



CHALMERS

Guideline för beslut om lokalisering av förmontage

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik

ELIN STENVALL
FREDRIK DAHLSJÖ

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Avdelningen för logistik och transport
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2015
Report No. E 2015:089

Guideline för beslut om lokalisering av förmontage

ELIN STENVALL

FREDRIK DAHLSJÖ

Tutor, Chalmers: Mats Johansson

Tutor, company: Henrik Eklund

Guideline för beslut om lokalisering av förmontage
Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik

ELIN STENVALL
FREDRIK DAHLSJÖ

© ELIN STENVALL & FREDIK DAHLSJÖ, 2015

Examensarbete E2015:089

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Avdelningen för logistik och transport
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
SE-412 96 Göteborg, Sweden
Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Chalmers Reproservice
Göteborg, Sweden 2015

Sammanfattning

Syftet med examensarbetet har varit att konstruera en guideline för lokalisering av förmontage inom motormonteringsfabriken på Volvo Group Trucks Operations, Skövde. I motorfabriken byggs det motorer till flera kunder vilket leder till en variation av slutprodukten. Variationer av slutprodukten leder till variationer på monteringsline. För att hantera variationen lokaliseras monteringen av komponenter till förmontering. Förmonteringen kan utföras på tre olika ställen i fabriken, komponentverkstaden, på kit och på line. Guidelinen behövs som beslutsunderlag för att bestämma var en komponent skall förmonteras.

En komponents karaktäristik är en avgörande faktor som bidrar till att förmontering av komponenten behövs. Vid ett beslut om var en förmontering ska lokaliseras behövs faktorer inom kategorierna kvalitet, säkerhet, kostnader, leverans och övriga egenskaper viktas hur viktiga de är vid införandet av komponenten och hur väl de olika områdena kan tillämpa eller uppfylla faktorn.

För att komma fram till utformningen av guidelinen gjordes en konceptgenerering. Konceptgenereringen genererade fyra koncept som sedan eliminerades till ett. Efter elimineringen utvecklades en guideline som till slut blev den slutgiltiga.

Ett test utfördes på en befintlig komponent för att testa funktionaliteten på guidelinen. Testet visade att guidelinen fungerade bra och att det var lämpliga faktorer som valts ut för ändamålet. För att testa funktionaliteten på guidelinen valdes en komponent ut som utvärderades i alla steg för att säkerställa att guidelinen fungerade så som var bestämt. Testet genomfördes med en produktionsberedare och en produktionstekniker.

Slutsatsen är att guidelinen fungerar och innehåller faktorer inom kategorierna kvalitet, säkerhet, kostnader, leveranser och övriga egenskaper som leder till ett tillförlitligt beslutsunderlag för lokalisering av förmontage.

Nyckelord: *förmontage, guideline*

Summary

The purpose of this thesis was to construct a guideline for the location of the pre-assembly at Volvo Group Trucks Operations engine plant in Skövde. The engine plant builds the engines for several customers which results in a wide variation of the final product. Variations of the final product leads to variations on the assembly line. To manage the variability the assembly of components are localized into pre-assembly areas. Pre-assembly can be performed in three different areas in the factory which are the component workshop, the kit and the assembly line. The guideline is needed as a decision support for determining where a component should be pre-assembled.

A components characterization is a crucial factor that contributes to why pre-assembly of a component is needed. When a decision on where a pre-assembly should be located required factors in the categories of quality, safety, cost, delivery and other properties are weighted of how important they are for the introduction of the component and how well the different areas can fulfill the factors. To come up with a design of the guideline a concept generation was performed. The concept generation generated four concepts which then was eliminated into one. The selected concept was then further developed into the final guideline.

To test the functionality of the guideline a component was selected and then evaluated in all steps of the guideline to ensure that it worked as decided. The test was performed with a Pre-Production Engineer and a Production Engineer.

The conclusion is that the guideline works and contains factors in the categories of quality, safety, cost, delivery and other characteristics that lead to a reliable decision support for the localization of a pre-assembly.

Keyword: *pre-assembly, guideline*

Förord

Denna rapport redogör för examensarbetet *Guideline för lokalisering av förmontage* som utförts på uppdrag av Volvo Group Trucks Operations i Skövde. Arbetet innefattar 15 högskolepoäng och är det avslutande arbetet på högskoleingenjörsprogrammet Maskinteknik på Chalmers Tekniska Högskola.

