka egenskaper som efterfrågas.

Funktionell verkstad

I en funktionell verkstad är maskinerna grupperade efter vilken typ av bearbetning de genomför (Andersson 1992). Svarvar, fräsar, borrar och kapmaskiner står skilda från varandra i funktionsgrupper där en maskinoperatör betjänar en maskin. En detalj vandrar genom verkstaden under sitt bearbetningsflöde och små lager bildas inför varje maskin. Beläggningen kan hållas hög då flertalet detaljtyper passerar genom samma utrustning. Operationerna kan lätt flyttas mellan maskinerna i samma grupp vilket bidrar till hög flexibilitet i verksamheten. En nackdel med bearbetningsmodellen är den logistiska problematiken som uppstår. Detaljer måste skicka kors och tvärs genom verkstaden och det bildas korsflöden vilket stör det naturliga flödet. Den funktionella verkstaden ställer även höga krav på en välplanerad produktion för att utnyttja resurserna på bästa sätt.

Transferlinor

Transferlinor benämns vanligen stela linor (Hågeryd 2005) och kan producera stora volymer av relativt komplexa detaljer. Tillverkningen byggs upp kring en gemensam transportanordning som förflyttar detaljerna till de olika bearbetningsstationerna. Bearbetningsstationerna är standardiserade och linan byggs för bearbetning av en specifik detaljkonfiguration. Detta system är dock relativt ovanligt idag på grund av att flexibiliteten är

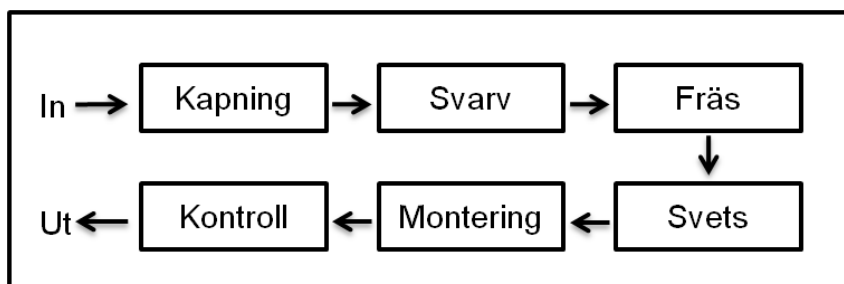
starkt begränsad och det krävs stora investeringar vid start av ny produkt. En förutsättning för lönsamhet med transferlinor är en produkt med stor efterfrågan och säkra framtidsutsikter.

Produktverkstäder

Produktverkstäder är ett struktureringsätt som väl lämpar sig för medelstora eller stora företag med ett omfattande produktsortiment. Inom företaget skapas produktverkstäder som med kompletta resurser ombesörjer framtagningen av en viss produkttyp. Produktverkstaden har då en egen administrativ avdelning med planerare, produktionstekniker, konstruktörer och försäljare. Produktionen utformas med en viss flödesriktning och maskinerna grupperas utifrån vilken bearbetningsordning som är mest lämplig.

Flödesgrupper

En flödesgrupps uppgift är att ombesörja alla steg i framställningen av en viss detalj (Andersson 1992), se figur 2.2. Flödets utrustningar sköts av personal som vanligtvis är färre till antalet än de ingående maskinerna. Syftet med flödesgrupper är att ge korta och pålitliga genomloppstider med minimal lagerhållning mellan bearbetningsoperationerna.



Figur 2.2 Flödesgrupp

2.1.4 Modern verksamhetsutveckling

Inom produktionsteknik finns det en ständig strävan till förbättringar och rationaliseringar. Den senaste utvecklingen inom branschen är att finna övergripande utvecklingsmetoder för produktionssystemet där man kan analysera hur åtgärder påverkar andra delar av systemet. Två högst aktuella begrepp inom området är: World Class Manufacturing och Lean Production.

World Class Manufacturing

För att en tillverkare som ska gå under benämningen "Tillverkare i Världsklass" måste den vara internationellt framgångsrik och ha goda framtidsutsikter (Hågeryd 2005). För att stå upp till dessa krav krävs det att företaget har kontroll över alla sina aktiviteter och att de anställda är involverade i de steg som krävs för att nå dit.

Företag i världsklass kännetecknas genom följande:

- Visionärt ledarskap
- Nytänkande
- Långsiktig verksamhetsplanering
- Engagemang hos de anställda
- Målsättning med helhetssyn
- Regelbunden kontroll av mätetal
- Kunden i fokus
- Välbyggda informationsvägar
- Prioriterad forskning och utbildning
- Kvalitetsinriktade
- Väl underbyggd produktion med flödesgruppsstillverkning

För att ett företag ska bli erkänt som en tillverkare i världsklass krävs det att hela företaget är involverat i processen (Hågeryd 2005).

Lean Production

Lean Production kännetecknas genom resurssnål tillverkning. De resurser som syftas på är allt som används vid produktframställningen. Det gäller för företaget att välja en strategi som strävar efter att hela tiden förbruka mindre resurser och samtidigt ha god kontroll över hela framställningsprocessen. Företaget ska ha en kompetent maskinpark och kunnig personal som i alla lägen kan framställa produkter vilka står upp till kundens önskemål. Enligt Lean Production ska det alltid eftersträvas att produktionen sker i kontinuerliga flöden där detaljerna överförs mellan de olika produktionsstegen i samband med att efterföljande tillverkningsenhet har behov av detta (Rother 2006). Fördelen med detta förfarande är följande:

- Minimalt behov av resurser i form av personal, maskiner, lokaler och material. Detta bidrar till högre produktivitet och lägre kostnader.
- Kortare ledtider vilket ökar förmågan att tillmötesgå kundernas leveransbehov.
- Defekter upptäcks omgående då detaljer inte står dolda i mellanlager.

En viktig del i Lean Production är att minimera slöseri. Enligt Taiichi Ohno finns det sju olika slöserier inom ett värdeskapande flöde (Jones 2006):

- Verksamheten producerar mer än vad som är beställt
- Kvalitetsbrister och felaktigheter
- Överdriven lagerhållning
- Onödiga aktiviteter
- Onödiga transporter
- Detaljer i kö till produktion
- Onödiga förflyttningar bland personalen

Till dessa har det tillkommit en ny åttonde form av slöseri. Slöseriet går under benämningen outnyttjat humankapital och syftar på företagets bristande förmåga att utnyttja medarbetarnas kreativitet (Bicheno 2009).

Lean Production är en Amerikansk översättning av Toyotas mycket framgångsrika produktionssystem. I boken "The Machine that changed the world" beskriver författaren Womac hur Toyotas produktionssystem var dubbelt så effektivt som de amerikanska biltillverkarnas. Detta öppnade ögonen på västerländska företag och intresset för Lean Production var ett faktum (Bicheno 2009).

2.2 Verktygsmaskiners lägesriktighet och repeterbarhet

Kapitlet beskriver grundläggande teori bakom verktygsmaskiners lägesriktighet och repeterbarhet.

2.2.1 Inledning

För att producera detaljer med högt ställda krav på måttriktighet krävs det maskiner som kan motstå de krafter som uppstår vid bearbetning samtidigt som de håller hög noggrannhet (Jarfors 2006). Maskinerna ska motstå termiska variationer och erbjuda hög produktionshastighet, hög flexibilitet och god arbetsmiljö. För att stå upp till alla dessa krav krävs det välkonstruerade verktygsmaskiner tillverkade av material med hög stabilitet och låg termisk påverkbarhet.

Det är många faktorer som påverkar precisionen hos verktygsmaskiner. Vanligtvis delas noggrannhet in i tre kategorier. Maskinnoggrannhet, repeternoggrannhet och arbetsnoggrannhet. Maskinnoggrannhet syftar på maskinens inre lägesriktighet i obelastat skick, vinkelräthet, parallellitet och rundgång mm. Repeternoggrannhet är ett mått på hur väl maskinen positionerar sig till en förutbestämd koordinat vid ett stort antal repeteringar. Med arbetsnoggrannhet menas maskinens förmåga att producera måttriktiga detaljer. Här inverkar maskinnoggrannheten och repeternoggrannheten i allra högsta grad, dock är det fler faktorer som påverkar. Att producera detaljer med högre noggrannhet än den som utrustningen besitter

är en verklighet om man känner till maskinens begränsningar och tar hänsyn till detta genom t.ex. kompenseringsteknik och nollpunktsförflyttningar (Jarfors 2006).

2.2.2 Felfaktorer

Bakomliggande faktorer till brister i noggrannhet kan härhöra från flera olika områden och är i vissa fall svåra att lokalisera. För stora lagerspel och glapp i styrningar och drivsystem är alltid negativt för kvalitén och på grund av detta är moderna bearbetningsmaskiner utrustade med kuls kruvar där kulor överför kraften mellan skruven och axeln (Arponen 1993). På detta sätt elimineras äldre maskiners delemma med vändglapp i kuggöverföringarna. Lagerspel och glapp i styrningar är brister som måste justeras löpande för att bibehålla maskinens precision.

Ett problem som ökar i förhållande till maskinens storlek är termisk påverkan. En verktygsmaskin består av stora mängder metall och i takt med att temperaturen i utrustningen ökar expanderar metallen och förutsättningarna förändras (Kurtoglu 1993). Oftast är det den inre temperaturstigningen som ställer till med problem och det är en allmän regel att inte utföra precisionsarbete i en kall maskin. I takt med att värmen stiger i maskindelarna normaliseras lägesriktigheten och efter nån timme har maskinen uppnått ett läge där förändringen avstannat. Det är den oregelbundna värmefördelningen i maskinens inre delar som ligger bakom denna effekt. Skillnader mellan kall och varm maskin kan röra sig om så mycket som tiondelar av en millimeter (Jarfors 2006). Då detta fenomen är mycket individuellt mellan maskintyper är det svårt att generellt beräkna hur förändringar ser ut och maskintillverkare strävar efter att konstruera bort problemet genom att isolera värmekällorna från övriga maskindelar. Värmekällor är t.ex. spindelmotor, transmissioner, växellådor samt själva skärprocessen. Moderna maskiner har inbyggda system för att utföra temperaturkompenseringar i axlarna vilket begränsar problemet till viss del. För tunga maskiner kan även undermåliga fundament ställa till med problem, det är viktigt att maskinen står stabilt och stadigt.

2.2.3 Maskintest

Även fast en maskin är välkonstruerad och underhålls enligt konstens alla regler kommer det att med tiden ske förändringar i lägesriktigheten, på grund av detta måste regelbundna maskintester utföras.

Maskintester delas normalt upp i tre punkter:

- Acceptanstest
- Löpande kontroll av maskiner under drift.
- Kontroll av maskinens kondition.

Acceptanstest

En kontroll av en nyinstallerad maskin kallas acceptanstest (Kurtoglu 1993). Här utför kunden kontroll av hur väl maskinen överinstämmer med de krav som ställdes vid inköpsförhandlingarna. Normalt förfarande är att kunden och försäljaren i förväg kommer överens om vad som ska gälla vid acceptanstestet. Vad gäller maskinens egen noggrannhet finns det inga fastställda regler i branschen utan allt förhandlas från fall till fall beroende på vilken form av utrustning det handlar om. Vissa organisationer har enats om normer för bearbetningsprov vid nyinstallation. ABB, Alfa-Laval, Scania och Bofors går efter en gemensam modell som kallas Bas-provet (Jarfors 2006). Bas-provet omfattar bearbetning av sex detaljer under ett dygn. Testet innefattar både grov och finbearbetning i först kall sedan varm maskin.

Löpande kontroll

Kontroll av maskiner under drift utförs genom löpande underhåll. Vid löpande underhåll genomförs generellt två olika former av kontroller. Kontroll av vinkelräthet mellan maskinens olika axlar kallas geometrimätning. En geometrimätning utförs normalt med en mätlocka monterad i maskinspindeln och ett rektangulärt föremål på maskinbordet. Genom att mäta på det rektangulära föremålet samtidigt som maskinen rör sig i en frihetsgrad åt gången kan maskinens vinkelräthet kontrolleras. Eventuella avvikelser kan i de flesta fall justeras i de separata axlarna. Den andra kontrollmetoden är att utreda maskinens repeterbarhet. För att kontrollera hur exakt maskinen positionerar sig används mätgivare som med hjälp av laser kan avgöra om maskinen förflyttar sig den sträcka som är programmerad (Kurtoglu 1993). Brister i repeterbarhet kan bero på slitna mätskalor vilka är maskinens egna mätsystem, även diverse glapp och nötning kan vara bakomvarande orsaker.

Kontroll av maskinkondition

Syftet med punkten "kontroll av maskinens kondition" är att klassa maskinen efter vilken typ av bearbetning den är lämplig för. Efter ett antal år kan det bli aktuellt att klassa ner maskinen från noggrann tillverkning till grovbearbetning, detta för att lägga en nivå för vilken lägenoggrannhet det ska förväntas av maskinen.

2.3 Kvalitativa intervjuer

Som en inledande del i ett kartläggningsarbete är det fördelaktigt att genomföra kvalitativa intervjuer där enkla frågor resulterar i komplexa svar (Trost 2005). Till skillnad från kvantitativa studiers direkta frågor resulterar ofta kvalitativa intervjuer i svar som är öppna för bedömning och analys. En kvalitativ fråga kan t.ex. vara: vad anser du är fel på utrustningen? Svaret på en öppen fråga likt denna kan bli väldigt uttömmande och även spegla den

utfrågades sinnesstämning och personliga erfarenheter. Metoden är fördelaktig vid en bred kartläggning då frågeställningarna vanligtvis ger upphov till sidospår och följdfrågor. Viktigt är dock att vid utvärdering av resultatet vara kritisk inställd och sortera ut väsentliga fakta från allmänna åsikter och tycke. Kvalitativa intervjuer kan genomföras både individuellt och på en grupp. Gruppvintervjun har som fördel att det skapas ett resonemang och det personliga tycket suddas ut, detta bidrar till att resultatet blir mer rättvisande och mängden efterarbete minskas. Nackdelar med gruppinriktade intervjuer kan dock vara att vissa språkfärdiga tar makten och alla kommer inte till tals, även den allmänna kulturen kan sätta sina avtryck och svaren styrs efter vad som borde svaras. Frågeformuleringarna ska vara enkla och tydliga och intervjuaren ska undvika att ställa provocerande och hypotetiska frågor vilka kan skapa irritation och vägledning i svaren.

Enligt Steinar Kvale (Trost J, 2005) indelas kvalitativa intervjuer i sju stadier:

- Formulering av problemområden
- Design och metodval
- Genomförandet av intervjuerna
- Sammanställ svarsmaterialet
- Analysera svarsmaterialet
- Sammanställ resultatet
- Upprättande av rapport

Under genomförandet av intervjuerna är det viktigt att dokumentera det som framförs. Detta kan ske på flera sätt, anteckningar är en enkel metod som dock begränsar intervjuarens uppmärksamhet. Bandspelaren har som fördel att frågeställaren fullständigt kan rikta sin uppmärksamhet på själva utfrågningen. Det går även i efterhand att återgå till intervjun och bedöma med vilket tonfall den intervjuade svarade på frågorna. Att filma intervjun är att gå ett steg längre och denna metod dokumenterar alla uttryck och gester som ingick i svaret. Nu måste man dock ha i åtanke att många människor inte tycker om att bli filmade och detta ska inte genomföras mot deras vilja, då finns risken att svaren blir krystade och begränsade.

3 METOD

Kapitlet beskriver de metoder och tillvägagångssätt som användes under arbetets gång.

3.1 Kartläggning genom intervju med berörd personal

Underkapitlet beskriver vilka som blev intervjuade. Kvalitativa intervjuer var den intervjuteknik som användes under kartläggningsarbetet.

Kartläggning av Sajogruppens tre utrustningar

En stor och viktig del av arbetet var att kartlägga Sajogruppens tre utrustningar. Metoden för detta var att intervjua personal vilka på olika sätt besatt värdefull kunskap om maskinerna. Inledningsvis började intervjuarbetet med att kontakta de maskinoperatörer som arbetar i utrustningarna. Dessa intervjuer var av allmän karaktär och syftade på att ge bred och heltäckande bild av läget. Kontakt med personal på maskinunderhåll togs som steg två. Här efterfrågades deras syn på maskinerna och vilka möjligheter det fanns till lösningar på uppkomna problem. För att kartlägga kvalitetsutfallet från maskinerna genomfördes utfrågningar av detaljansvarig personal för detaljer som bearbetades i maskinerna. Slutligen kontaktades sakkunniga personer inom NC-teknik och maskinteknik för att utreda vilka förutsättningarna var för operationsflyttar och maskinförändringar.

Kartläggning av bearbetningsoperationer i Moduline

En förutsättning för att utrangeringen av bearbetningsutrustningen Moduline ska bli genomförbar är att befintliga operationer i maskinen flyttas till annan utrustning. Som en del i detta genomfördes intervjuer med berörda maskinoperatörer för att utreda vilka de aktuella operationerna var och vilka eventuella problem som flyttarna av dessa skulle medföra. För att underlätta för beredningsarbetet upprättades även en lista över verktygsspecifikationer för den första operationsflytten, se bilaga 5.

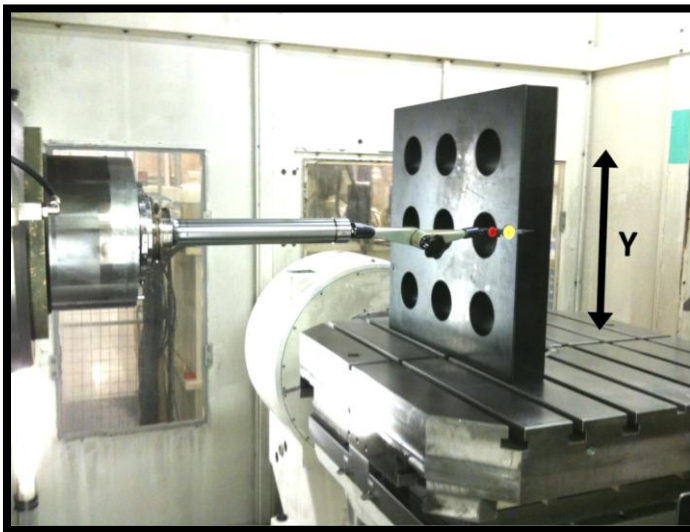
3.2 Möjligheter till tillfällig flytt av operationer till Low Volume Shop

Low Volume Shop (L.V.S.) är en avdelning på Volvo Aero vars uppgift är att utföra bearbetning av inkörningar, kortare serier och stödkörning. För att snabba på utrangeringen var det initialt tänkt att tillfälligt förlägga vissa operationer i deras utrustningar. En förfrågan skickades till L.V.S. med en beskrivning av kapacitetsbehov och tekniska förutsättningar. Då L.V.S. vid tillfället inte kunde erbjuda tillräckligt med maskinkapacitet blev detta alternativ inte genomförbart.

3.3 Kartläggning av utrustningarna genom geometrimätning

För att säkerställa en maskins lägesriktighet utförs regelbundna geometrimätningar. Syftet med en geometrimätning är att kontrollera vinkelrätheten mellan koordinataxlarna. Vid utförande av metoden utgår man från en basaxel och riktar upp övriga axlarna med denna som utgångspunkt. Alla axlarna är beroende av varandra och det är viktigt att ha i åtanke att en axels uppmätta felaktighet kan härstamma från en annan axels riktningsfel.

Vid genomförandet monteras vanligtvis en klocka i spindeln och ett rektangulärt föremål på bordet. På Volvo Aero används en rektangulär sten i materialet Diabas, se figur 3.1. Diabas är ett lämpligt material för detta ändamål då det är ett dött åldrat material som inte förändras vilket säkerställer vinkelriktigheten.



Figur 3.1 Geometrimätning av Y-axel, klocka i spindeln och vinkelrät sten.