Vi vill framförallt tacka vår handledare Henrik Eklund, Production Engineer på Volvo GTO för ett bra samarbete och all hjälp vi har fått.

Anders Dahl, Pre-Production Engineer, som är en av kunderna till guidelinen har med sina råd hjälpt oss att konstruera den guideline som slutligen blev slutresultatet. Tack.

Ett tack till Linda Pettersson, Manager Engineering Assembly som varit med och planerat upp arbetet.

Vi vill även tacka vår examinator Mats Johansson, Professor inom Teknikens ekonomi och organisation och vår handledare Carl Wänström, Universitetslektor inom Teknikens ekonomi och organisation.

Ett sista tack vill vi tillägna övrig personal i monteringsfabriken för ett bra samarbete och personalen i komponentverkstaden som vi hade mycket kontakt med i början av arbetet.

Beteckningar

Beteckningar och förkortningar

Artikel	En enstaka del som tillsammans med andra artiklar bildar en komponent
Balansering	Fördelning av arbetsmoment mellan stationerna för att hålla takttiden
Batch	Artiklar som exempelvis förmonteras, monteras eller hanteras tillsammans
EHB	Transportsystem som går i taket
HL	Höglagret, huvudlagret i fabriken
Kittning	Eng kitting, hopplockning av en eller flera artiklar till en eller flera stationer på monteringsline
Komponent	Minst två artiklar som monterats ihop
Slöseri	Eng. waste, jap. Muda. Aktiviteter som inte tillför något värde.
Takttid,TT	Den beräknade tiden mellan varje slutprodukts leverans. Takttid är baserad på förhållandet mellan kundens efterfrågan och tillgänglig arbetstid.
VPS	Volvo Production System, Volvos produktionssystem med grund i Toyotas produktionssystem
13S, 13VS, 16S	De olika slutmonteringslinerna

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsningar	3
1.4 Precisering av frågeställningen	3
2. Teoretisk referensram.....	5
2.1 VPS	5
2.2 Komponentkaraktäristik.....	6
2.3 Montering.....	8
2.4 Materialförsörjning	9
2.5 Kvalitet.....	10
2.6 Flexibilitet.....	10
2.7 Säkerhet.....	10
3. Metod.....	11
3.1 Definiera problem.....	11
3.2 Planera och avgränsa	12
3.3 Kartläggning.....	12
3.3.1 Datainsamling.....	14
3.3.2 Praktiskt arbete	14
3.3.3 Intervjuer.....	14
3.3.4 Observation	15
3.3.5 Komponenter.....	16
3.3.6 Litteraturstudie.....	16
3.3.7 Visualisering flöden.....	16
3.4 Konceptframtagning	16
3.5 Eliminering koncept.....	17
3.6 Val och utveckling vinnande koncept	17
3.7 Test guideline	18
4. Empiri	19
4.1 Kartläggning komponenter komponentverkstaden	19
4.3 Komponentkaraktäristik.....	19
4.3 Monteringsprocessen komponentverkstaden.....	20
4.4 Montage.....	23
4.4 Materialförsörjning	25
4.5 Kartläggning förmonterings på kitstation	26
4.6 Resultat kartläggning.....	28
5. Koncept.....	31
5.1 Konceptframtagning för guideline.....	31
5.1.1 Koncept Ja/nej.....	31
5.1.2 Kostnads kalkylkoncept	32
5.1.3 Instruktionslista	33
5.1.4 Matriskoncept.....	33
5.2 Eliminering av koncepten	34
5.2.1 Fördelar och nackdelar koncepten	35
5.2.2 Eliminering av koncepten i Pughs matris	35
5.2.3 Eliminering med involverad personal	36
5.3 Konceptval	37
5.4 Utveckling vinnande koncept	37

6. Resultat.....	39
6.1 Faktorer och kategorier viktiga för guideline	39
6.2 Slutgiltig guideline	39
6.3 Funktionstest av utformad guideline.....	43
7. Diskussion	45
7.1 Guidelinen.....	45
7.2 Tillförlitlighet	45
7.3 Avgränsningarnas påverkan på slutresultatet	46
7.4 Framtida rekommendationer.....	47
8. Slutsats	49
9. Litteraturförteckning	51

1. Inledning

Arbetet har utförts åt monterings teknikavdelningen på Volvo Group Trucks Operations (Volvo GTO) i Skövde. I inledningskapitlet redogörs en bakgrund till problematiken med en produktvariation. I inledningskapitlet finns även en kort bakgrundsbeskrivning av vad Volvo GTO i Skövde tillverkar. Bakgrundsdelens beskriver problemen med införandet av ny motorkomponent. Arbetets syfte presenteras och även avgränsningar samt preciseringen av frågeställningen.