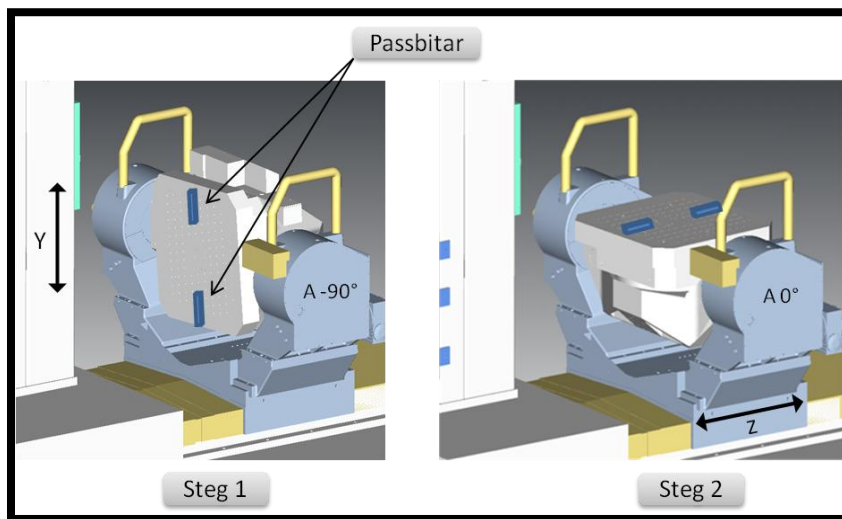
Geometrimätning Sajo 13

Kvalitetsutfallet i Sajo 13 har påvisat vissa brister och på grund av detta genomförs en geometrimätning på utrustningen. Geometrimätning är av reducerad form och syftet är att säkerställa A-axelns lägesriktighet. Först kontrolleras basaxlarnas vinkelriktighet med hjälp av stenen. I figur 3.1 kontrolleras Y-axelns vinkelriktighet mot bordet, klockan nollas mot stenens sida varefter maskinen rör sig i Y för att avläsa klockutslaget. För att avvikelsen ska kunna anknytas till Y-axeln måste stenen stå helt horisontellt och detta kontrolleras genom att klockan nollas uppe på stenen och maskinförflyttning i X genomförs. På motsvarande sätt genomförs kontroller av X, Z.

Efter detta monteras passbitar vertikalt i palettspåren, se figur 3.2.

Steg 1: Bord i A -90°. Nolla klocka i spindeln på den undre passbiten, flytta därefter klockan i Y och kontrollera vinkelräthet på den övre passbiten. Justera eventuell felaktighet i B, nu ligger passbitarna linjärt i förhållande till varandra. Nolla klockan i detta läge.

Steg 2: Bord i A 0°. Flytta klockan till den undre passbiten genom rörelse i enbart Y och Z. Utslag i detta läge tyder på att bordet flyttar sig i sidled vid rörelse i A-axeln. Gå därefter i Z till den övre passbiten för att kontrollera vridningsmässiga förändringar.



Figur 3.2 Kontroll av A-axel, Passbitar i palettspår.

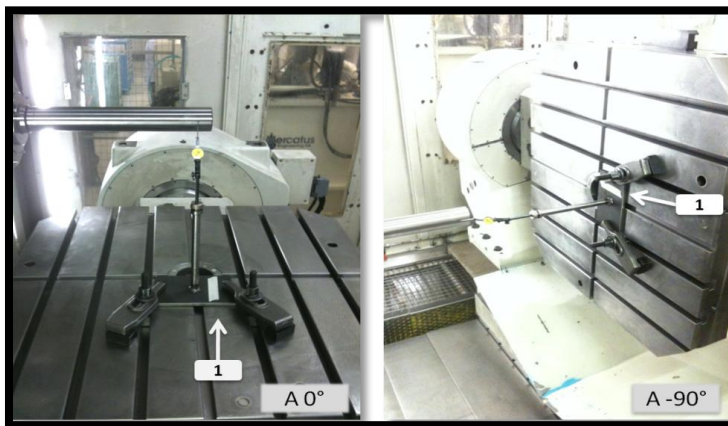
Utökad kontroll av A-axel i Sajo 13

Geometrimätningssmetoden med passbitar i palettspår avslöjar inte om lägesavvikelsen förändras i takt med att avståndet från paletten ökar. Då en övervägande del av bearbetningen sker högt upp på detaljerna är detta en viktig aspekt att ta hänsyn till. För detta ändamål finns en metod där en arm och klocka med önskad kontrollhöjd placeras på paletten. För ingående beskrivning se bilaga 1. Vid utförandet av denna metod är det viktigt att använda en arm som är symetrisk i formen och ha en genomgående likvärdig materialstruktur. Armen måste hänga rakt ner och inte dra sig åt sidan när bordet står i A -90° B 0° och A -90° B 180°. Detta kan säkerställas genom att utföra ett test av mätarmen enligt figur 3.3 och 3.4.

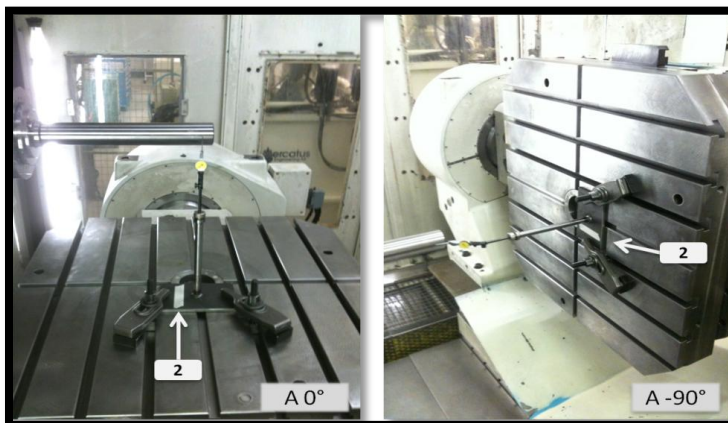
Steg 1 enligt figur 3.3: Ställ bord i A 0°. Placera mätarm på paletten med vit markering i läge 1, nolla klockan mot största diameter på dorn. Ställ sedan bord i A -90° och hitta största diameter på dorn och notera utslag på klockan.

Steg 2 enligt figur 3.4: Upprepa samma procedur med skillnaden att vit markering placeras i läge 2 genom att foten roteras 180°, observera att det är foten som ska roteras och inte bordet.

Resultat: Om utslaget på klockan är likvärdigt mellan de två försöken kommer armen att hänga likvärdigt i B 0° och B 180°.



Figur 3.3 Test av arm med foten i läge 1



Figur 3.4 Test av arm med foten i läge 2

3.4 Kartläggning genom Värdeflödesanalys

Värdeflödesanalys, bakgrund till metoden

Ett värdeskapande flöde består av en mängd olika utrustningar och instanser. Att skapa en kartläggande helhetsbild över verksamheten och utreda värdeadderande processer och slöseri ligger till grund för ett lönsamt och effektivt företag. Ett verktyg för detta ändamål är värdeflödesanalys. Vid genomförandet av en värdeflödesanalys kartläggs värdeflödet genom direkta observationer i den pågående processen. Metod går ut på att börja från flödets slut, vid kunden och systematiskt kartlägga alla processer som en produkt genomgår ända bak till leverantören (Jones 2006). Efter detta visualiseras resultatet på en värdeflödeskarta som föreställer alla värdeadderande processer och slöseri. Arbetet ska fokusera på att lyfta fram det som företaget tjänar pengar på och minimera slöseri.

I den färdigställda värdeflödeskartan ska det ingå beskrivningar av både det nuvarande och önskade tillståndet (Bicheno 2009). Med värdeflödeskartan som grund arbetas en handlingsplan fram vilken beskriver vilka punkter som måste avhandlas för att nå det önskade tillståndet. Ett prioriteringstal beräknas fram utifrån arbetspunktens bedömda värdeadderande förmåga. Prioriteringstalet beskriver sedan i vilken ordning som åtgärderna ska genomföras.

Värdeflödesanalys av bearbetningsflöde

En värdeflödesanalys genomfördes av bearbetningsflödet för detaljerna Trent 900/700. Det aktuella delflödet var en del av detta bearbetningsflöde. Därför var det lämpligt att delta för att få en förståelse för hur förutsättningarna i delflödet kommer att inverka på hela bearbetningskedjan. Genomförande tog två dagar och deltagarna bestod av chefer, maskinoperatörer, produktionstekniker och planerare.

3.5 Förslag till operationsflyttar

Det upprättades fyra förslag på hur operationsflyttarna ska genomföras för att möjliggöra utrangeringen. Förslagens utformning grundar sig på de tekniska förutsättningar som framkom av kartläggningen. Det upprättades flera förslag och detta beror på att förutsättningarna för genomförandet inte var helt klara. En osäkerhetsfaktor som det togs hänsyn till är tidsplanen för ett pågående renoveringsprojekt av pinolen i Sajo 13. Två av förslagen är utarbetade efter en kortsiktig lösning där vissa operationer tillfälligt förläggs utanför avdelningen för att snabba på utrangeringen. Det som skiljer förslagen åt är det antal steg som måste genomgåas för att nå den gemensamma slutliga operationsfördelningen i Sajogruppen.

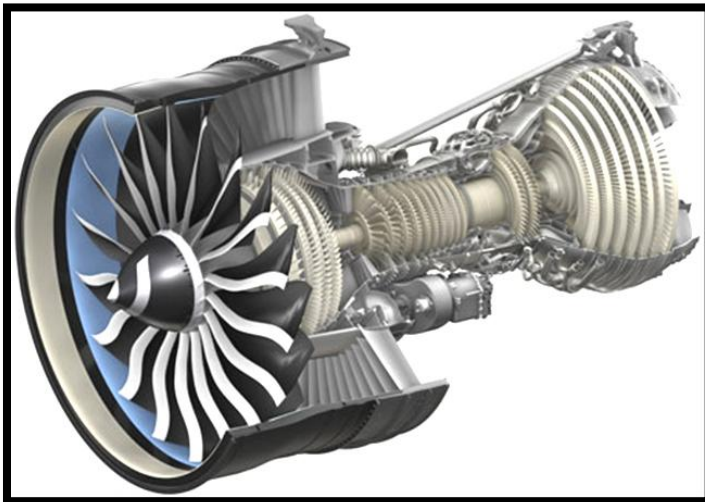
4 ARBETSPLATSBESKRIVNING

Kapitlet beskriver arbetsplatsen där arbetet utfördes och vilka maskiner och detaljer som ingick i delflödet.

4.1 Företaget

Volvo Aero är ett företag som är helägt av AB Volvo. Företagets huvudområden är konstruktion och tillverkning av komponenter till flyg, raket och gasturbinsmotorer. Service inom ovan nämnda områden är även en viktig del av verksamheten och företaget erbjuder reservdelsförsäljning, underhåll, översyn och reparationer av flygmotorer och gasturbiner. Volvo Aeros verksamhet består av fem bolag i fyra olika länder. Volvo Aero Corporation i Trollhättan är huvudbolag med ca 2200 anställda. Utöver detta finns det verksamhet i Indien, Norge och USA. Volvo Aero grundades 1930 och var fram tills 70-talet nästan uteslutande en militär verksamhet, detta har dock förändrats och idag finns företagets komponenter i 90 % av de stora civila flygplanen.

Det delflöde som rapporten omfattar befinner sig inom komponentområdet *Strukturer* vilket i sin tur går under produktionsområdet *Production High Volume*. Komponentområdet *Strukturer* består i stort av tre huvudflöden vilka innefattar detaljerna Tec (V2500/ PW2000), Trent (700/900) och GEnx. Detta är motorkomponenter som bland annat ingår i motorerna på flygplan som dubbeldäckaren Airbus A380 och Boeings nya 787 Dreamliner, se figur 4.1.



Figur 4.1 Motor GEnx

Strukturområdet är uppdelat på fyra avdelningar:

Avd 1: Produktionsnära tekniker, planering och Totalt produktivt underhåll.

Avd 2: Manuellt arbete, gradning, kontroll och montering.

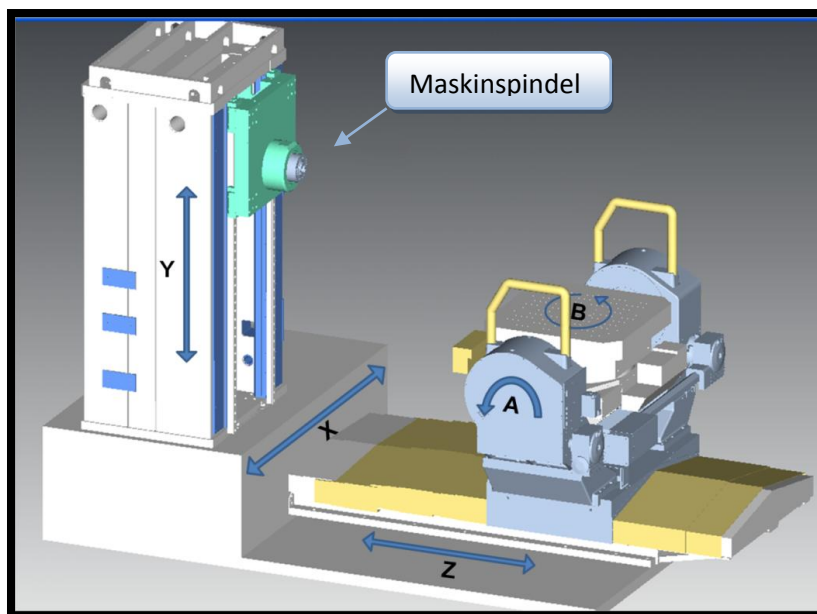
Avd 3: Skärande bearbetning: 5 karusellsvav, 3 multitask och 1 fräs.

Avd 4: Skärande bearbetning: 7 fräs och 3 karusellsvav.

Under flödets gång passerar även detaljerna de gemensamma resurserna” processer och service” vilket innefattar: Oförstörande provning, tvätt, lim och mätmaskin.

4.2 Maskiner i delflödet

Det finns fyra produktionsutrustningar i det aktuella delflödet, en Moduline och tre Sajo. Maskinerna är fräs och bormaskiner vilka kan utföra bearbetning i 5 axlar. I Sajo är verktyget placerat horisontalt och rör sig i X och Y. Bordet rör sig i Z, B och A, se figur 4.2.



Figur 4.2 Sajo

Moduline Kearney & Trecker

Moduline är en 5-axlig fräs och bormaskin som är tillverkad av det Amerikanska bolaget Kearney & Trecker. Den aktuella maskinen är satt i drift 1986 och är en av tre kvarvarande på Volvo Aero. Då maskinen är sliten och maskintypen föråldrad är det bestämt att den ska utrangeras fortast möjligt. Maskinen är av öppen typ utan inkapslat bearbetningsrum, se figur 4.3. Utrustningen klarar av att bearbeta detaljer med en höjd på max 1830mm och max diameter 1524mm. Styrsystemet är Kearney & Treckers egna system.



Figur 4.3 Moduline Kearney & Trecker

Sajogruppen

Sajogruppen består av tre likvärdiga maskiner. Samtliga är 5-axliga fräs och bormaskiner vilka är tillverkade av det dåvarande svenska företaget Sajo i Värnamo. Maskinerna är i branschen betraktade som välbyggda och besitter hög kvalitet och precision. Maskintypen är konstruerad efter moderna säkerhetskrav med inkapslat bearbetningsrum, se figur 4.4.

Sajo 12 och Sajo 13 har beteckningen Sajo 10000 vilket betyder att bearbetningsbordet är rektangulärt med sidor på 1000mm. Maskinerna sattes i drift 1998 och är beskaffade med styrsystemet Siemens 840D. Från början var maskinerna likvärdiga men idag är Sajo 12 förhöjd för att klara av att bearbeta detaljer med en större diameter.

Sajo 22 är av samma maskintyp som ovan fast med beteckningen Sajo 12000, bearbetningsbordet är rektangulärt med sidor på 1200mm. Maskinen blev satt i drift 2004 och är utrustad med styrsystemet Siemens 840D . En fördel är att bearbetningsrummet är större vilket gör att maskinen erbjuder den bästa arbetsmiljön av de tre. Bearbetning av höga detaljer förläggs med fördel i Sajo 22.



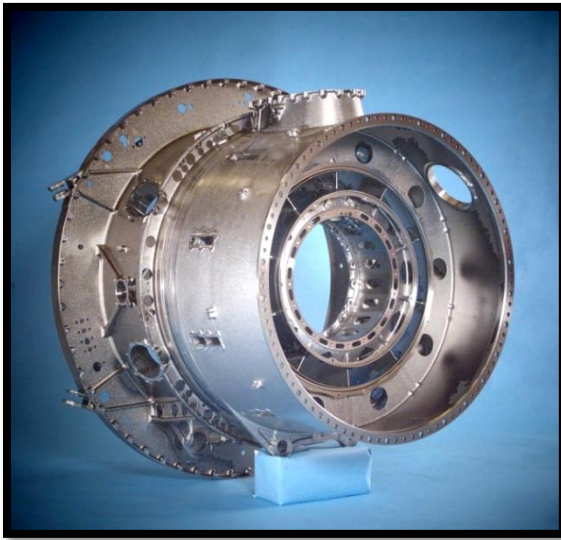
Figur 4.4 Sajo 12

4.3 Detaljer i delflödet

I delflödet som omfattas av rapporten bearbetas följande detaljer:

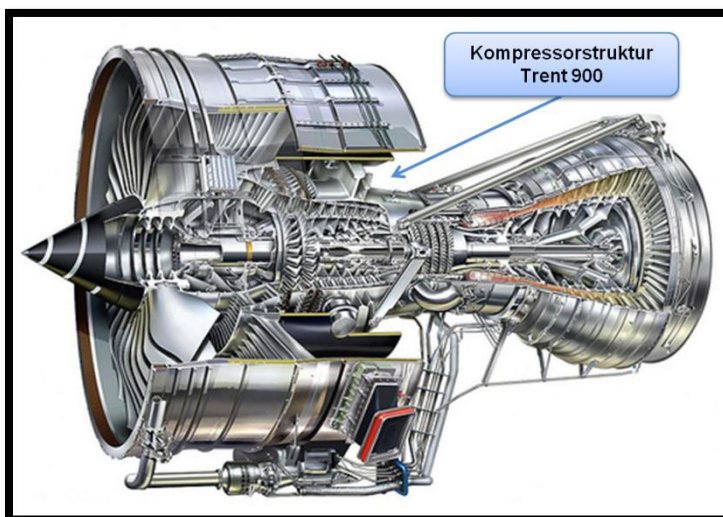
- Trent 900 Kompressorstruktur, material Titan.
- Trent 700 Kompressorstruktur, material Titan.
- Trent XWB Kompressorstruktur, material Titan
- PW2000 Kompressorstruktur, material Titan

Figur 4.5 föreställer en kompressorstruktur Trent 500, visuellt likvärdig Trent 700.



Figur 4.5 Kompressorstruktur Trent 500

Figur 4.6 ger en beskrivning av var en kompressorstruktur är placerad i en flygmotor.



Figur 4.6 Motor Trent 900

Trent 900 från råämne till leverans

Tabell 4.1 ger en kortfattad beskrivning av alla operationssteg i ett helt bearbetningsflöde för en kompressorstruktur Trent 900. Tabellen ska ge en uppfattning om hur många operationer som går i det aktuella delflödet i förhållande till hela bearbetningskedjan.

Tabell 4.1 Operationer vid framställning av kompressorstruktur Trent 900

Utrustning	Operation
	Gjutgodset anländer till ankomstkontroll
	Startoperation, pappersgranskning
	Svarvoperation
	Svarvoperation
Module Op. 250	Fräsoperation
Sajo 13 Op. 300	Fräsoperation
	Detaljtvätt
	Manuell gradning av bearbetade ytor
	Robotgradning av bearbetade ytor
	Detaljtvätt
	Sprickkontroll genom fluorescerande penetrantprovning
	Måttkontroll i mätmaskin
	Manuell kontroll av mått och ytor
	Detaljtvätt
	Fronten svetsas ihop med bakre delen
	Svarvoperation
Sajo 22 Op. 1500	Fräsoperation
	Detaljtvätt
	Manuell gradning av bearbetade ytor
	Robotgradning av bearbetade ytor
	Detaljtvätt
	Sprickkontroll genom fluorescerande penetrantprovning
	Röntgenkontroll av svetsar för att upptäcka sprickor, inneslutningar och defekter
	Måttkontroll i mätmaskin
	Manuell kontroll av mått och ytor
	Montering av gänginsatser, lock mm
	Detaljtvätt
	Manuell slutkontroll före leverans

5 RESULTAT AV KARTLÄGGNING

Kapitlet presenterar resultaten av kartläggningen

5.1 Generella punkter inom delflödet

Beskrivning av de viktigaste resultaten från kartläggningen av generella punkter som inte har anknytning till en specifik maskin, för en utförligare beskrivning, se bilaga 9.