1.1 Bakgrund

I alla fabriker där montering sker i liner finns det problem med att balansera monteringslinen så att alla stationer har samma monterings tid. I en idealsituation skulle arbetsinnehållet på en station alltid ta lika lång tid att utföra precis så att det matchar taktiden oavsett vilken montör som utför arbetet. För en monteringsline som sätter ihop flera komponenter till en slutgiltig produkt finns det svårigheter med att hamna nära taktiden för montaget. Problematiken kan hanteras på olika sätt (Baudin, 2002). Antingen behöver linan få en högre automatiseringsgrad eller så behöver komponenter byggas i en förmontering (Baudin, 2002). En komponent innebär två eller fler artiklar som byggs ihop till en.

Eftersom en monteringsline har begränsningar och att allt inte kan monteras där så behövs det en förmontering. En förmontering är en lösning på problem som uppstår för liner som bygger flertalet varianter av slutprodukten (Baudin, 2002). När komponenter behöver förmonteras så leder det till att beslut måste tas om lokaliseringen av förmontaget. Problemet är då att kunna ta beslutet, därför är det viktigt att få fram ett beslutsunderlag.

På Volvo GTO i Skövde byggs tunga dieselmotorer till ett flertal olika applikationer, bland annat lastvagnar, dumpers, grävare, industrimotorer och marina motorer. Större delen av monteringen sker på liner. Det finns tre monteringslinor med grund- och slutmontering i F-fabriken, benämnda 13-linor, 13-variant och 16-linor. Volvo GTO har kunder över hela världen och i de olika världsdelarna finns det olika krav och önskemål på de olika motorerna. Motorerna som säljs är anpassade till kunden vilket leder till en stor mängd varianter. De olika motorvarianterna tar därmed olika lång tid att montera vilket leder till förluster i form av balansering. För att minimera variationen i stationstid på line förmonteras vissa artiklar innan de monteras på motorn. Detta sker antingen i anslutning till line eller i en annan del av fabriken, den så kallade komponentverkstaden.

Tidvis uppkommer situationer som innebär förändringar på line, på kitstation eller i komponentverkstaden. En sådan situation kan innebära att en ny komponent tillkommer på någon motorvariant och behöver förmonteras eller att en komponent utvecklats och förmontaget inte behöver vara lokaliserat där det är lokaliserat för tillfället.

Det kan även inträffa situationer så som taktförändringar på grund av minskad eller ökad efterfrågan, problem med montage på något av ställena där bland annat kvalitet eller ergonomin blir drabbad eller att det sker bemanningsförändringar. Vid förändringar likt de nämnda måste beslut fattas kring var förmontering av berörda komponenter ska ske.

Ett stort arbete har utförts med att införa kittstationer längs med line för att hantera tidsvariationerna och öka den värdeadderande tiden för montören. Ytterligare en bidragande orsak till att välja kittning är att kvalitetsanmärkningar internt minskar då artiklar plockas med systemstöd och sedan monteras. På kittstationerna kan det även utföras visst förmontage. Kittaren plockar ihop allt material som montören behöver till varje motor på en så kallad kittvagn. De plockade artiklarna och komponenterna ska monteras på aktuell motor.

Ett alternativ till att utföra förmonteringen i samband med kitting är att utföra det i komponentverkstaden. Orsaker till detta kan ha varit bland annat plats- och tidsbrist. I komponentverkstaden sker förmontering batchvis vilket innebär att artiklarna hanteras fler gånger än om de byggs i sekvens direkt på kittvagn. Faktorer som påverkar var en artikel förmonteras är bland annat yta, beläggning på operatörer och artikelns komplexitet.