Kvalitetsutfallet från maskinerna i delflödet

Kvalitetsutfallet från en bearbetningsutrustning kan vara en signal på maskinens allmänna kondition. För att utreda kvalitetsutfallet från samtliga maskiner i delflödet togs kontakt med detaljansvariga för respektive detalj. Resultatet av detta påvisade att Sajo 22 och Sajo 12 producerade detaljer utan kvalitetsmässiga brister. Sajo 13 har problem med framför allt vinkelhuvudsbearbetning och i Moduline är det Trent 700 operation 1800 som måste flyttas snarast, detta följt av Trent 900 operation 250. PW 2000 går för tillfället att producera utan problem i Moduline.

Behov av nya vinkelhuvud till Sajogruppen

Det finns ett behov av nya vinkelhuvuden till Sajogruppen. Ett projekt har startats för att utreda möjligheterna, se kapitel 6.1 för en utförligare beskrivning av projektet.

Likvärdiga förutsättningar för bearbetning i Sajogruppen

Efter att renoveringen av pinolen i Sajo 13 är avklarad kommer det att föreligga likvärdiga förutsättningar för bearbetning i Sajogruppen. Detta innebär att det finns möjlighet för samtliga operationer att bearbetas i samtliga utrustningar. Fördelen med detta är ökad flexibiliteten och höjd bearbetningssäkerhet. Produktionen blir inte lika sårbar för längre maskinstopp då operationerna kan flyttas mellan maskinerna.

Kända hinder för att flytta operationer från Moduline till Sajogruppen

Innan utrangering av Moduline är möjlig måste tre operationer flyttas till Sajogruppen. Trent 900 operation 250 och Trent 700 operation 1800 kan flyttas utan några kända problem. PW 2000 operation 400 kräver däremot ett litet specialvinkelhuvud som inte går att flytta från Moduline till Sajo. Innan flytt av denna operation måste först detaljen läggas in som modell i

T.C.M. för att simulera ifall Sajogruppens små NBS-13 vinkelhuvuden är tillräckligt små för ändamålet.

Snabba på utrangeringen av Moduline genom tillfällig hjälp av L.V.S.

Att tillfälligt förlägga två operationer hos L.V.S. hade snabbat på utrangeringen avsevärt. Detta var dock inte genomförbart då L.V.S. inte kunde bistå med de maskintimmar som krävdes.

5.2 Sajo 12

Beskrivning av de viktigaste resultaten från kartläggningen av Sajo 12, för en utförligare beskrivning se bilaga 10 s. 1.

Möjlighet att bearbeta kompletter i Sajo 12

Sajo 12 har vid tidigare tillfälle blivit förhöjd med 200mm, detta förhindrar detaljuppriktning enligt ordinarie tillvägagångssätt. En ny arm måste konstrueras för detta ändamål, punkten ligger med i beredningsarbetet för flytten av Trent 700 operation 1800. Bearbetningen berörs inte av förhöjningen.

Möjligheter till att återställa Sajo 12 till ursprunglig beskaffenhet

På grund av att maskinen är förhöjd 200mm (anpassad till bearbetning av GE 90) anses den av operatörerna som otymplig och farlig vid uppriktning och mätning av detaljer. I nuläget kvarstår inte behovet av förhöjningen. En grovt uppskattade återställningskostnad utifrån ombyggnadsofferten (se bilaga 2) är 5000000kr. En återställning skulle medföra en förbättrad arbetsmiljö för maskinoperatörerna.

Förbättrade trappsteg och plattformar i Sajo 12

Om det beslutas att maskinen inte ska återställas bör trappsteg och plattformar inne i bearbetningsrummet förbättras för att förhindra olyckor.

5.3 Sajo 13

Beskrivning av de viktigaste resultaten från kartläggningen av Sajo 13, för en utförligare beskrivning se bilaga 10 s. 3.

Utsliten Pinol

Pinolen i Sajo 13 har efter tester klassats som mycket sliten. Ett projekt har startats för att utreda möjligheterna till renovering, se kapitel 6.2 för en utförligare beskrivning av projektet.

A-axeln vrider sig vid förflyttning från A0° till A-90°

Vid tidigare kontroll (08-09-30) flyttade sig bordscentrum 0,03mm i sidled mellan A0° och A-90°. Efter ny kontroll har det visat sig att felet kvarstår och är konstant, se kapitel 5.5. Ska avvikelser åtgärdas krävs det en volymetrisk mätning. En volymetrisk mätning lämpar sig för att utreda vilken del på en maskin som orsakar ett specifikt lägesfel. Denna mätmetod utförs inte av personal på företaget utan måste beställas via t.ex. Statens provningsanstalt.

5.4 Sajo 22

Beskrivning av de viktigaste resultaten från kartläggningen av Sajo 22, för en utförligare beskrivning se bilaga 10 s. 5.

Sajo 22 är den maskin som är nyast och i bäst kondition av de tre. Maskinen är den som är mest lämplig för bearbetning av kompletter då åtkomsten för operatörerna vid bearbetning av höga detaljer anses bäst i denna utrustning. Maskinen har även det bästa kvalitetsutfallet av de tre.

5.5 Resultat av geometrimätning Sajo 13

Kapitlet beskriver resultaten av geometrimätningarna som utfördes, detta för att utreda om tidigare nämnda vridningsproblematik i A-axeln fortfarande kvarstår.

Kontroll med passbitar i palettspår

Resultat av bordcentrums avvikelse mellan A 0° och a -90°. Metod se kapitel 3.3:

Den tidigare nämnda vridningsproblematiken vad gäller bordet vid förflyttning av A-axeln visar sig inte enligt genomförd mätmetod. Uppmätningen gav en bordcentrumavvikelse på 0,01 mellan A 0° och A -90°. ”Tornet” lutar 0,01mm mot bordet vilket i sin tur ”hänger” 0,01. Resultat: Klockan ger ett utslag på 0,02 mm vid förflyttning i Y från stenens övre kant till dess undre, se bild 5.1. Ingen avvikelse i X-axeln. Pinolen sjunker 0,3 mm på en rörelse av 300mm. Maskinunderhålls bedömning av Sajo 13: Om man bortser från pinolen är maskinen i bra kondition. Pinolen måste repareras. Se kapitel 6.2



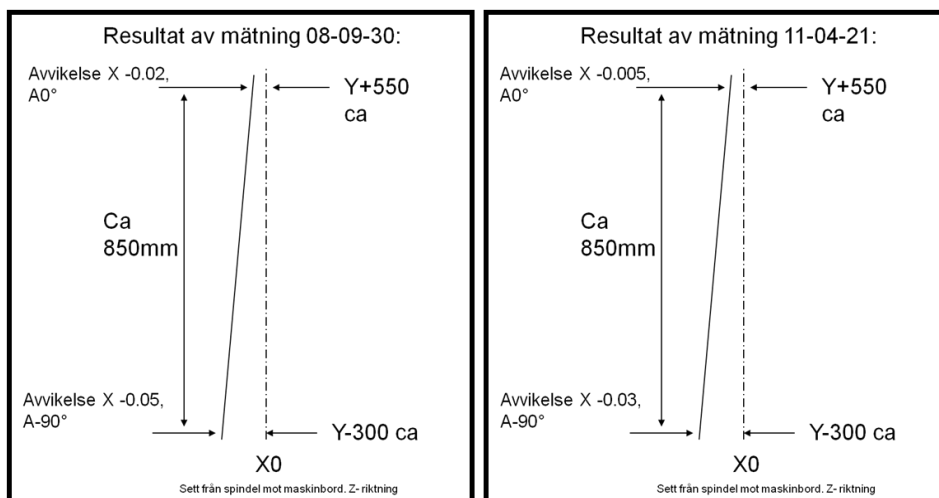
Figur 5.1 Geometrimätning Y-axel Sajo 13

Utökad kontroll av A-axeln på motsvarande detaljhöjd

Resultat för bordcentrums avvikelse på motsvarande detaljhöjd mellan A 0° och a -90°. Klocka på arm med önskad kontrollhöjd. Metod se kapitel 3.3:

Kontroll på stenen ger resultat: X-led: 0.00 Y-led:0,02 Slutsatts: Tornet lutar 0,02mm mot Sajo 12 på en sträcka av stenens höjd. Resultat av mätmetod enligt bilaga 1: Bordets centrum flyttar sig -0,025mm i X-led då bordet går från A=0° till A=-90°.

Utvärdering av samverkan mellan uppmätta lägesfel: När kontroll utförs av bordscentrum i A=0° och A=-90° måste maskinen flytta sig motsvarande stenens höjd i Y och därför kommer tornets lutning i X-led att påverka resultatet av bordcentrums förflyttning. Om vi i ovanstående fall rätar upp tornet kommer bordcentrums förflyttning i X-led att öka, alltså påverkar tornets nuvarande lutning positivt på bordcentrums lägesriktighet. Senast bordcentrums lägesriktighet kontrollerades i enlighet med dokumentet var för två år sen. Då uppmättes motsvarande lägesfel vilket är en indikation på att maskinen inte har förändrats i detta avseende, se figur 5.2



Figur 5.2 Resultatjämförelse, utökad geometrimätning

5.6 Resultat av värdeflödesanalysen

Värdeflödesanalysen var ett sidospår som gav en inblick i hur samspelet ser ut mellan det aktuella delflödet och hela bearbetningskedjan. Vidare fick även pinolrenoveringen i Sajo 13 hög status genom att prioriteras som åtgärds punkt nummer 1 i det totala flödet, se bilaga 3. Utöver detta bidrog inte värdeflödesanalysen något nämnvärt till utrangeringsprojektet.

6 VIKTIGA PROJEKT I UTRANGERINGSPROCESSEN

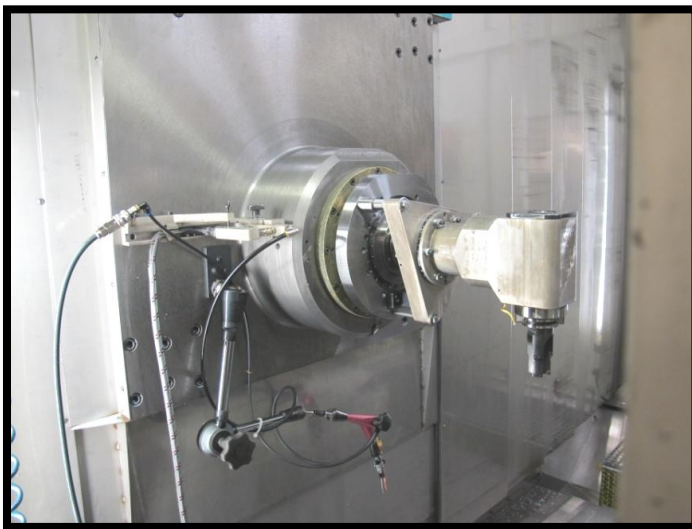
Kapitlet beskriver de pågående projekt som är viktiga för utrangeringsprocessen och ligger till grund för ett lyckat slutresultat i delflödet.

6.1 Nya vinkelhuvud till Sajo-gruppen

Beskriver vinkelhuvudssituationen i Sajogruppen

Bakgrund

En del av de operationer som utförs i Sajo-gruppen kräver vinklad bearbetning under utrymmesbegränsade förutsättningar, för att klara av detta används ett specialverktyg som kallas vinkelhuvud. Då vinkelhuvudets storlek begränsas av bearbetningstekniska skäl blir det alltid en kompromiss mellan stabilitet och åtkomst. Målsättningen är att få en så stabil bearbetning som möjligt då detta främjar mått och lägesriktighet samt ger förutsättningar för högre skärhastighet vilket förkortar operationstiderna. På grund av slitage och ålderdom finns det ett behov av att byta ut befintliga vinkelhuvud i Sajo-gruppen.



Figur 6.1 Vinkelhuvud Sajo 13

Nytt förbättrat koncept

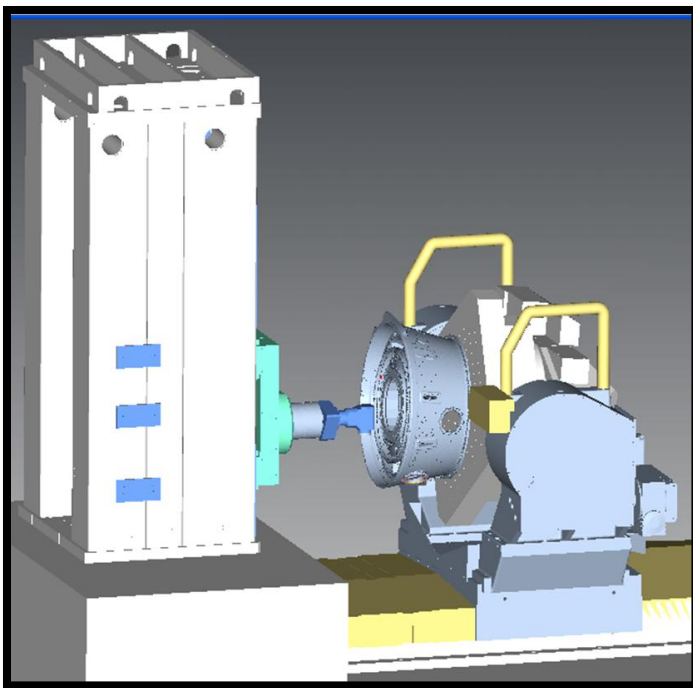
Då nuvarande vinkelhuvuds konstruktion inte anses optimal har ett projekt startats för att utreda om det finns andra bättre alternativ. Det finns en offert på en del av ett nytt koncept, se bilaga 6. Detta bedöms dock som bristfälligt på vissa punkter. Ett arbetspaket har framställts för att utreda vilka möjligheter det finns, se bilaga 4. Projektet följs upp med regelbundna drivningsmöten.

I skrivande stund har verktygstillverkaren Square Tools varit på besök och för att visa upp vad de har att erbjuda och förhåra sig om våra önskemål. De ska arbeta fram ett nytt koncept och sedan skicka en offert.

Fördelar med ett nytt koncept:

- Solid infästning
- Inget manuellt skruvande vilket skapar skilda förutsättningar för likvärdig bearbetning, längre livslängd för V-huvud
- Invändig kylning
- Skyddad förvarig av V-huvud
- Stabilare bearbetning ger kortare programtid

Låsning av pinolen är en förutsättning för att det nya konceptet skall ge önskad effekt. I Sajo 13 måste även pinolen renoveras.



Figur 6.2 Vinkelhuvudsbearbetning Trent 700

6.2 Renovering och låsning av Pinolen i Sajo 13

Beskriver problematiken med pinolen i Sajo 13

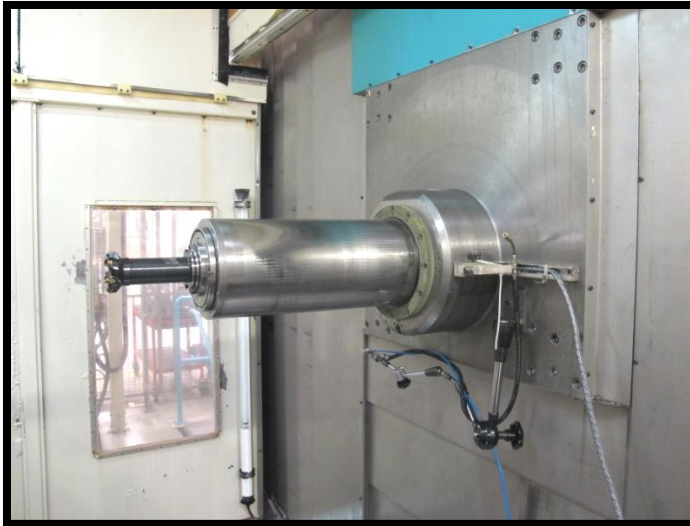
Bakgrund

Sajomaskinerna är fräs och bormaskiner vilka kan utföra bearbetning i 5 axlar. Verktyget rör sig i X och Y och bordet i Z, B och A. Utöver dessa frihetsgrader finns en axel W som kallas för Pinolaxel, se figur 6.3 och figur 6.4. Pinolaxelns syfte är att utöka verktygsåtkomsten och minimera behovet av långa ostabila verktyg. W och Z rör sig i samma riktning med skillnaden att bearbetningsmatningen utförs av Z. Rörelser i W sker bara för positionering före och efter verktygsingrepp. Efter flertalet år av intensiv produktion har Pinolaxeln i Sajo 13 blivit utsliten och klarar inte av att hålla måttet längre. Vid en förflyttning av 300 mm tappar verktyget 0.3 mm i höjd vilket innebär att Pinolaxelns funktion blivit obrukbar vid bearbetning. Som en tillfällig lösning har pinolen justerats för att hålla rätt läge vid $W=150\text{mm}$ och det är i den positionen som all nuvarande bearbetning sker.

Att förlora pinolaxelns funktion innebär inga större problem vid den typ av bearbetning som sker idag. Pinolaxelns slitage kan dock vara bakomliggande orsak till andra problem. Vid bearbetning i Sajo 13 uppstår skilda lägesfel som talar mot varandra på olika operationer. För att utreda detta fenomen har geometrimätningar av huvudaxlarna utförts och dessa påvisar att maskinens lägesmässiga status är fullgod. En trolig orsak till detta är att uppmätningarna sker i ett obelastat läge. Pinolen belastas på olika sätt beroende på typ av bearbetning och på grund av dess undermåliga kondition ”glappar” den och operationsspecifika lägesfel uppstår.

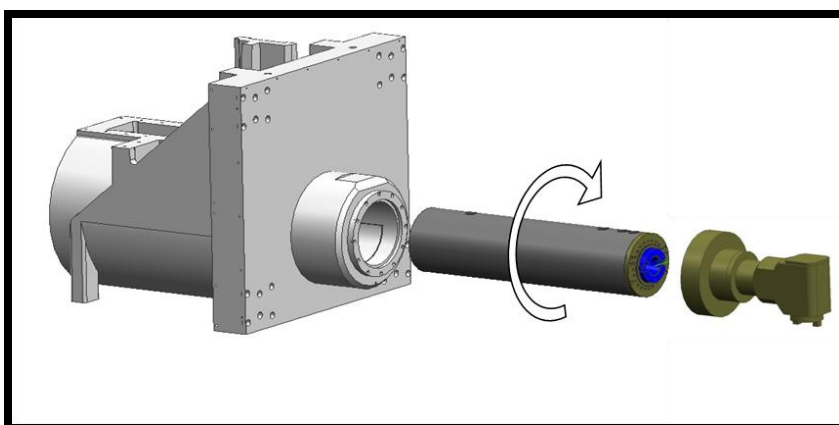


Figur 6.3 Pinol i innersta läge



Figur 6.4 Pinol i yttersta läge

Utöver slitaget på pinolen finns det även en svaghet i pinolens konstruktion som gör att den inte är optimal för precisionsbearbetning med vinkelhuvud. Pinolens vridningsmässiga lägesriktighet styrs upp av en klack i ett spår, även om ett litet glapp existerar i spåret är detta är tillräckligt precist för bearbetning med verktyg direkt i spindeln då denna frihetsgrad inte påverkar resultatet. Däremot, vid bearbetning med vinkelhuvud kan stora vridningsmässiga krafter uppstå (se figur 6.5) och på grund av verktygets vinkelräta position har detta glapp direkt anknytning till verktygsspetsens läge. Pinolen är inte konstruerad för att hålla den vridningsmässiga precision som krävs för bearbetning med vinkelhuvud och därför bör en låsanordning i likhet med de för A och B axeln konstrueras.



Figur 6.5 Pinolvridningsproblematiken T.v. Spindelhus, mitten Pinol, T.h.Vinkelhuvud

Renovering och ombyggnad

Ett renoveringsprojekt har påbörjats och drivs av avdelningen för underhåll på Volvo Aero. Då Sajo inte längre existerar som företag finns det enligt Maskinunderhåll två alternativ. Alternativ 1: Volvo Aero utför renoveringen själva med stöd från samarbetspartners inom området. Alternativ 2: Företaget Maskinplus i Värnamo utför renoveringen. Maskinplus är ett företag som har stor erfarenhet vad gäller Sajomaskiner, dock har ingen likvärdig renovering tidigare utförts.

Det har genomförts en mindre utredning av möjliga låssystem till pinolen. Ett förslag till låsning med hjälp av låsband finns. Ombyggnad för möjlighet till pinollåsning kommer att ingå i samma utredning som renoveringen och ske i samarbete med avdelningen för maskinombyggnad.

6.3 Beredningsarbete för operationsflyttar

Kapitlet beskriver de redan uppstartade projekten för beredningsarbete av operationsflyttar från Moduline.

Bakgrund beredningsarbete Volvo Aero

Då flygbranschen är hårt reglerad och detaljerna kostsamma får endast auktoriserad personal utföra beredningsarbete så som omprogrammeringar och underlagsförändringar. På Volvo Aero finns en avdelning vid namn Central Produktionsteknik vars uppgift är att serva alla produktionsenheter inom företaget. Vid resursbehov genomförs en beställning med beskrivning av uppdragets omfattning till Central produktionsteknik och personal tilldelas projektet.

Operation 1800 Trent 700

Operation 1800 Trent 700 är den operation som flyttas först och resurser är beställda av Central Produktionsteknik. Arbetet bedrivs med veckovisa drivningsmöten.

Operation 250 Trent 900

Operation 250 Trent 900 flyttas som nummer två och resurser är beställda av Central Produktionsteknik. Beredningsarbetet tar vid efter att flytten av operation 1800 är avslutad.

7 FÖRSLAG PÅ OPERATIONSFLYTTAR OCH BEARBETNINGSFLÖDE

Kapitlet beskriver de fyra förslagen vilka är framtagna utifrån resultatet av kartläggningen. Samtliga förslag resulterar i samma slutliga operationsfördelning, vägen dit skiljer sig dock då förslagen utgår från olika förutsättningar.

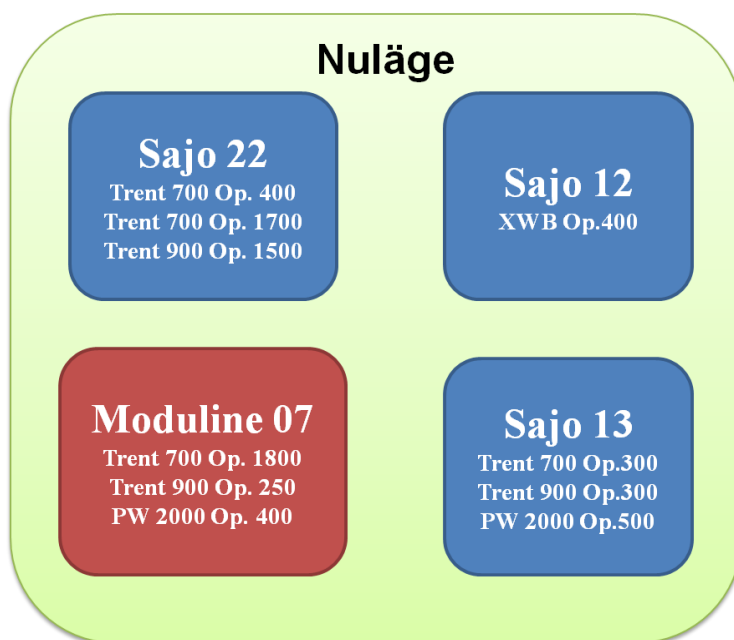
7.1 Förslag 1

Förslag 1 grundar sig på följande förutsättningar: Ingen hjälp från utomstående avdelning, buffertkörning räcker för att produktionsmässigt klara av det maskinstopp som uppstår i Sajo 13 vid pinolrenoveringen.

Förslaget bygger på att det förberedande arbete som måste genomföras före renoveringen är omfattande och tidskrävande. I detta fall flyttas Trent 700 operation 1800 tillfälligt till Sajo 12 för att omgående förbättra kvalitetsutfallet. Maskinstoppet för renoveringen i Sajo 13 är inte längre än att en inledande buffertkörning räcker för att inte begränsa det totala flödet.

Nuläge

Figur 7.1 beskriver det nuvarande operationsupplägget i delflödet. Samtliga maskiner är fullbelagda förutom Sajo 12, där finns det 80 % ledig maskinkapacitet. Detta beror på ett nyligen avslutat detaljprogram.



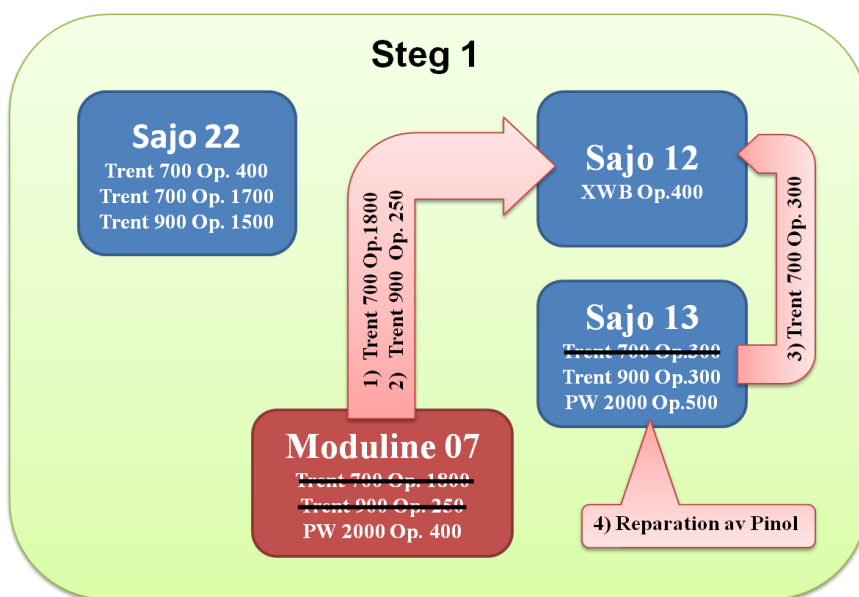
Figur 7.1 Nuläge i delflödet

Steg 1

Figur 7.2 beskriver steg 1 vilket ska genomföras före Sajo 13 stängs av för Pinolrenovering.

- 1) Trent700 Operation 1800 flyttas först då den omfattas av flest kvalitetsbrister på grund av Modulins undermåliga kondition.
- 2) Flytt av Trent900 Operation 250 är prioriterad som nummer 2 utifrån kvalitetsläget.
- 3) Trent700 operation 300 ska i slutläget bearbetas i Sajo 12 och flyttas redan nu för att avlasta Sajo 13 vid buffertkörning.
- 4) Efter buffertkörning avbryts verksamheten i Sajo 13 och pinolen renoveras.

Anmärkning: det uppstår i nuläget inga maskinrelaterade kvalitetsbrister på PW2000 operation 400. Då vi erbjuds begränsade resurser från Central produktionsteknik senareläggs flytten tills efter pinolrenoveringen.

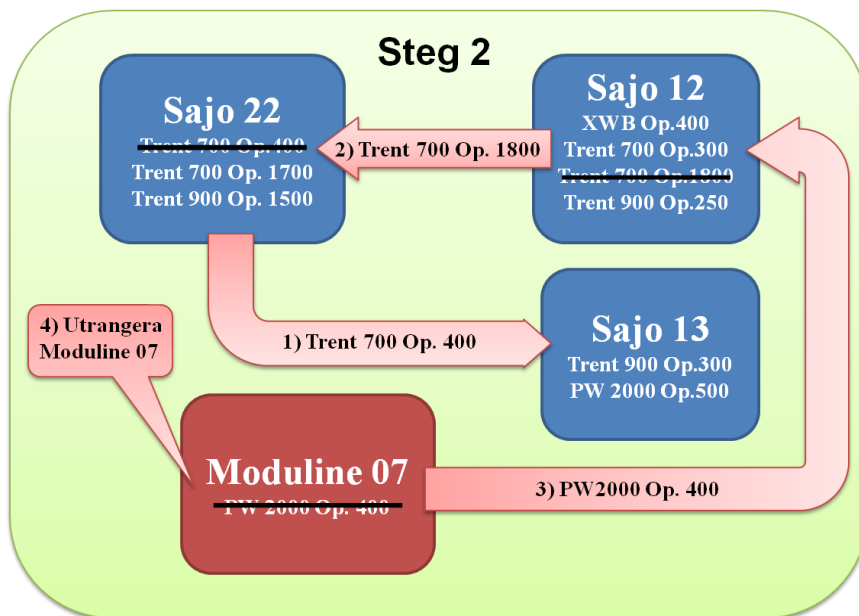


Figur 7.2 operationsflyttar steg1

Steg 2

Figur 7.3 beskriver steg 2 vilket genomförs efter att Pinolen i Sajo 13 är renoverad.

- 1) Trent700 operation 400 flyttas till Sajo 13
- 2) Trent 700 operation 1800 flyttas till Sajo 22
- 3) PW2000 operation 400 flyttas till Sajo 12
- 4) Utränga Moduline 07



Figur 7.3 operationsflyttar steg 2

Slutlig operationsfördelning

Figur 7.4 beskriver den rekommenderade operationsfördelningen vilken är framtagen utifrån resultatet av kartläggningen. För att skapa ett kontinuerligt flöde i maskingruppen bearbetas detaljernas första operation i Sajo 12 för att sedan gå vidare till Sajo 13. Komplettbearbetning sker avslutningsvis i Sajo 22.



Figur 7.4 Slutlig operationsfördelning

7.2 Förslag 2

Förslag 2 grundar sig på följande förutsättningar: Ingen hjälp från utomstående avdelning, buffertkörning räcker inte för att produktionsmässigt klara av det maskinstopp som uppstår i Sajo 13 vid pinolrenoveringen.

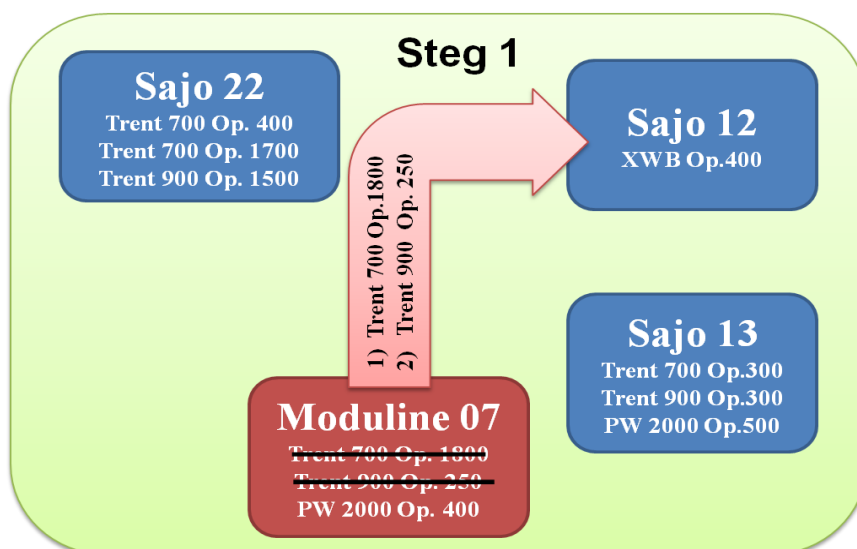
Förslaget bygger på att det förberedande arbete som måste genomföras före renoveringen är omfattande och tidskrävande. I detta fall flyttas Trent 700 operation 1800 tillfälligt till Sajo 12 för att omgående förbättra kvalitetsutfallet. Maskinstoppet för renoveringen i Sajo 13 är för långt för att en inledande buffertkörning ska vara tillräckligt för att inte begränsa det totala flödet, därför flyttas Trent 900 operation 300 och PW 2000 operation 500 tillfälligt till Sajo 22 respektive Sajo 12. Detta för att frigöra Sajo 13 helt från flödet före renoveringsstoppet. Tanken med förslaget är att delflödet utformas på så sätt att detaljernas första operation utförs i Sajo 12 sen vidare till Sajo 13 och slutligen utförs komplettbearbetningen i Sajo 22.

Steg 1

Figur 7.5 beskriver steg1 i utrangeringsprocessen.

- 1) Trent700 Operation 1800 flyttas först då den omfattas av flest kvalitetsbrister på grund av Modulins undermåliga kondition.
- 2) Flytt av Trent900 Operation 250 är prioriterad som nummer 2 utifrån kvalitetsläget.

Anmärkning: det uppstår i nuläget inga maskinrelaterade kvalitetsbrister på PW2000 operation 400. Då vi erbjuds begränsade resurser från Central produktionsteknik senareläggs flytten tills efter pinolrenoveringen.

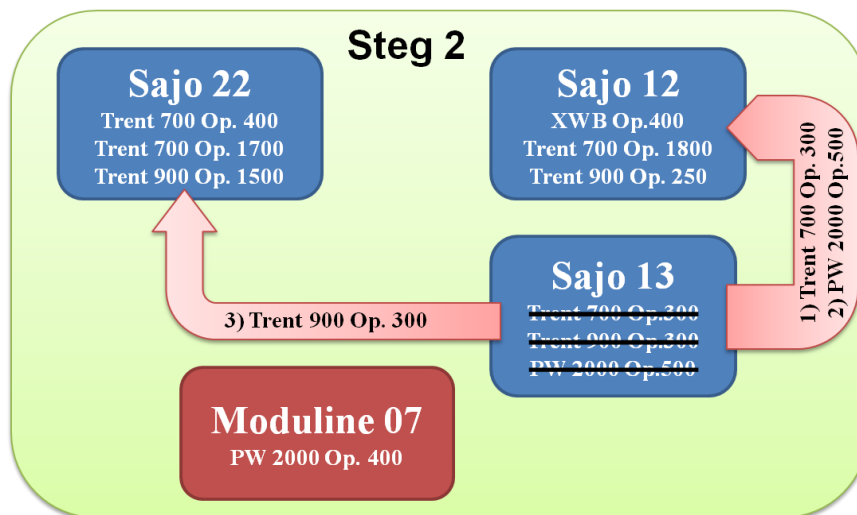


Figur 7.5 operationsflyttar steg 1

Steg 2

Figur 7.6 beskriver steg 2 vilket tömmer Sajo 13 inför pinolrenoveringen.

- 1) Trent700 operation 300 flyttas permanent till Sajo 12.
- 2) PW 2000 operation 500 flyttas tillfälligt till Sajo 12 för att tömma Sajo 13 inför renoveringen.
- 3) Trent 900 operation 300 flyttas tillfälligt till Sajo 12 för att tömma Sajo 13 inför renoveringen.



Figur 7.6 operationsflyttar steg 2

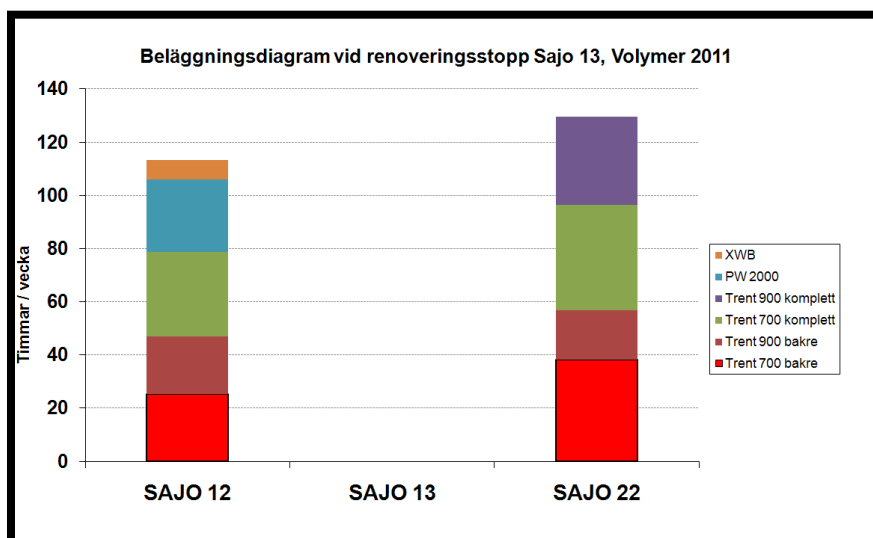
Steg 3

Pinolen i Sajo 13 kan renoveras utan att stoppet påverkar det totala flödet, se figur 7.7.



Figur 7.7 operationsflyttar steg 3

Figur 7.8 beskriver den tillfälliga beläggningen i Sajo 22 och 12 under tiden som Sajo 13 inte är i produktion.

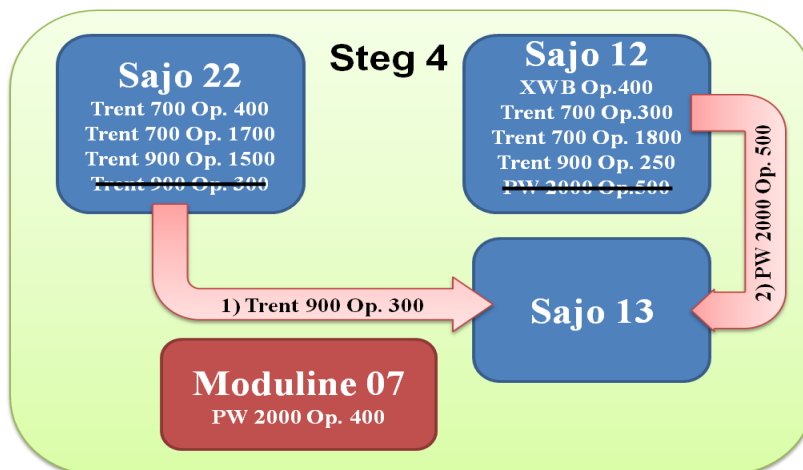


Figur 7.8 Beläggning vid renoveringsstopp Sajo 13, volymer 2011

Steg 4

Figur 7.9 beskriver steg 4. Efter att pinolen är renoverad återförs tillfälligt flyttade operationer till Sajo 13.

- 1) Trent 900 operation 300 återförs till Sajo 13
- 2) PW 2000 operation 500 återförs till Sajo 13

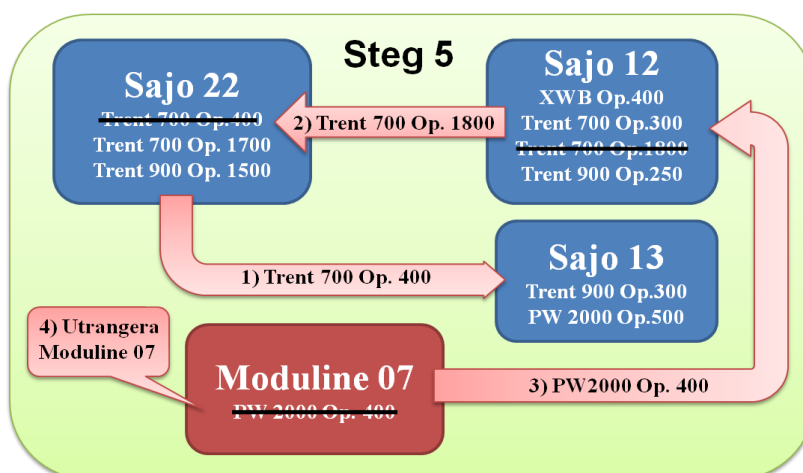


Figur 7.9 operationsflyttar steg 4

Steg 5

Figur 7.10 beskriver steg 5 vilket färdigställer den önskade operationsfördelningen.

- 1) Trent 700 operation 400 flyttas till Sajo 13
- 2) Trent 700 operation 1800 flyttas till Sajo 22
- 3) PW 2000 operation 400 flyttas till Sajo 12
- 4) Utränga Moduline 07



Figur 7.10 operationsflyttar steg 5

7.3 Förslag 3

Förslag 3 grundar sig på följande förutsättningar: Low Volume Shop åtar sig tillfällig två operationer

I skrivande stund har Low Volume Shop avböjt att tillfälligt utföra två operationer. För förslag se bilaga 7.