Volvo GTO strävar efter att arbeta standardiserat utefter en förutbestämd metod för att minska spridning av resultat. Detta gäller även i produktionstekniska arbeten där dokumentation anses som ett viktigt steg i arbetsprocessen. Vid beslut om var förmontage av komponenter ska utföras finns det i dagsläget ingen standard eller metod att följa.

Problemet med att inte ha en standard att följa vid beslutsfattande om var förmontage ska lokaliseras i fabriken leder till bristande eller ingen dokumentation. Det finns inte heller någon mall att utgå ifrån vilket leder till att beslutande person inte vet hur vägen till beslutet går. Det kan också vara ett problem när det är olika personer som tar beslut att de inte tar besluten på samma sätt. Det kan leda till att kompetens försvinner med personalen och nästa gång ett beslut ska fattas finns det inget konkret att fatta beslutet på. Kvaliteten på besluten är idag varierande då alla faktorer som skulle kunna påverka ett beslut inte alltid tas i beaktande.

1.2 Syfte

Syftet är att utveckla en guideline för beslut om lokalisering av förmontage. Det innebär att ett underlag skapas för att välja lämpligt område för förmontering av komponent. Detta underlag krävs vid besluttagande och för att förmonteringens placering ska utföras beslutas på samma grunder.

1.3 Avgränsningar

Arbetet innefattar endast Skövdefabriken och tar inte hänsyn till hur det är i övriga motorfabriker i världen. Guidelinen kommer att ta hänsyn till hur det ser ut idag och inte vad som kommer att ske i framtiden med motorlinen. Artiklar som berör slutmonteringen är det som det kommer att fokuseras på. Det innebär att artiklar och komponenter som berör grunddelen på motorn inte kommer att behandlas. Guidelinen kommer inte att behandla skillnader av antalet produkter i arbete vid de olika områdena för förmontage. En eventuell ökad beläggning av de som levererar material i fabriken kommer inte vara med i beräkningar som utförs. Det är inte heller möjligt att ändra konstruktionen på komponenter.

1.4 Precisering av frågeställningen

Utifrån syftet har några specifika frågor uppkommit. Det finns för tillfället ingen standard att följa vid beslut om var förmontage ska lokaliseras vilket behövs inför förändringar som sker. Med hänvisning till bakgrund, problem och syftet ser de mer specificerade frågeställningarna ut enligt följande:

- Vilka faktorer utifrån ett produktionstekniskt perspektiv ska användas för att ta hänsyn till var en komponent ska förmonteras?
- Finns det faktorer som direkt avgör lokaliseringen av förmontaget?
- Finns det samband mellan faktorerna som avgör lokaliseringen av förmontage av komponenten?
- Vilken principiell utformning bör beslutsstödet ha och hur ska beslutsprocessen utformas?