7.4 Förslag 4

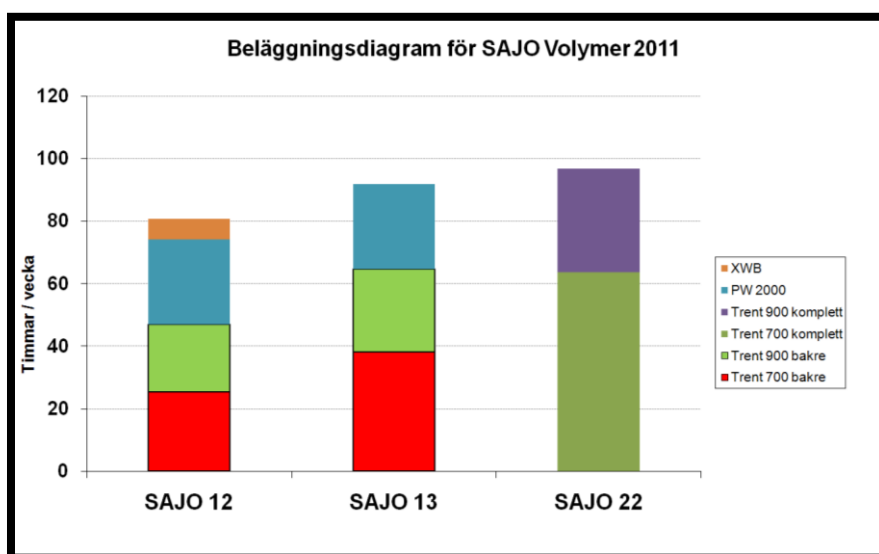
Förslag 4 grundar sig på följande förutsättningar: Low Volume Shop åtar sig tillfällig en operation.

I skrivande stund har Low Volume Shop avböjt att tillfälligt utföra en operation. För förslag se bilaga 8.

7.5 Maskinbeläggning vid slutlig operationsfördelning

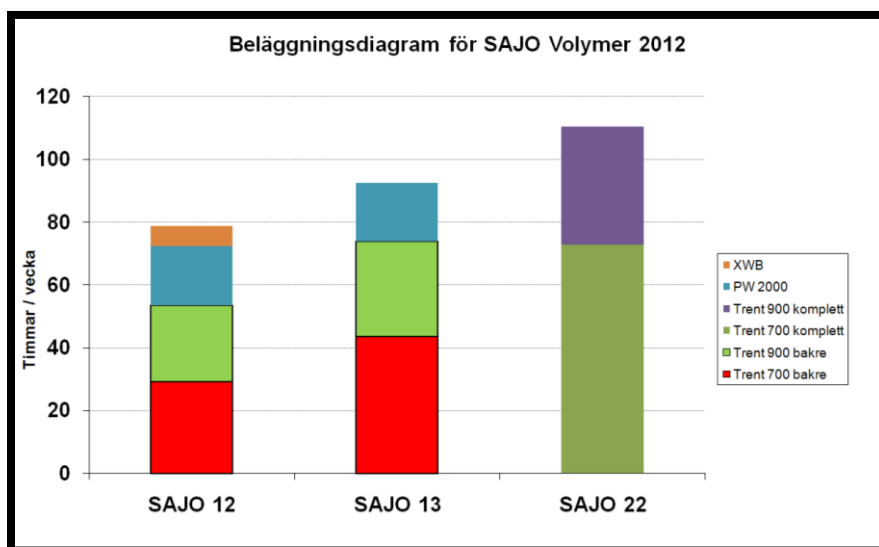
Maskinbeläggningen är beräknad utifrån ramprogram (110531). Samtliga förslag resulterar i samma slutliga operationsfördelning, vägen dit skiljer sig dock då förslagen utgår från olika förutsättningar. Rekommenderad maskinbeläggning vid fyrsift är 110 timmar/vecka.

7.5.1 Maskinbeläggning år 2011



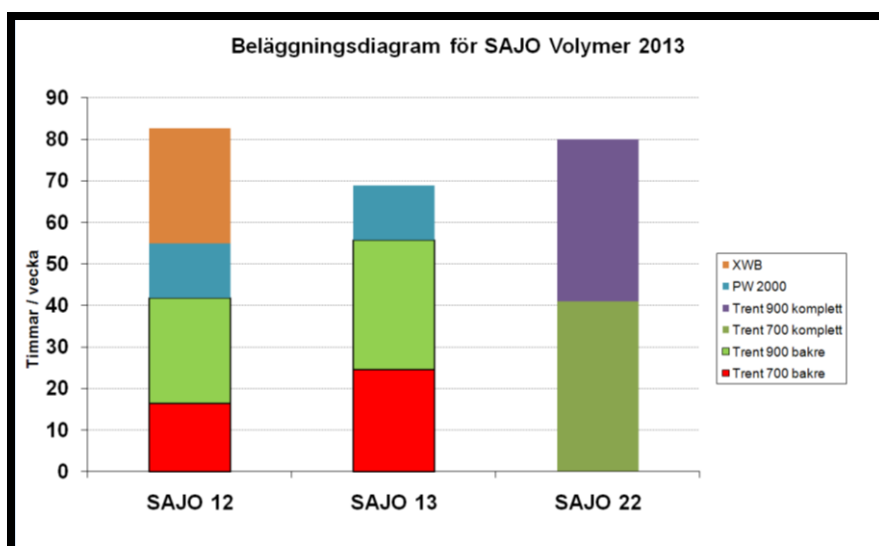
Figur 7.11 Beläggning Sajogruppen År 2011

7.5.2 Maskinbeläggning år 2012



Figur 7.12 Beläggning Sajogruppen År 2012

7.5.3 Maskinbeläggning år 2013



Figur 7.13 Beläggning Sajogruppen År 2013

8 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Arbetet har resulterat i fyra förslag på hur utrangeringsprojektet ska genomföras. Förslagets utformning grundar sig på de tekniska förutsättningar som framkom av kartläggningen. Det som skiljer förslagen åt är det antal steg som måste genomgå för att nå den gemensamma slutliga operationsfördelningen i Sajogruppen. Förslagen grundar sig på följande förutsättningar:

- Förslag 1: Ingen hjälp från utomstående avdelning, buffertkörning räcker för att produktionsmässigt klara av det maskinstopp som uppstår i Sajo 13 vid pinolrenoveringen.
- Förslag 2: Ingen hjälp från utomstående avdelning, buffertkörning räcker inte för att produktionsmässigt klara av det maskinstopp som uppstår i Sajo 13 vid pinolrenoveringen.
- Förslag 3: L.V.S. åtar sig tillfälligt två operationer.
- Förslag 4: L.V.S. åtar sig tillfälligt en operation.

Den tekniska utredningen av maskinerna i delflödet har påvisat att Pinolprojektet måste genomföras för att slutresultatet i delflödet ska bli lyckat. Pinolrenoveringen i Sajo 13 är ett nyckelprojekt vars tidsplan har direkt anknytning till vilket av förslagen som är mest lämpligt. I nuläget finns det två osäkerhetsmoment i genomförandet. Det första är hur lång tid det kommer att ta före renoveringen kan påbörjas. Det företag som har konstruerat och byggt maskinen finns inte längre och därför kan renoveringen även innefatta nykonstruktion av delar. Det andra osäkerhetsmomentet handlar om hur lång tid det behövs för själva maskiningreppet. Kommer Sajo 13 stå stilla så länge att det uppstår störningar i produktionsflödet.

Dessa förutsättningar blir väsentliga för hur utrangeringen ska genomföras och avdelningen för maskinunderhåll utreder i skrivande stund förutsättningarna. När renoveringsarbetet är slutfört måste den nya pinolens effekt på kvalitetsutfallet utvärderas. Var det pinolens bristande precision som låg bakom alla kvalitetsproblem eller finns det fler bakomliggande orsaker?

En del av syftet med arbetet var att utreda om det gick att snabba på utrangeringen genom att tillfälligt förlägg viss bearbetning utanför avdelningen. Denna tillfälliga lösning har i nuläget dock bedömts som inte genomförbar då det råder kapacitetsbrist i tänkta resurser. Detta förlänger utrangeringstiden men kommer inte att negativt påverka kvalitetsläget. De detaljer som upplever kvalitetsbrister på grund av Modulins undermåliga kondition kan oberoende av utomstående hjälp omgående flyttas till Sajogruppen.

Efter att klarhet uppstått i situationen med pinolrenoveringen kan lämpligast förslag väljas ut och beredningsarbetet för operationsförflyttarna prioriteras i rätt ordning. Detta arbete ska beställas löpande av Central Produktionsteknik. Beredningsarbetet är omfattande i vissa steg

då operationerna inte är förberedda i TCM systemet vilket innebär att helt nya underlag måste skapas. Operationer förberedda i TCM vilka ska flyttas inom Sajogruppen genomförs däremot utan större arbetsinsats. Mängden tilldelade resurser från Central Produktionsteknik kommer att vara helt avgörande för projektets totala tidsplan.

En svårighet i arbetet har varit att få en helhetsbild av situationen och få fram rätt information från rätt person. Personalstyrkan inom det berörda området är omfattande och flertalet tidigare insatta personer har i dagsläget bytt tjänster inom företaget.

Detta arbete är tänkt att se som en utgångspunkt och informationskälla till det fortsatta arbetet i utrangeringsprojektet.

Referenslista

- Andersson, J (1992) *Strategier och metoder för effektivare tillverkning*. Stockholm: Norstedts juridik
- Arponen, V (1993) *Numeriskt styrda maskiner*. Västerås: Västmanlands Rationaliseringsförening
- Bicheno, J (2009) *Ny verktygslåda för Lean*. Buckingham, UK: Lean Enterprise Research Center
- Hågeryd, L (2005) *Modern Produktionsteknik Del 2*. Stockholm: Liber AB
- Jarfors, A (2006) *Tillverkningsteknologi*. Lund: Studentlitteratur
- Jones, D.(2006) *Se helheten kartläggning av värdeflöden*. Massachusetts, USA: The Lean Enterprise Institute
- Kurtoglu, A (1993) *Accuracy Improvement in Machining*. Lund: Studentlitteratur
- Rother, M (2006) *Skapa kontinuerliga flöden*. Cambridge, USA: The Lean Enterprise Institute
- Trost, J. (2005) *Kvalitativa Intervjuer*. Lund: Studentlitteratur

Utökad geometrimätning A-axel

SAJO10000 Avd.9855

Test av mätning av bordscentrum A0° vs. A-90°

Mätklockans position skall motsvara bearbetnings positioner på kritiska detaljer



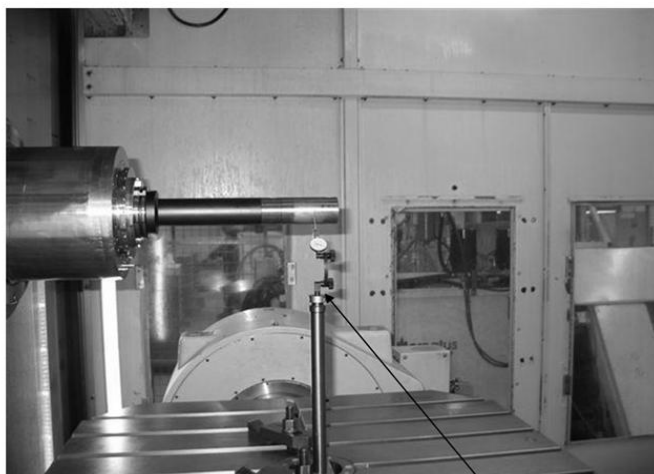
Slide 1
Department, Name
Volvo Aero Corporation Proprietary Information
This information is subject to restrictions on first page.

Patrik K

Avd.9906

VOLVO AERO

Riktning av X-centrum med hjälp av dorn.



Märk upp spindelpositionen, Y-position
ca 550mm ovan bord. Bestäm
spindelposition för att motverka ev.
kast på dorn

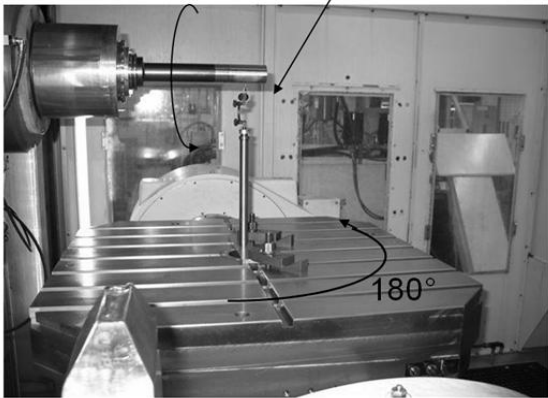
Slide 2
Department, Name
Volvo Aero Corporation Proprietary Information
This information is subject to restrictions on first page.

Patrik K

Avd.9906

VOLVO AERO

180°



Vridning av bord 180°, samt spindel-positionering 180° För att fånga upp ev. kast på dorn.

180°

Y+

X+

Snittet av mätning på slide 1 och slide 2 är bordscentrum.

Slide 3

Department, Name

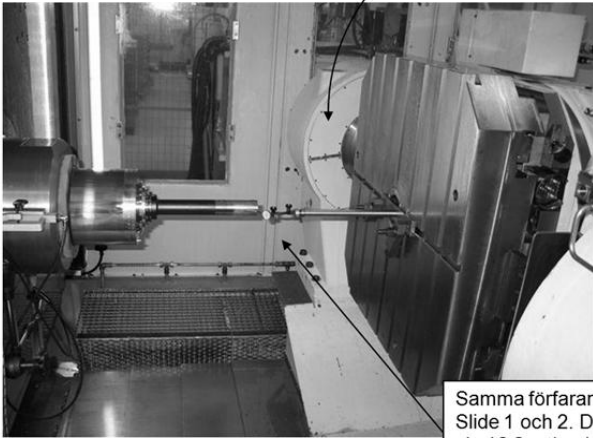
Volvo Aero Corporation Proprietary Information.

This information is subject to restrictions on first page.

Patrik K **Avd.9906**

VOLVO AERO

Mätning av bords-centrum A-90°



90°

Ca 850mm

Samma förfarande som vid Slide 1 och 2. Dock måste man via JOG söka dornets största diameter.

Ca 900mm i Y-ledd mellan mätning i A0° och A-90°

Slide 4

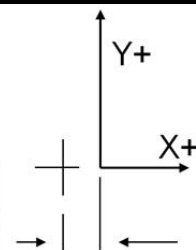
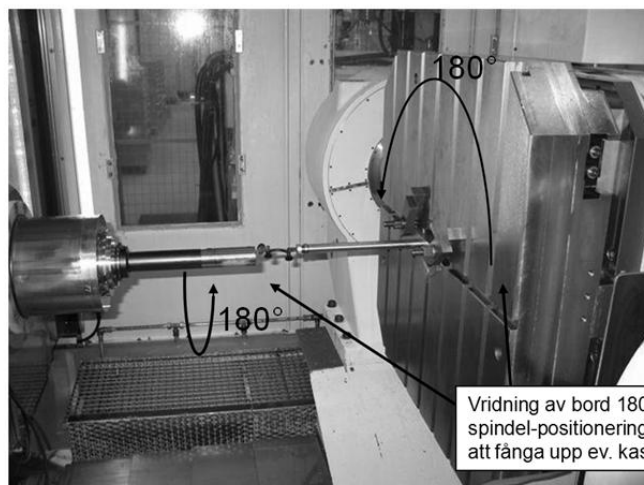
Department, Name

Volvo Aero Corporation Proprietary Information.

This information is subject to restrictions on first page.

Patrik K **Avd.9906**

VOLVO AERO



Snittet av mätning på slide 3 och slide 4 är bords-centrum.

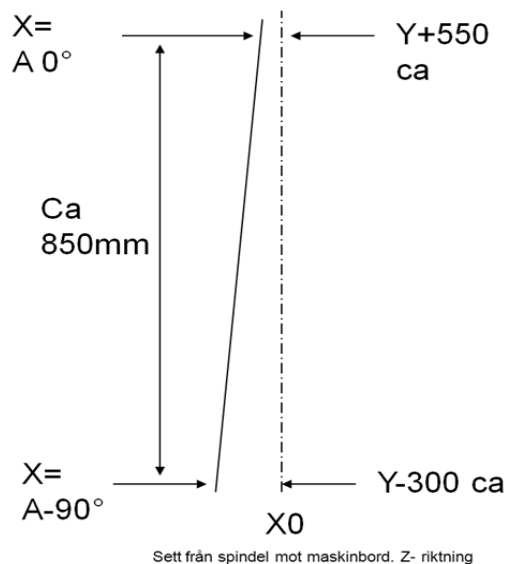
Slide 5
Department, Name
Volvo Aero Corporation Proprietary Information.
This information is subject to restrictions on first page.

Patrik K

Avd.9906

VOLVO AERO

Resultat av mätning:



Slide 6
Department, Name
Volvo Aero Corporation Proprietary Information.
This information is subject to restrictions on first page.

Patrik K

Avd.9906

VOLVO AERO

Offert ombyggnation Sajo 12

SAJO
Sajo Maskin International AB

2006-06-28 S-E Österberg/mg

Volvo Aero Corporation
Patrik Kristiansson
NC-teknik, avd. 9855
Trent
461 81 TROLLHÄTTAN

Offert

Betr. offertförfrågan gällande ombyggnad av SAJO 10000 P.

Ert krav är att ett arbetsstycke med diameter 1980 mm skall kunna bearbetas och bordets tillträelse ändras till +110° - -10°.

Med nya mellandelar – snedställda utåt och höjda med ca 200 mm – beräknas man få en frigång på maximalt Ø 2050 mm.

Maschinenfabrik Eimeldingen har lämnat oss en offert enligt följande:

Konstruktionsarbete	SEK 49.400
---------------------	------------

Materialkostnader – sockel, mellandelar och förhöjningsdetaljer för 200 mm förhöjning	SEK 395.750
---	-------------

Arbetskostnad – inklusive demontage och montage i Trollhättan	SEK 394.775
---	-------------

Till ovanstående kommer:

Transport till och från Värnamo	SEK 8.000
---------------------------------	-----------

För att avkorta leveranstiden kommer arbetet att utföras hos Sajo Maskin International AB i Värnamo med viss assistans från Sajo's sida.

Resekostnader, restidsersättning, hotell och traktamentskostnader för Maschinenfabrik Eimeldingens personal i Värnamo och Trollhättan	SEK 194.000
---	-------------



Nytt stativ till port av väv (lika SAJO 12000)
inklusive montage av stativ och vävport

SEK 118.800

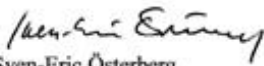
Leveranstid: Demonteringsstart måndag v. 33 = 14 augusti. Maskinen klar för
produktionsstart måndag v. 38 = 18 september.

Betalningsvillkor: Maschinenfabrik Eimeldingen kräver 10 dagar netto från oss –
vilket vi måste vidarebefordra till Volvo Aero Corporation.

Leveranstiden förutsätter materialbeställning under vecka 26.

Med vänlig hälsning

SAJO MASKIN INTERNATIONAL AB


Sven-Eric Österberg

Prioritering utifrån värdeflödesanalys

Prio	Item #	Improvement			
			Problemägare	Genomförare	Forum
2	8	Standardsekvens planering SNC/FNC	Malin/Fröid	Håkan J	AWO
3	46	Avvikelsehantering, arbetssätt (internt / externt) - VSM?	Robert Lindgren	?	VSM
5	14	Behålla processtvätt i C-verkstaden, undvika transport till A	Annica	?	P2
4	20	Omprogrammering CMM - krav nr 04018, 99436, 99589	Odda	Andreas	Bas
4	34	Mätmaskin - trent 700 krav nr 10015	Odda	Andreas	Bas
1	9	Sajo 13: Renovering låsning, pinol	Malin	Anders Storm	Ledn.grupp
		Förbättrad kommunikation och samsyn mellan produktion och stödorg.			

Arbetspaket nya vinkelhuvud

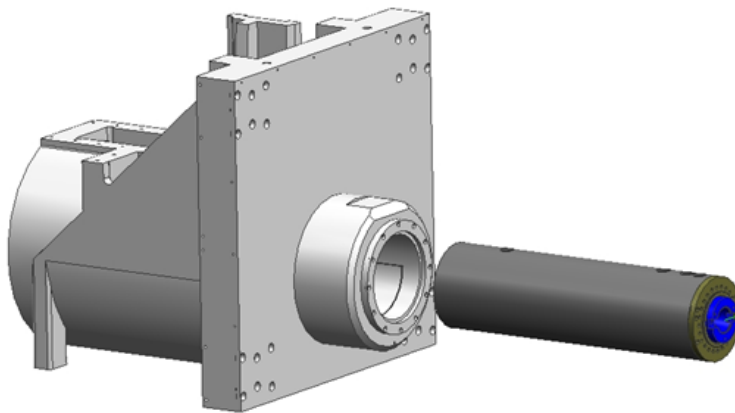
VOLVO AERO
**Arbetspaket
Work Package**

Sida/Page 1 (3)

Arbetspaket, AP, titel/Work Package, WP, title	AP nr/WP no	Reg nr/Reg no	Utgåva/Issue
Nytt vinkelhuvuds-koncept SAJO			01
Ingår i uppdrag/Part of task	Ämne/Base	Objekt/Object	Datum/Issue date
			2011-04-20

Distribution

Arbets-paket 1, Renovering av pinol och inbyggnad av pinol-låsning.

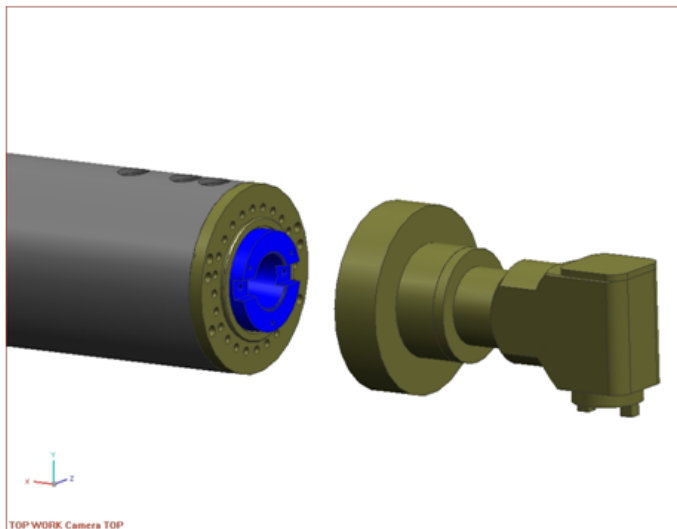


- **Förstudie om det går att bygga pinol-låsning.**

1. Går det bedöma med hjälp av ritningarna, eller måste man demontera först?
2. Kan Underhåll på Volvo Aero demontera/montera pinol, eller måste extern firma göra detta?
3. Mjukvaruhantering av pinol-låsning, M-kod för låsa/lossa, tex, kan Underhåll göra detta själv eller måste den tjänsten köpas in?
4. Uppskattat antal timmar för förstudie från Volvo Aero?
5. Ungefärlig kostnad?
6. Leveranstid?

! Är infästning av vinkelhuvud direkt i spindel-docka ett bättre alternativ? Man måste i så fall bestämma sig för vilken längd vinkelhuvudet skall ha eftersom flexibiliteten med pinolen försvinner. Pinolen måste användas vid hämtning av vinkelhuvudet på docknings-stationen.

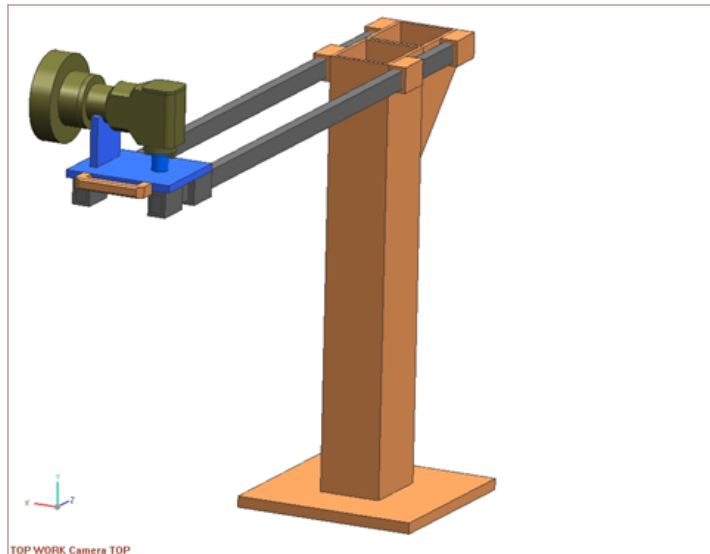
Arbetspaket, AP, titel/Work Package, WP, title Nytt vinkelhuvuds-koncept SAJO	AP nr/WP no	Reg nr/Reg no	Utgåva/Issue 01
Ingår i uppdrag/Part of task	Ämne/Base	Objekt/Object	Datum/Issue date 2011-04-20

Arbets-paket 2, Inköp av vinkelhuvud med infästning.

- **Förstudie om tänkbar leverantör av vinkelhuvud och teknisk lösning.**

1. Vilka leverantörer som säljer vinkelhuvud har teknisk support för special-infästning? Vi bör ha som krav att använda ISO40 eftersom vi inte vill köpa nya verktyg.
2. Vilken typ av infästning skall vi ha? Mot pinol för flexibilitet eller direkt i spindeldocka?
3. Invändig kylning, är det ett krav?
4. Kostnad inklusive teknisk support från leverantör?
5. Leveranstid?

Arbetspaket, AP, titel/Work Package, WP, title Nytt vinkelhuvuds-koncept SAJO	AP nr/WP no	Reg nr/Reg no	Utgåva/Issue 01
Ingår i uppdrag/Part of task	Ämne/Base	Objekt/Object	Datum/Issue date 2011-04-20

Arbets-paket 3, Docknings-station.

- Förstudie på extern docknings-station.

1. Vinkelhuvuds koncept måste vara bestämt för korrekt infästning mellan vinkelhuvud och docknings-station.
2. Kan Underhåll Teknik på Volvo Aero göra detta jobb eller enbart förstudie?
3. Kan vi ha manuell hantering av dockningen? (givare, osv)
4. Om vi skall ha kontroll från styrsystemet, kan vi göra det här på Volvo Aero?
5. Finns det lämplig extern leverantör som kan ta åt sig uppdraget?
6. Kostnad inkl. installation?
7. Leveranstid?

Verktygslista Trent 700 Operation 1800

Verktyg T Nr	Typ	Skaft Ø	Förlängare
V-huvud AG35			
20655			
20643			
17266			
Lilla V-huvud NBS10/13			
Ett V-huvud/ verktyg			
15355	Fräs	10	
20651	Borr	8	
3253	Planförsänkare	10	
High jet			
20646	Borr	10	Ø15 Längd 86
20654	Borr	10	
20645	Borr	10	Ø30 Längd 72
20652	Borr	12	
Övriga			
14516	Fräs	25	
23015	Fräs	25	
20644	Borr	16	Ø50 Längd 210
3254	Fasverktyg	Komet	Konisk längd 200
20653	Planborr	8	Ø50 Längd 210 + Ø42 längd 60
17271	G-tapp 3/8-24		
17273	G-tapp 5/16-24		
17267	G-tapp 1/4-28		

Offert nya vinkelhuvud



Volvo Aero Corporation

461 81 Trollhättan

2010-05-05

Vår ref
Sven Larsson/Jonas Bergman

Er ref
Glenn Svensson

Offert SL/ 122013-1-01

Hänvisar till er förfrågan och har härmed nöjet offerera enligt NL01.

Pos	Antal/st	Art.nr	Benämning	Pris/styck
Alla varianter av huvuden är avsedda att växlas ut och in till pickup plats. Spindel låst i magasin.				
1	2		ROMAI Vinkelhuvud Typ S20-SK50-SK40-D6A1(RWS15) Spindel vinklad 90°. Anslutning med fläns till Pinol SAJO 10000. Drivning ISO 50 kona. Utväxling 1:1 Spindel ut med spindellager. ISO 40 Din 2079 för grundhållare ISO 40 DIN 2080 med andragsbult. Max varvtal:3000/min. Max vridmoment 150Nm Kylvätska in genom ISO 50 kona. Ut centralt genom ISO 40 kona	103 684 kr
2	3		Dito	97 608 kr
3	2		ROMAI Vinkelhuvud Typ S20-SK50-SK40-D6A1(RWS15) Spindel vinklad 90°. Anslutning med fläns till Pinol SAJO 10000. Drivning ISO 50 kona. Utväxling 1:1 Spindel ut med spindellager. ISO 40 Din 2079 för grunhållare ISO 40 DIN 2080 med andragsbult. Max varvtal:3000/min. Max vridmoment 150Nm Kylvätska in genom ISO 50 kona. Ut via kylvätskerör	99 764 kr
4	3		Dito	93 688 kr

Postadress Box 9177 S-200 39 Malmö	Godsadress Russegatan2 S-212 35 Malmö	Telefon 040-492840 Telefax 040-491995	Bankgiro 848-7636 Postgiro 435153-2	Bank SE-Bank	E-Mail square@squaretools.se Hemsida WWW.squaretools.se	Org.nr 556033-9698 VAT-nr SE55633969801
--	---	--	--	------------------------	--	--





Volvo Aero Corporation

461 81 Trollhättan

2010-05-05

Vår ref
Sven Larsson/Jonas Bergman

Er ref
Glenn Svensson

Offert SL/ 122013-1-01

Hänvisar till er förfrågan och har härmed nöjet offerera enligt NL01.

Pos	Antal/st	Art.nr	Benämning	Pris/styck
5	2		ROMAI Vinkelhuvud Typ S20-SK50-HSK 63-D6A1(RWS15) Spindel vinklad 90°. Anslutning med fläns till Pinol SAJO 10000. Drivning ISO 50 kona. Utväxling 1:1 Spindel ut med spindellager. HSK 63 för grunhållare HSK 63. Max varvtal:3000/min. Max vridmoment 150Nm Kylvätska in genom ISO 50 kona. Ut centralt genom HSK 63 kona	100 167 kr
6	3		Dito	96 628 kr
7	2		ROMAI Vinkelhuvud Typ S20-SK50-HSK 63-D6A1(RWS15) Spindel vinklad 90°. Anslutning med fläns till Pinol SAJO 10000. Drivning ISO 50 kona. Utväxling 1:1 Spindel ut med spindellager. HSK 63 för grunhållare HSK 63. Max varvtal:3000/min. Max vridmoment 150Nm Kylvätska in genom ISO 50 kona. Ut via kylvätskerör.	97 804 kr
8	3		Dito	92 708 kr
9	1-5	L07 01060	HSK63 Spännndon för fastspänning av HSK63 hållare mot spindel	1 408 kr

Postadress Box 9177 S-200 39 Malmö	Godsadress Russegatan2 S-212 35 Malmö	Telefon 040-492640 Telefax 040-491995	Bankgiro 848-7936 Postgiro 435153-2	Bank SE-Bank	E-Mail square@squaretools.se Hemsida www.squaretools.se	Org.nr 556033-9698 VAT-nr SE55633969801
--	---	--	--	------------------------	--	--





Volvo Aero Corporation

461 81 Trollhättan

2010-05-05

Vår ref
Sven Larsson/Jonas Bergman

Er ref
Glenn Svensson

Offert SL/ 122013-1-01

Hänvisar till er förfrågan och har härmed nöjet offerera enligt NL01.

Pos	Antal/st	Art.nr	Benämning	Pris/styck
-----	----------	--------	-----------	------------

Priset gäller SEK netto exklusive moms. Ingen valutajustering.

Leveranstid: 8 arbetsveckor efter ritningsgodkännande av specialverktyg och vinkelhuvud.

Support med tekniker från Square Tools och eller ROMAI vid montering och igångkörning av vinkelhuvud ingår utan kostnad för Volvo Aero.

Vi motser tacksamt Er order.

Sven Larsson
Officer Karlavägen 37, 461 38 Trollhättan
Mail: sven@squaretools.se
Mobil: +46 708 492842
Fax: +46 40 596996

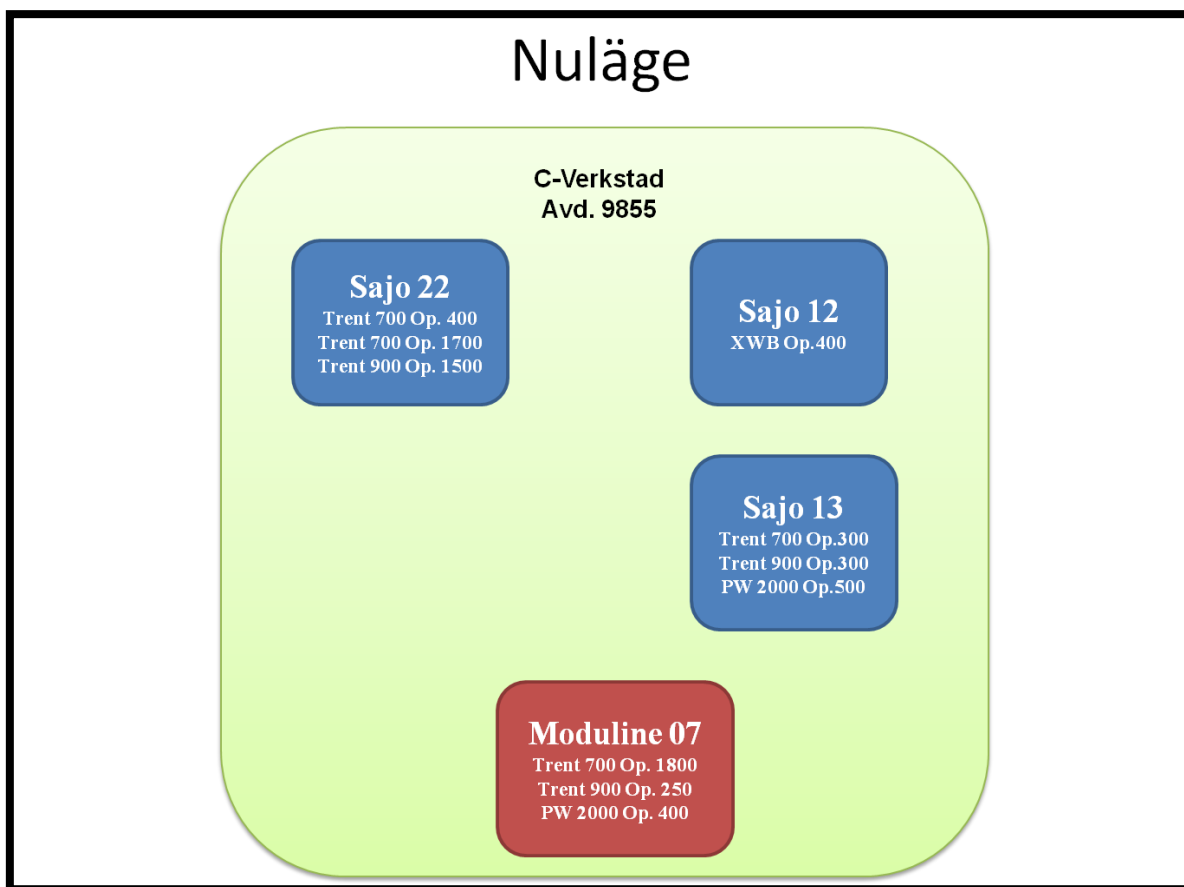
Square Tools AB, Member of Komet Group

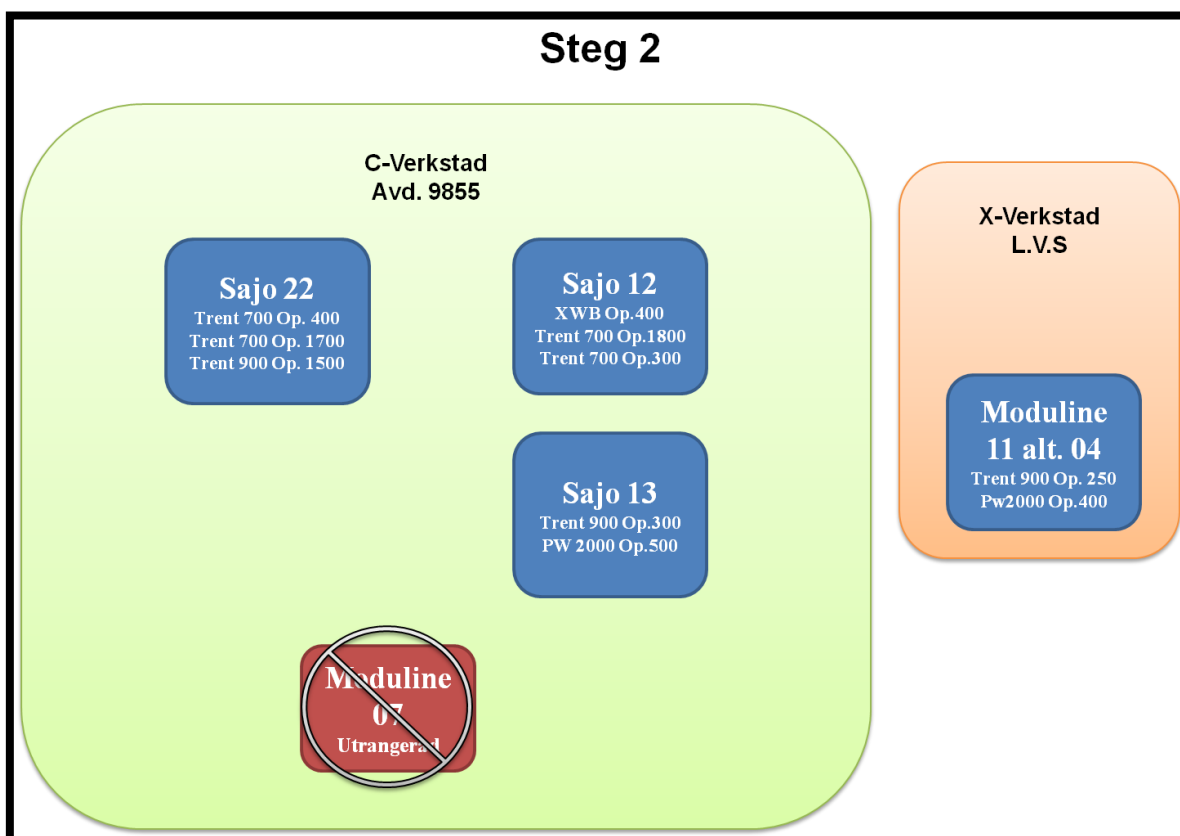
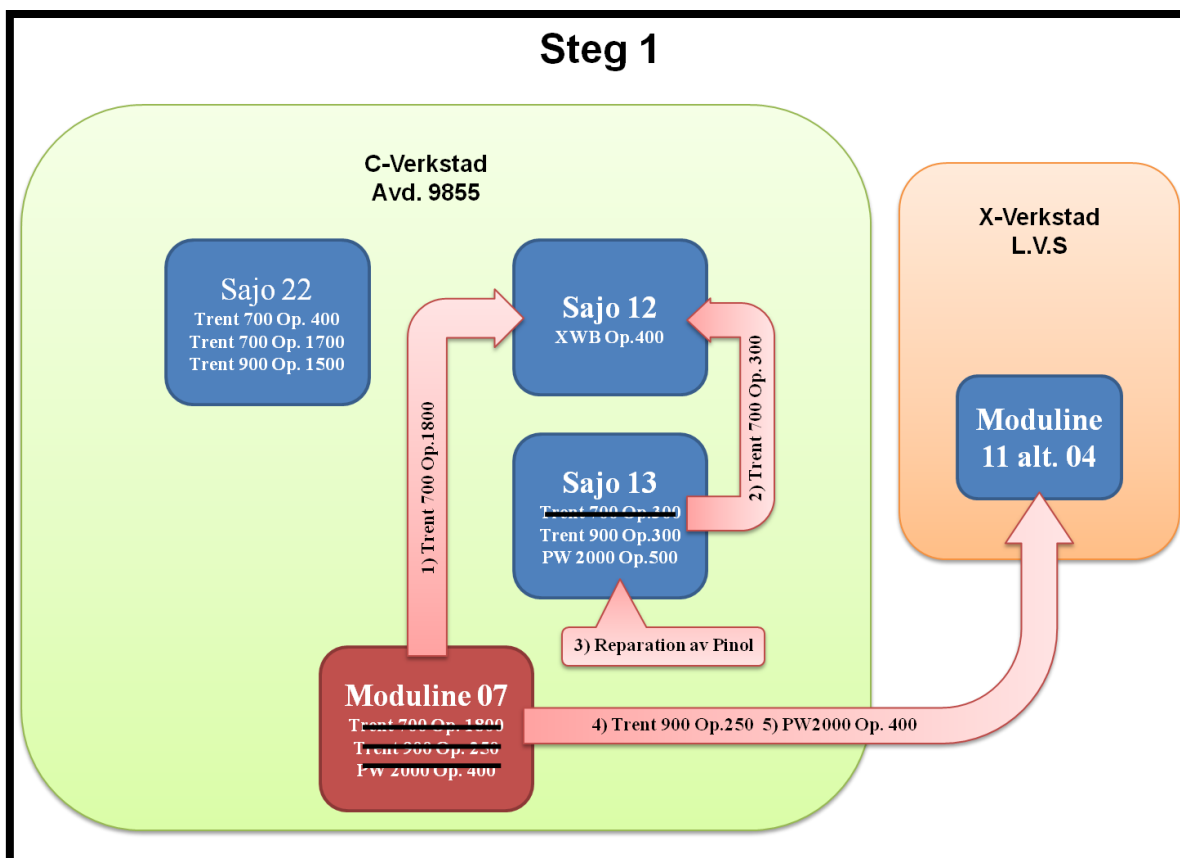