2. Teoretisk referensram

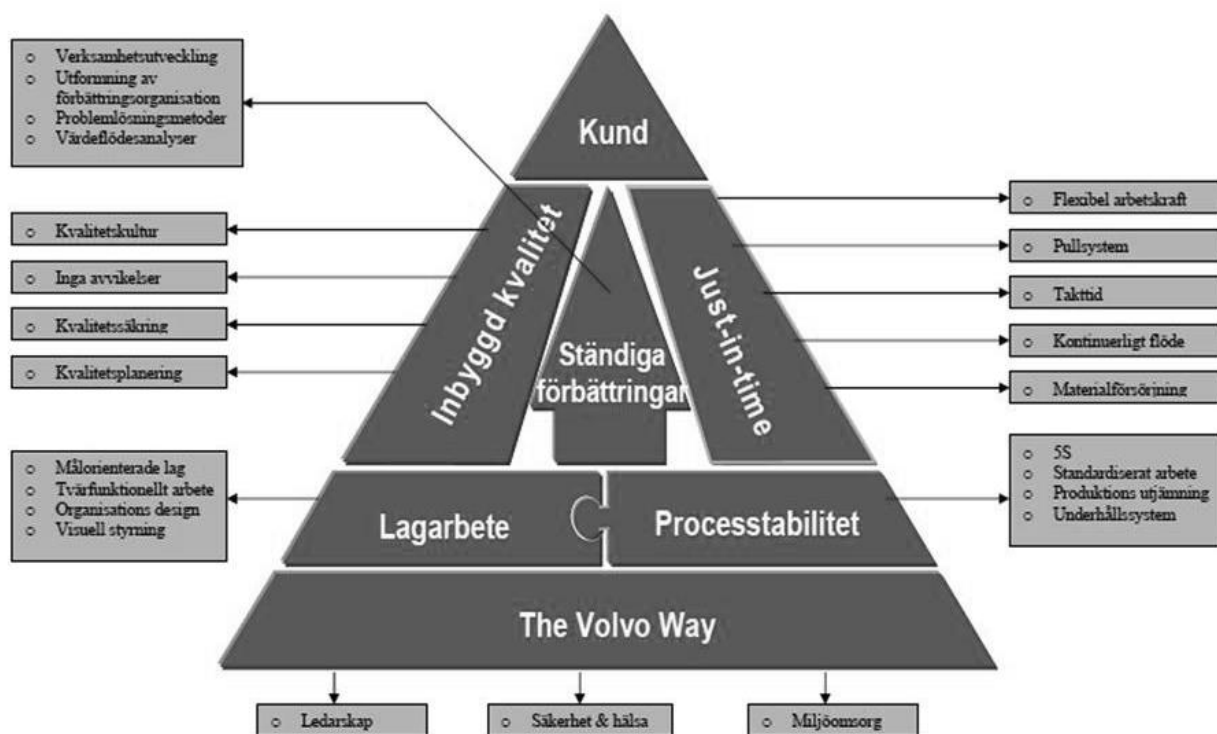
I den teoretiska referensramen beskrivs Volvo Group Trucks Operations produktionssystem vilket är deras sätt att implementera en mer lean kultur inom företaget. Eftersom problemen rör montering av komponenter kommer en introducering till vad montering och monteringsutförande är att beskrivas tillsammans med produktkomplexiteten. Det kommer sedan utgöra grunden för faktorer för den guideline som ska konstrueras för besluten angående var en komponent ska förmonteras. Monteringslinen i ett produktionssystem har begränsningar och det kan leda till att omstruktureringar behöver utföras. För att en fabrik skall kunna fungera behövs även en fungerande logistik vilket redogörs i referensramen.

2.1 VPS

VPS står för Volvo Production System och är Volvo GTOs sätt att införa en mer lean produktion. Lean Production är ofta beskrivet som relationen mellan den tekniska och sociala arbetsorganisationen (Sim & Chiang, 2013). VPS-triangeln består av visionen, principer och ett antal olika verktyg samt tekniker. Visionen definierar vad tanken är att Volvo GTO vill uppnå med att arbeta enligt VPS. Principerna vägleder däremot hur visionen skall uppnås. Verktygen och teknikerna hjälper till i förbättringsarbetet i enighet med principerna och visionen (Volvo internt). VPS är ett hjälpmedel till att mäta, analysera och förbättra processerna inom bolaget. Att arbeta strukturerat eller standardiserat innebär att arbeta efter ett förbestämt mönster. Principerna Volvo GTO arbetar efter är lagarbete, processtabilitet, inbyggd kvalitet, just-in-time och ständiga förbättringar. Principerna formar en pyramid med The Volvo Way som grundsten, vilket illustreras i figur 2.1. Pyramiden med principerna skall leda till att uppnå ett av Volvo GTOs viktigaste mål, att skapa värde för kunden, det vill säga att alltid förse kunderna med rätt kvalitet vid rätt tidpunkt. The Volvo Way är som tidigare nämnt grundstenen i pyramiden. Den beskriver företagskulturen som innehåller värderingar och målen.

Kunden är det viktigaste för företaget och kunden skall alltid vara i fokus och är därmed placerad i toppen av triangeln. Lagarbetet tillsammans med processtabilitet är principerna som utvecklar standarder för att arbeta standardiserat. Det är arbetslaget och lagarbetet som leder till en stabil process då det är personalen på företaget som utför arbetet. Längst till vänster i VPS-triangeln finns principen för att bygga in kvaliteten i processen. Genom att göra rätt från början minskar tider för justeringar och skapar en lugn och trygg arbetsplats. Poka Yoke är ett japanskt koncept som innebär att eliminera felkällor så tidigt som möjligt i processen. VPS använder sig av konceptet vid utformning av processer, maskiner och arbetsmoment för att moment bara ska kunna utföras på ett sätt. Principen längst till höger i VPS-triangeln handlar om att producera just-in-time. Just-in-time innebär att låta efterfrågan av motorerna styra produktionen och att leverera med precision. Leverera med precision gäller allt med produkter, tjänster och antal i rätt tid. Det innebär att leverera med precision till kunder likväl inom företaget som utanför. Det är alltid behovet som ska styra vad som ska produceras och levereras, ett så kallat pullsystem.

Samma tanke gäller vid materialbeställning, efterfrågan styr när material skall beställas. Den sista principen som gör att Volvo GTO utvecklas är att arbeta med ständiga förbättringar. I VPS är ständiga förbättringar hjärtat. När en förbättring har genomförts ska den sedan bli standard. För varje förbättring som genomförs höjs den lägsta standarden inom företaget.

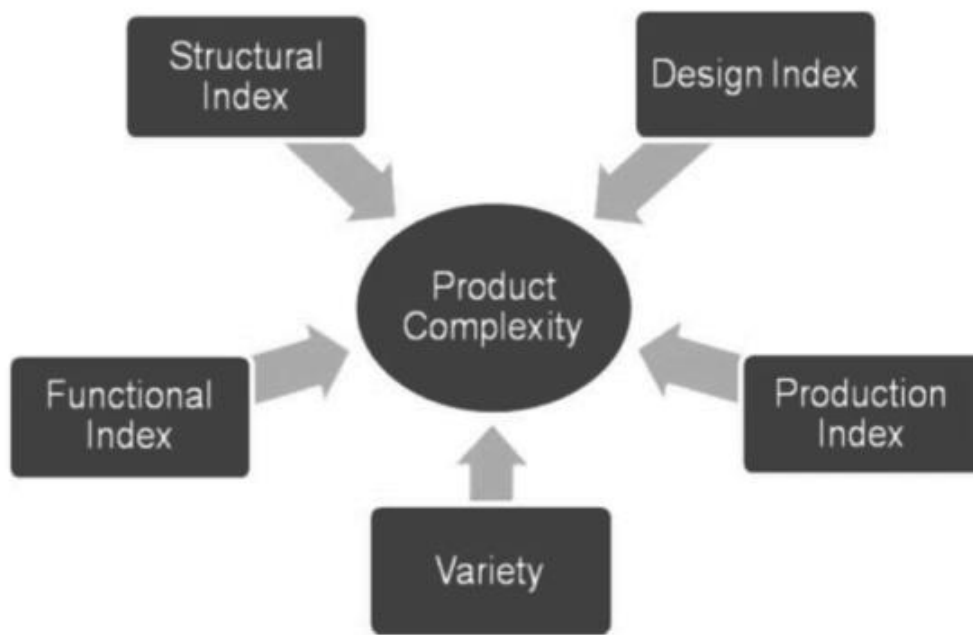


Figur 2.1. VPS-triangeln (Violin, intern hemsida)

2.2 Komponentkaraktäristik

För ett företag som har kunder över hela världen och låter kunden anpassa produkten efter önskemål tenderar det till att det bildas komplexa och varierande produkter. Flera produktvarianter leder i sin tur till ökade kostnader inom bland annat produktionen (Orfi, Terpenney, & Sahin-Sariisik, 2011). En slutprodukt eller komponents komplexitet beror av produktens egenskaper, hur produkten konstrueras och den produktions-tekniska lösningen (Mattsson, 1999). Det finns fem huvudkategorier som påverkar produktkomplexiteten. Där ingår variationen, funktionen, strukturen, designen och produktionen enligt Orfi et al. (2011) som visualiseras i figur 2.2.

VPS är kvalitet en viktig del i det dagliga arbetet på Volvo GTO. Eftersom att VPS tillämpas på hela Volvo GTO tillämpas det även på monteringen. På monteringen byggs det mer eller mindre komplexa produkter och till produkterna behövs olika komponenter. Komponenterna kan även de vara komplexa och det är då viktigt att arbeta standardiserat för att erhålla en stabil process.