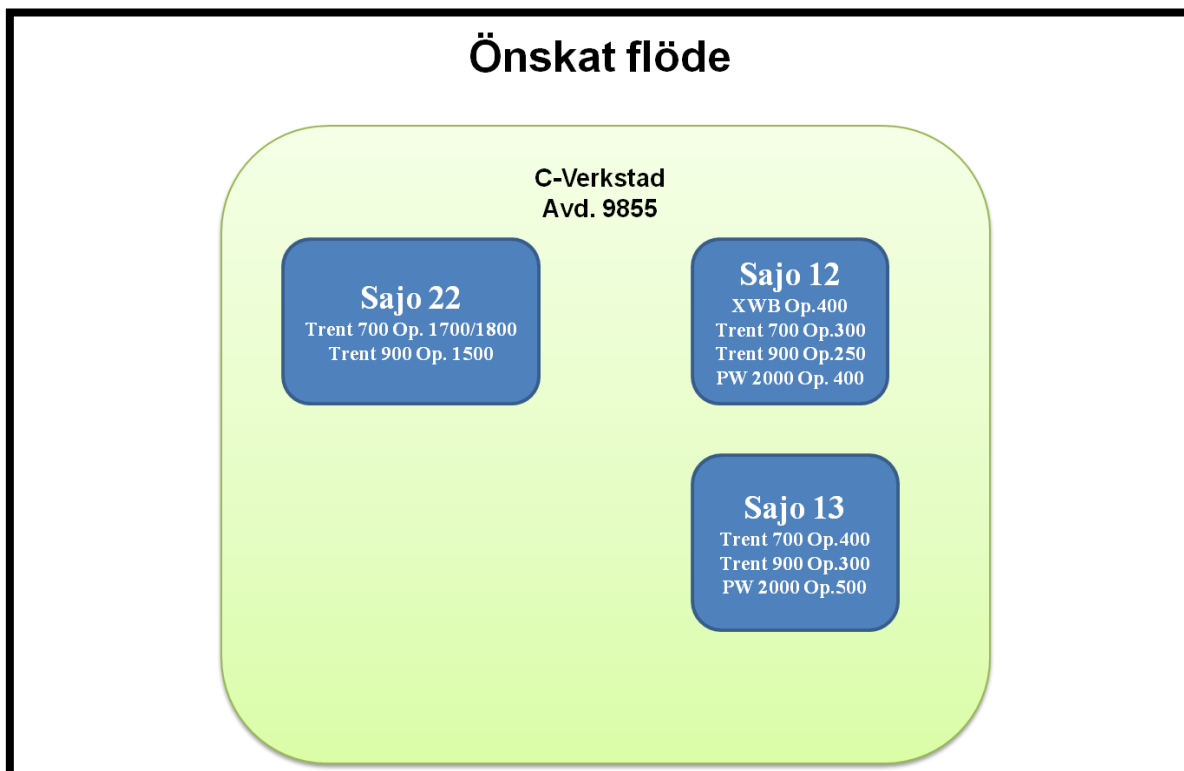
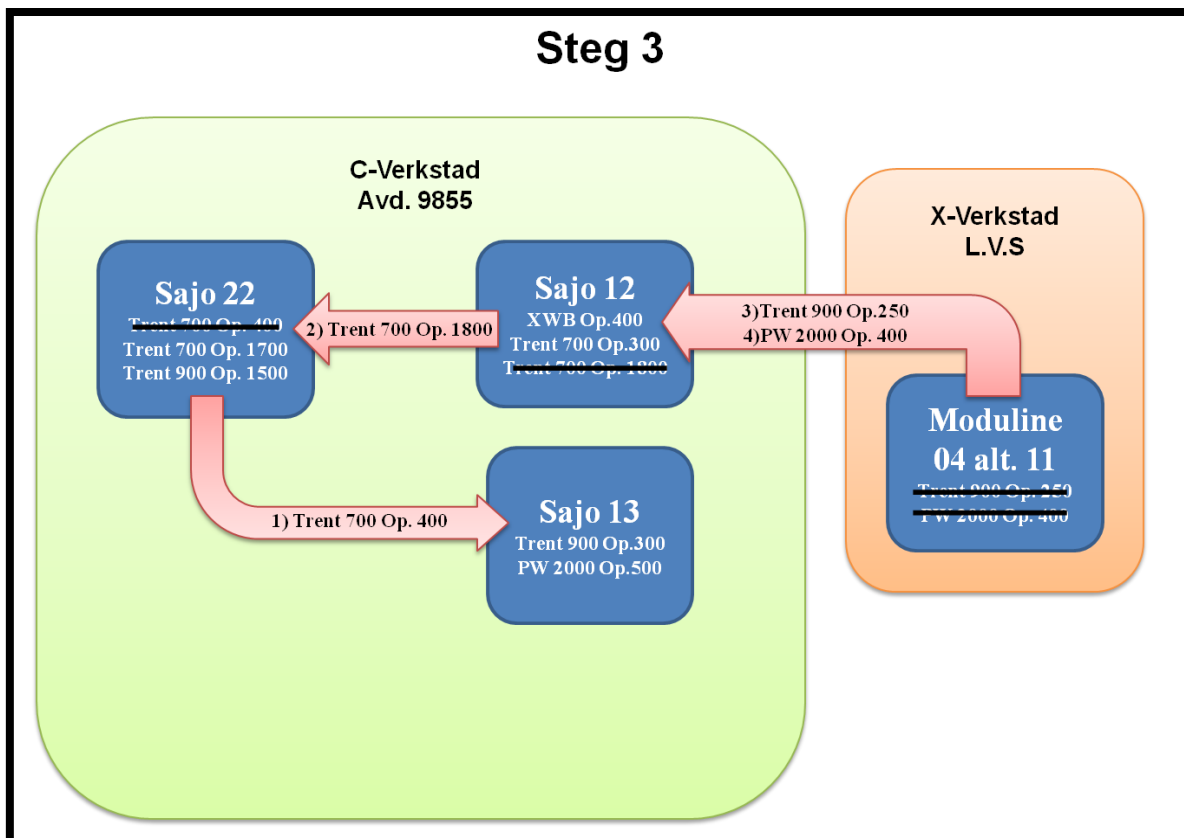
Postadress Box 9177 S-200 39 Malmö	Godsadress Russegatan 2 S-212 35 Malmö	Telefon 040-462640 Telefax 040-491995	Bankgiro 848-7936 Postgiro 435153-2	Bank SE-Bank	E-Mail square@squaretools.se Hemsida www.squaretools.se	Org.nr 556033-9698 VAT-nr SE55633069801
--	--	--	--	------------------------	---	--



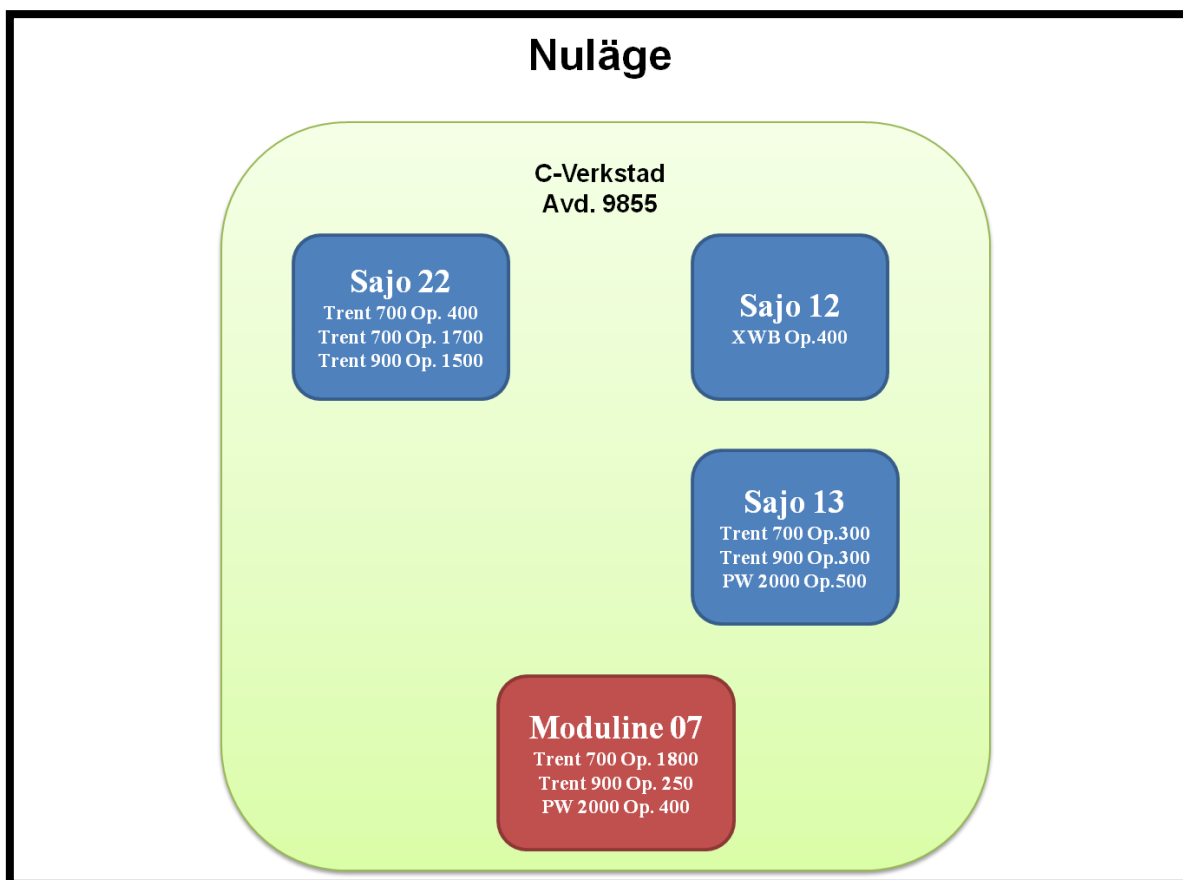
Förslag 3, L.V.S. åtar sig två operationer

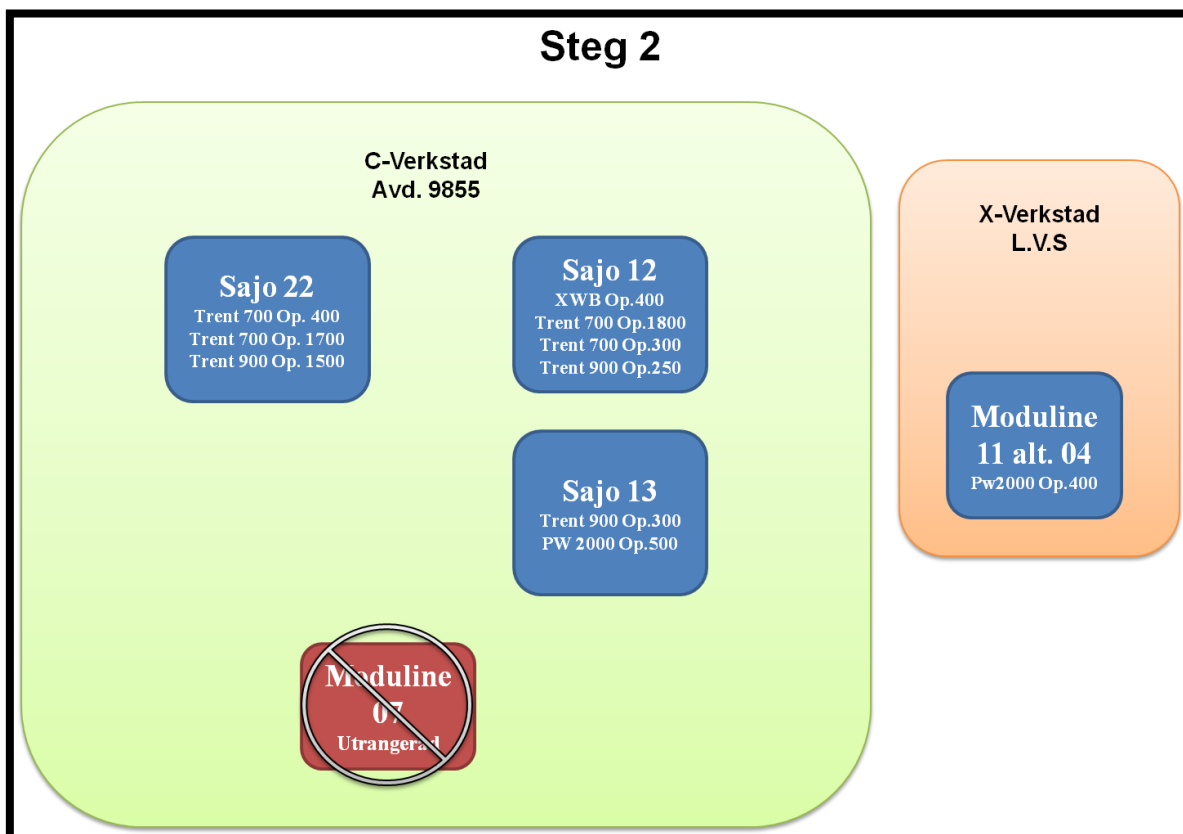
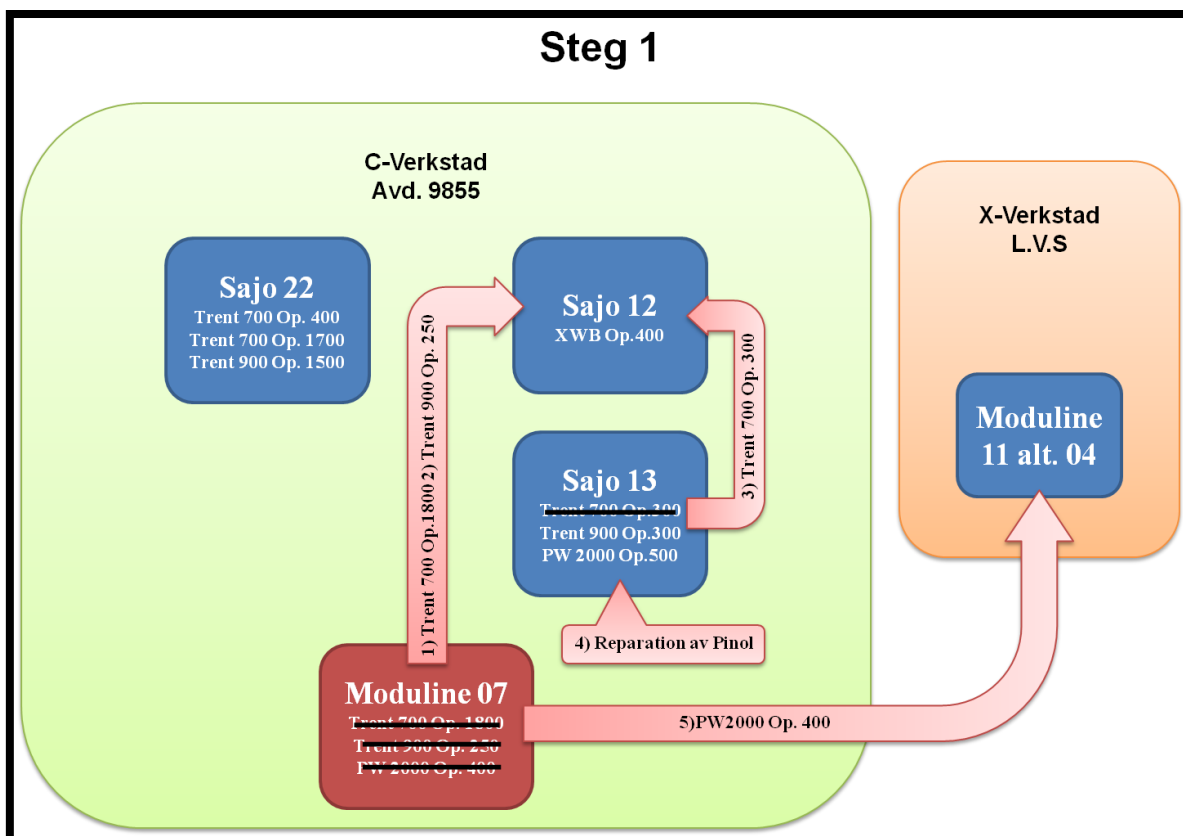