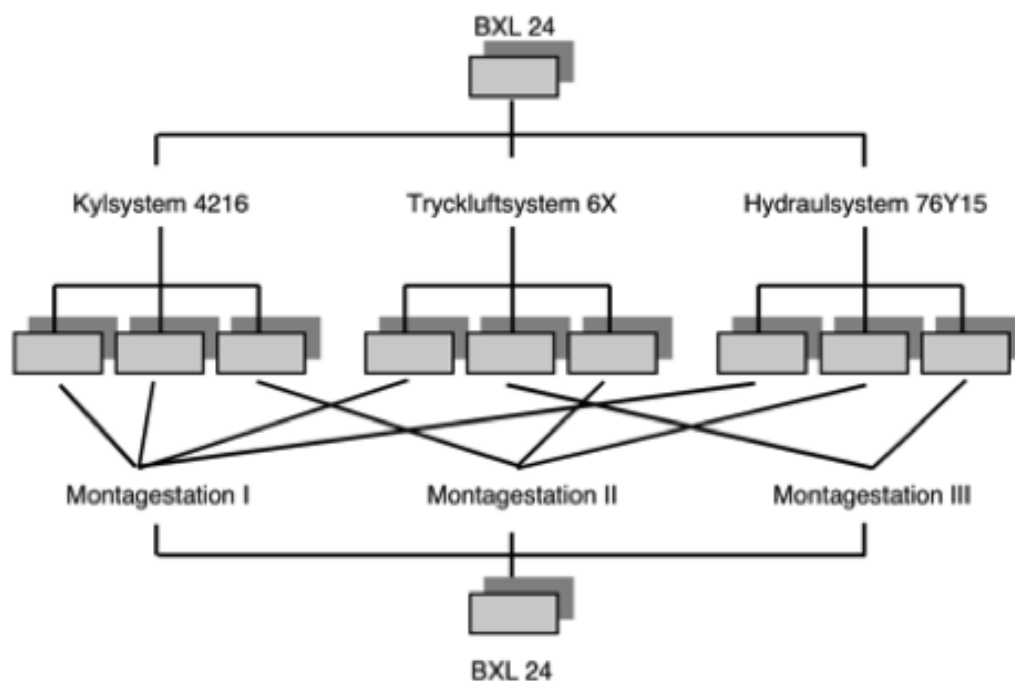
Figur 2.2. De olika faktorerna som påverkar produktens komplexitet enligt Orfi et al. (2011)

Om en produkt är komplex eller inte påverkas som tidigare nämnts av olika faktorer. Den strukturella komplexiteten är en av faktorerna där det fysiska arrangemanget och kopplingen till de ingående komponenterna ingår (Ameri, Summers, Mocko, & Porter, 2008). Produktstrukturen kan beskrivas genom produktträdets bredd och djup. Produktstrukturen påverkar flertalet av de aktiva domänerna i ett företag (Svensson & Malmqvist, 2002). Ändras en produkt så blir olika avdelningar påverkade exempelvis inköp, logistik, ekonomi, produktion och konstruktion. En komponent med djup struktur har ofta många planeringspunkter vilket leder till att det blir extra administration och svårigheter med materialflödet (Mattsson, 1999). En bred struktur har däremot högre risk för brist då det blir fler samordningsproblem. Produktstrukturer ändras med tiden (Svensson & Malmqvist, 2002) då det tillkommer nya artiklar, artiklar bortfaller eller produkten utvecklas. Produktstrukturer finns för både konstruktion och produktionen, vilka skillnader visas i figur 2.3.

En annan aspekt som kan påverka komplexiteten är den funktionella komplexiteten, det vill säga antalet, variationer och anslutningen till dess grundläggande funktioner. En bra design på en produkt är en design som uppfyller alla krav med minsta möjliga antalet komponenter och förbindelser mellan komponenter enligt Ameri et al. (2008). Har komponenten höga prestandakrav så är prestandakravet en faktor som avgör komplexitetsnivån hos komponenten. Variationen är en av de vanligaste indikationerna för att definiera produktkomplexitet enligt Orfi et al. (2011).

Variationer leder till problem som exempelvis inventerings- och produktionssvårigheter enligt Orfi et al. (2011). Ju ovanligare komponenten är desto större är risken att den inte finns tillgänglig vid produktionstillfället (Inman & Blumenfeld, 2014). Antalet varianter av produkten och dess komplexitet har också påverkan på produktionen. Komponenters komplexitet har stor påverkan på kostnader.