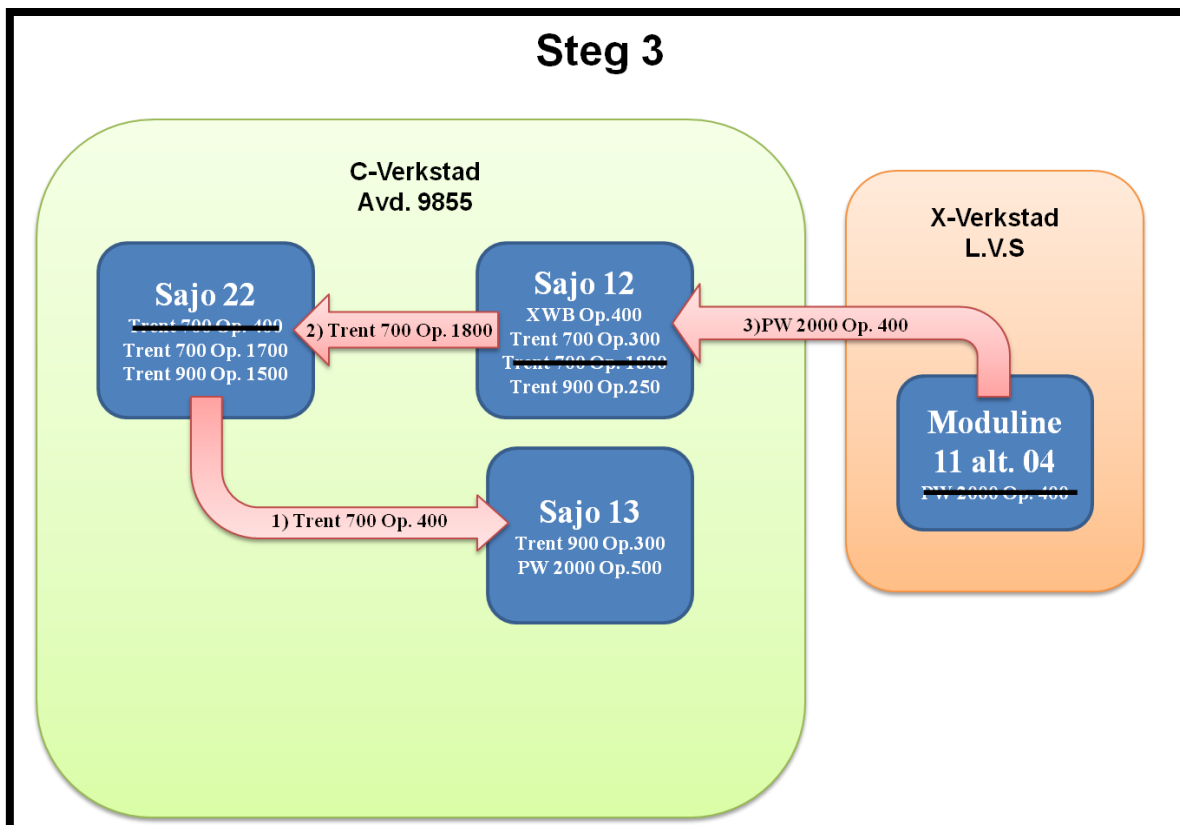


Förslag 4, L.V.S. åtar sig en operation

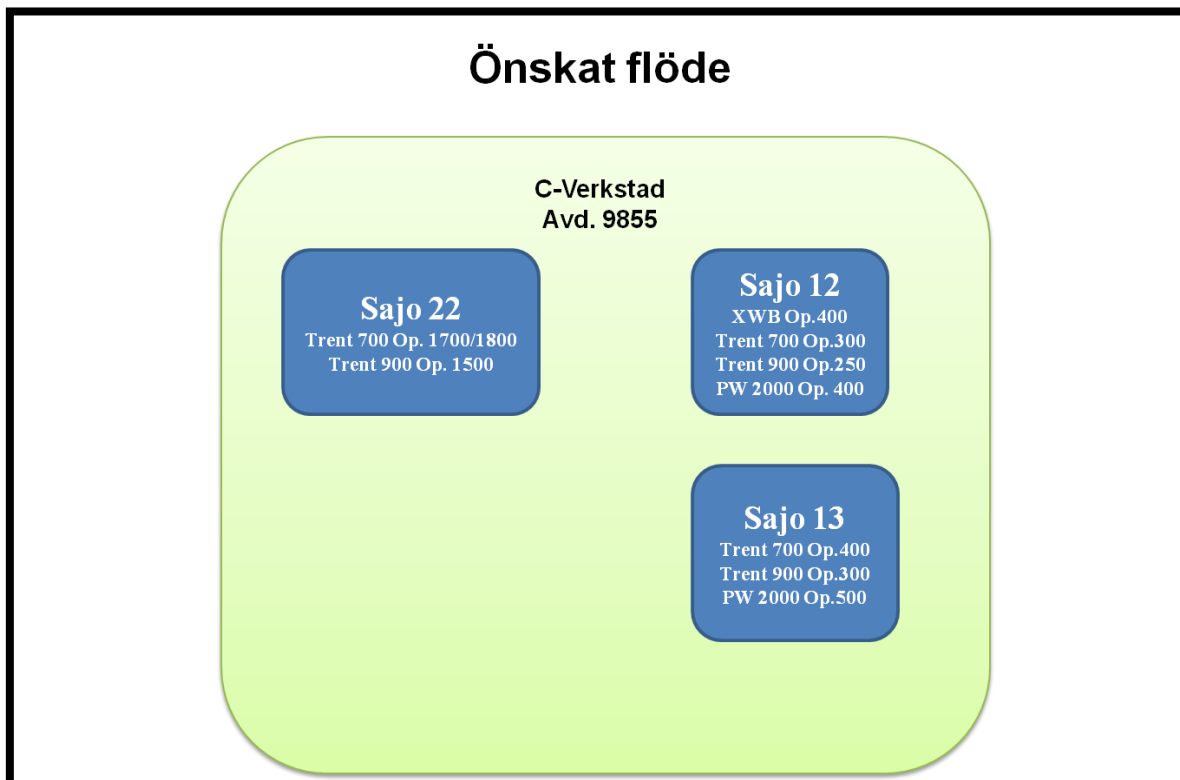




Steg 3



Önskat flöde



Arbetsmaterial från kartläggningen: Generella punkter i delflödet

Bilagan presenterar de arbetspunkter som framkommit i samband med intervjuerna. Bilagan är tänkt att ses som en vägledning för hur utredningsprocessen är genomförd och är ett komplement till kapitel 5, resultat av kartläggningen.

- **Kontakta VU-ledare för lägesbeskrivning av pågående projekt:** Just nu bedrivs inget VU-arbete i Sajo-gruppen då upplägget för VU-verksamhet ska förändras på avdelningen.
- **Kontakta avdelningen maskinunderhåll för en saklig beskrivning av utrustningarnas kondition:** Maskinunderhåll anser att det främst är pinolen i Sajo 13 som är maskingruppens största begränsning.
- **Utred det nuvarande kvalitetsutfallet genom kontakt med respektive detaljansvarig:**

Sajo 22:

Trent 700: Kvalitetsutfallet anses tillfredställande

Trent 900: Kvalitetsutfallet anses tillfredställande

Sajo 12:

XWB: Kvalitetsutfallet anses tillfredställande

Sajo 13:

Trent 700 Op. 400: Bearbetas tillfälligt i Sajo 22 på grund av lägesfel vid vinkelhuvudbearbetning.

Trent 700 Op.300: Kvalitetsutfallet anses tillfredställande

Trent 900: Se bilaga 10 s. 3

PW 2000: Kvalitetsutfallet anses tillfredställande

Module:

Trent 700: Kvalitetsbrister kopplade till maskinkondition, flyttas snarast till Sajo 12.

Trent 900: Fungerar för tillfället bra, bör flyttas som nr.2

Pw2000: Ok Vinkelhuvudena anses slitna.

- **Vilka planer finns det för nya vinkelhuvud till Sajomaskinerna:** Det finns en offert på en del av ett nytt koncept. Hur ska arbetet fortsätta för att hela konceptet ska slutföras? Möte med berörda personer gav följande: Kontakt tas med verktygstillverkare för att utreda vilka möjligheter det finns på marknaden, tidigare framtagna konceptet bedöms som bristfälligt på vissa punkter. SQUARE TOOLS var här på besök den 16/5-11 för att visa upp vad de har att erbjuda och förhöra sig om våra önskemål, de ska arbeta fram ett nytt koncept och skicka en offert till Volvo Aero.
Fördelarna med nytt vinkelhuvud är följande:

Solid infästning

Inget manuellt skruvande vilket skapar skilda förutsättningar för likvärdig bearbetning, längre livslängd för V-huvud

Invändig kylning

Skyddad förvarig av V-huvud

Stabilare bearbetning ger kortare programtid

Låsning av pinolen är en förutsättning för att det nya konceptet skall ge önskad effekt. I Sajo 13 måste även pinolen renoveras.

- **Vilka möjligheter finns det till att skapa likvärdiga förutsättningar för bearbetning i Sajo-gruppen:** Efter renovering av pinolen i Sajo 13 finns det inga hinder för att utföra samtliga tänkta operationen i samtliga maskiner i Sajo gruppen. Dock krävs beredning för att detta ska lyckas. Arbetsmiljömässigt är det mest lämpligt att bearbeta ”kompletter” i Sajo 22 och ”halvor” i Sajo 12.
- **När dörren öppnas eller säkerhetsknappen på handenheten släpps i Sajo 12 och Sajo13 övergår läges positioneringen av Y-axeln från elektrisk till mekanisk vilket medför att spindeln sjunker ca en tiondel. Även spindeln tappar sin låsning i rotationsriktningen vid denna manöver. Att ta ut nollpunkter och rikta detaljer försvåras av detta fenomen. Går det att göra förändringar på Sajo 12 och Sajo 13 så att de uppför sig på samma sätt som Sajo 22:** Ett jobb är beställt av maskinunderhåll och ombyggnationen kommer att genomföras.
- **Redan kända hinder med flytten av Trent 900 Op. 250 till Sajo/ tillfälligt Moduline LVS:** inga

- **Redan kända hinder med flytten av PW 2000 Op. 400 till Sajo/ tillfälligt Moduline LVS:** Finns det passande vinkelhuvud i Sajo för ändamålet, i Moduline används ett ”litet” vinkelhuvud som är ”stiftat” för att ge tillräcklig stabilitet. Detta vinkelhuvud går inte att rikta i sidled vilket gör att det kan bli problem med att få det rakt i Moduline 11. Det krävs även en urfräsning i maskinen för att fixturen ska gå fritt. Ett nollningshål på bordet för vinkelhuvud. Programmet i Moduline 07 är specialgjort med hänsyn av maskinens slitage och går inte att ta rakt av. Vinkelhuvudena i Moduline anses vara mycket slitna och det föreligger en viss risk då det inte finns reserv. Vid flytt till Sajo måste detaljen först läggas in som modell för att simulera ifall våra Nbs-13 huvuden är tillräckligt små för ändamålet. Vid nyberedning av PW 2000 för Sajo ska vi även se över möjligheterna till att flytta med den manuella gängningen.
- **Geometrimätning av maskinerna sker ej längre på regelbunden basis, se över hur vi ska utföra självkontroller av våra utrustningar:** Ett projekt för att utforma ett tillvägagångssätt pågår på Volvo Aero. Geometrimätning och lasermätning av repeterbarhet är lämpligt att beställa från maskinunderhåll en gång/år, påminnelse kan t.ex. ske via TPU-delen i ”smm”.
- **Nuvarande V-huvuden i Sajogruppen:** Tre V-huvud, två används i produktion och ett i reserv. **Status:** Ett är ok, ett nyrenoverat och ett måste snarast skickas på renovering.
- **Uppriktning av V-huvuden sker före bearbetning i varje operation, detta medför stort slitage på låsskruvarna vilka efterhand tappar sin förmåga att låsa:** Operatörerna drar åt dessa skruvar med en ringnyckel vilket skapar olika förutsättningar beroende på vilken operatör som utför momentet. En momentnyckel borde införas och rätt moment fastställas för att skapa likvärdiga förutsättningar för V-huvudsbearbetning. Detta är inte genomfört.
- **Undersök i vilken utsträckning befintliga verktyg kan användas vid flytt av Op. 1800 från Moduline till Sajo 12:** Alla verktyg kan flyttas över från Moduline till Sajo efter att de monteras på iso 50 kona alternativt Vinkelhuvud.
- **Undersök om det går att proba brandväggen i Op. 1800 för att underlätta bearbetning av försänkningar, idag justeras verktyget in manuellt. Finns det en extra prob i Sajogruppen med vinklad mätpinne:** Det är möjligt, på grund av tidsbrist tas inte frågan med vid ”ny beredning” utan senareläggs som en programmeringsförbättring.
- **Gör en beställning hos LVS för att tillfälligt få flytta Trent 900 Op. 250 och PW 2000 Op.400 till X-verkstaden:** Beställning är gjord: LVS har meddelat att de i nuläget inte har möjlighet till att bistå med maskintimmar.

Arbetsmaterial från kartläggningen: Maskinerna

Bilagan presenterar de arbetspunkter som framkommit i samband med intervjuerna. Bilagan är tänkt att ses som en vägledning för hur utredningsprocessen är genomförd och är ett komplement till kapitel 5, resultat av kartläggningen.

Sajo 12

Status: Då maskinen vid tidigare tillfälle blivit förhöjd (anpassad till bearbetning av GE 90) anses den av operatörerna som otymplig och farlig vid uppriktning och mätning av detaljer.

Direkta fel: Inga

Punkter att avhandla:

- **Kontroll av Y-axeln övre gränsläge i Sajo 12:** Spindelcentrum når en höjd av ca 820 mm över palletten vid A=0 Resultat: Y-axeln räcker till för att utföra bearbetning av Trent 700 Op. 1800. Detalj på fixtur ger en höjd på ca 980 mm vilket medför att uppriktning av detaljen inte kan ske på ordinarie sätt med klocka monterad i spindeln. Någon form av förlängd arm monterad på magnetfot som monteras över spindeln måste anpassas för ändamålet alternativt en arm från taket: **Utred möjligheterna till att installera en ”platta” ca 600mm från taket.** Tanken är att med hjälp av magnetfot montera lämplig klocka på arm för uppriktning av detaljer: Plattan ska beställas via ”felanmälan av maskin” efter att XWB är färdigbearbetat och maskinen står tom. Test utfört för att kontrollera stabiliteten av tänkt balk i taket: Klockan vibrerar ca 0,04mm vilket visar på att takkonstruktionen inte är stabil nog för att det ska gå att rikta på dettas sätt. En arm likt den som dimsmörjningsdysan är monterad på kan vara ett fungerande alternativ vid uppriktning av detaljer. Vid A-90 är avståndet spindelnos till pallet 1450mm

- **Undersök möjligheter och kostnader för att återställa Sajo 12 till ursprunglig beskaffenhet för att förbättra arbetssituationen för operatörerna. Detta skulle även medföra att den blir bearbetningsmässigt likvärdig Sajo 13 vilket utökar flexibiliteten mellan maskinerna i dagens flöde. Det går som det ser ut i dag inte att bearbeta ”högt” upp på kompletter i Sajo 12:** Vi bearbetar inte ”högt” upp på kompletter utan maskinens höjd påverkar bara uppriktningsmetoden för detaljerna. Det anses att en återställning borde gå att genomföras utan större problem. Ombyggnadskostnaden var 1,1 Mkr inkl. en ny större dörr av den typen som sitter i Sajo 22. Har diskuterat detta med Maskinunderhåll och de påpekar att ombyggnaden utfördes av ett externt företag och att detta inte finns kvar idag. Ska en utredning ske av möjligheter till återställning ska denna utföras av det externa företaget *maskinplus*. En uppskattad återställningskostnad baserad på ombyggnadsofferten 2006-06-28, se bilaga 2: 500.000kr

Nuvarande tillstånd

Fördelar: Kan bearbeta detaljer med en diameter på maximalt 2050mm (inget behov idag, hur ser framtiden ut?).

Nackdelar: Arbetsmiljön upplevs som farlig av operatörerna (Högt att ”klättra”, ostabil pall vid mätning) Går inte att rikta kompletter med nuvarande metod (ny metod utreds och en lösning är på gång)

Återställt tillstånd

Fördelar: Bättre arbetsmiljö för operatörerna. Kan bearbeta 200mm högre detaljer än idag (inget behov just nu)

Nackdelar: Förlorar förmågan att bearbeta detaljer likvärdiga GE 90.

- **Undersök möjligheterna till att utöka eller förbättra trappsteg och plattformar att stå på vid riktning och mätning av detaljer i maskinrummet. I dagsläget används en träpall vid mätning av XWB vilket inte är optimalt:** Detta är ett alternativ som bör genomföras om maskinen inte ska återställas till ursprungligt skick. Maskinoperatörerna ska fundera på hur de vill att förbättringarna ska se ut.

Sajo 13

Status: Upplevs som ostabil och i dagsläget får operatörerna manuellt införa följande kompenseringar vid bearbetning:

Trent 900 Op. 300:

En återkommande kompensering på 0,06 mm i Z på hela programmet. Önskemål om att justera detta i programmet. Renovering av pinolen är under utredning, avvaktar resultat.

Ändra kompensering i Y-led vid V-huvudskörning beroende på vilket plan som bearbetas. Just nu kompenseras -0,08 i Y-led vid bearbetning med verktyg: T102 (borrhål "Musse pigg"), T104 (Fas vy SB), T106(Fas Musse pigg)

Direkta fel: Utsliten Pinol

Punkter att avhandla:

- **Går det att bearbeta kompletter i Sajo 13:** Ja Trent 900 komplett har tidigare bearbetats i maskinen.
- **Är pinolen kvar i samma läge som den var efter "upprättningen":** Pinolen sjunker 0,3 mm på en rörelse av 300mm
- **Har det på något sätt tagits hänsyn till pinolens skick vid programmering av Sajo 13:** Idag sker all bearbetning med pinolen i W= -150 för att få ett likvärdigt resultat. Som en tillfällig lösning är pinolen inslipad för att stå rätt i just detta läge.
- **När maskinunderhåll utför en geometrimätning av Sajo 13 anses maskinen vara ok, dock uppstår skilda lägesfel som talar mot varandra på olika operationer:** En trolig orsak till detta är att uppmätning av maskinen sker i ett obelastat läge. Pinolen belastas på olika sätt beroende på bearbetning och pga. dess undermåliga kondition "glappar" den och operationsspecifika lägesfel uppstår.
- **Fixturen till Trent 900 Op. 300 är inte plan inom 0,02 mm, utred detta:** Anläggningsplanet för detaljen är vågigt inom 0,05 mm, åtgärda?
- **Vad säger maskinunderhåll om pinolens kondition, finns det en möjlighet till renovering:** Maskinunderhåll utreder vilket renoveringsbehov Pinolen har och på vilket sätt denna renovering ska utföras. De tar även kontakt med tekniker på maskinombyggnad för att utreda om "låsningen" kan byggas in vid samma tillfälle.

- **Vid V-huvudsbearbetning kan pinolen vrida sig, Finns det ett förslag på låsning:**
Det har utförts en mindre utredning på möjligheter till låsning av pinolen. Ett förslag till låsning med hjälp av "låsband" finns. Det anser dock att en renovering av pinolen är nödvändig och att klampningsmekanismen skall byggas in vid detta tillfälle. Övrigt anses det att all V-huvudsbearbetning är ostabil i alla maskiner (Sajo) utan låsning av pinolen då de inte är byggda för denna typ av bearbetning: Låsningsförslaget ingår i samma utredning som renoveringen, Maskinunderhåll driver frågan.
- **Utred vilka metoder det finns på Volvo Aero för uppmätning och kontroll av maskiner, Hur rör sig pinolen och vad händer med bordet vid rörelse i A:** Pinolen kan mätas upp med en "milligraf". Pinolen är klassad av underhåll som mycket sliten och en renovering är nödvändig.
- **Har framkommit att det tidigare nämnda vridningsproblemet uppmättes med en metod som tar hänsyn till detaljens höjd från bordet, då blev avvikelser 0,03mm. Om avvikelsen är stabil bedöms den inte skapa några problem. Undersök om vi kan genomföra en likvärdig uppmätning:** Likvärdig uppmätning genomförs enligt bilaga 1. Lånar även stenen från maskinunderhåll för att säkerställa att tornet står rakt före uppmätning av bordsförflyttningen.
- **Hur ser planerna ut för det "nya sättet" att nolla V-huvudet op400 Trent 700 i Sajo 13:** Ska nollas utsida växellåda vid A=-90 för att inte påverkas av lägesfelet som uppstår då bordet går från A=0 till A=-90. Detta skall läggas in i nytt program Op. 400 Trent 700.
- **Utred vilka tidigare utredningar som utförts av pinolen i Sajo 13 och varför statens provningsanstalt gjorde en uppmätning av Sajo 22, kan detta vara en väg att gå för utredning av Sajo 13:** Pinolen i Sajo 13 har ett stort renoveringsbehov. Statens provningsanstalt utförde en volymetrisk uppmätning (laser tracker) av Sajo 22. Detta för att utreda om bordet rör sig i sidled mellan A=0 och A=-90. En Volymetrisk mätning lämpar sig för att utreda vilken del på en maskin som orsakar ett specifikt lägesfel. Anses som den rätta vägen att gå om vi ska åtgärda de 3 hundra delarna som avviker i Sajo 13. I dag sker en kompensering i X-led för att "ta hand om" bordets avvikelse vid förflyttning i A. Denna mätmetod utförs inte av personal på företaget utan måste beställas via t.ex. Statens provningsanstalt. Dock måste pinolen renoveras och resultatet av detta utvärderas innan utökade mätmetoder genomförs.
- **Är programmen riktiga med avseende på Trent 900 Op.300 T121200- 101, 102, 104, 106:** Ska vara granskade och bedöms riktiga enligt Nc-teknik.

Sajo 22

Status: Sajo 22 är den maskin som är nyast och i bäst kondition av de tre. Maskinen är den som är mest lämplig för bearbetning av kompletter då åtkomsten för operatörerna vid bearbetning av höga detaljer anses bäst i denna utrustning. Maskinen har även det bästa kvalitetsutfallet av de tre.

Direkta fel: Maskinen ”bryter” ibland när operatören öppnar dörren, felfrekvens ca 1 ggr/vecka. Felkod: ”Axel A1 Servo 5 Stop a Utlöst”: Felet har framkallats och inblandade relä lokaliserade. Dessa bör bytas ut ihop med reläbryggan, kontakta maskinunderhåll för mer information. Detta var ett äldre ärende och reläerna är redan utbytta. Är det så att problemet uppfattas som begränsande ska ett ärende läggas in till maskinunderhåll. Enligt maskinunderhåll kan det vara så att ett servo är underdimensionerat för maskinen.

Punkter att avhandla: Inga