I bilaga 1 visualiseras sambanden med komplexitet och var det uppstår ökade kostnader. Sammanfattningsvis så kan informationen från bilagan sammanfattas att det finns tydliga samband mellan höga kostnader och produktkomplexitet. Variationen är en betydande faktor till höga kostnader på flera områden. Även faktorer som berör produktionen är avgörande för en komponents kostnader. En slutprodukt eller en komponent till slutprodukten som innehåller många artiklar bidrar också till ökade kostnader.



Figur 2.3 Illustration skillnader i konstruktionsstruktur och produktionsstruktur (Mattsson, 1999)

2.3 Montering

Montering är en aktivitet som innebär att artiklar sätts ihop och bildar en produkt (Baudin, 2002). Montering är en aktivitet som ofta utförs i slutet av förädlingskedjan vilket innebär att det kan vara här som fel på komponenter som förädlats tidigare i processen upptäcks. I och med att det är här som komponenterna monteras ihop upptäcks fel som toleranser, passform och övriga kvalitetsbrister som kan uppkomma. Inom monteringen finns det stora besparingsmöjligheter. Vid planering av en montering är det viktigt att tänka på materialförsörjningen och utformningen av monteringsarbetet för att uppnå en hög produktivitet (Baudin, 2002). Det innebär faktorer som påverkar bland annat monteringsstrukturen, monteringssekvensen, fördelning av arbete, fixturer och verktyg (Baudin, 2002). Monteringar som utförs i en fabrik kan ske med eller utan

instruktioner. En instruktion eller snarare ett standardiserat arbetssätt är viktigt sett utifrån flertalet aspekter. Standardiserat arbete är ett användbart verktyg för att uppnå en hög kvalitet, produktivitet och säkerhet. Standardiserat arbete är grunden till förbättringar (Emiliani, 2008). För personal på monteringslinor innebär det att det ska finnas arbetsbeskrivning med arbetsmoment, tid för montagen, tid för förflyttningar och en arbetsgång (Johansson, Lezama, Malmsköld, Sjögren, & Moestam Ahlström, 2013)

En monteringsline i en fabrik har begränsningar som kan påverka utformning av materialflöden, bemanning, kostnader för produkten och flertalet andra viktiga faktorer. Det är produkten som bestämmer utformningen av slutmonteringen (Alizon, Dallery, Essafi, & Feillet, 2009). En monteringsline har begränsningar så som bland annat ytor, kapacitet och flexibilitet. Variationer av själva slutprodukten och komponenter till slutprodukterna påverkar cykeltiden på line. För att hantera variationer i monteringstider går det använda förmonteringar (Baudin, 2002). För en line som kör flera olika varianter av slutprodukten är det svårt att balansera monteringstiderna och problemet kan då lösas genom att använda mer förmonteringar (Baudin, 2002).

2.4 Materialförsörjning

Ett kitsystem kan användas för att tidigt i processen säkerställa kvaliteten. Ett kitsystem kan även användas för att undvika ojämna monteringstider. Kittning är en slags förmontering. Kittning går till på så sätt att en kittare plockar ihop material på en vagn som denna sedan levererar till montören på monteringsline. På så sätt behöver montören endast ägna tid till att montera på artiklarna och komponenterna som ligger på vagnen. Kittaren kan ha förmonterat komponenter som montören i sin tur monterar på motorn. Kittning kan utföras vid exempelvis monteringsline, intill huvudlagret i monteringsfabriken och på en avskild avdelning mellan huvudlagret och monteringsline (Hansson, Johansson, & Medbo, 2011). Förespråkarna för kittning anser att kittning ger en bättre kontroll över PIA, produkter i arbete, och en bättre förståelse för de som arbetar på monteringsline. Motståndarna till kittning anser däremot att kittning är en icke värdeadderande aktivitet som används för att dölja en dålig verksamhetsstyrning (Bozer & McGinnis, 1992). Skulle det av någon anledning inte gå att förmontera en artikel på kit kan företag använda sig av en separat avdelning som bara ägnar tid till att förmontera komponenter.

För att kunna leverera material till och från förmonteringar, monteringslinor och till andra avdelningar i en fabrik behövs ett fungerande logistiksystem. Produktionslogistiken inkluderar flera aspekter av materialhantering i en process (Chatzopoulos, Chatzimichailidou, & Tsigkas, 2013). I en fabrik är materialförsörjning och transporter en viktig del för produktiviteten.

2.5 Kvalitet

För att kunna producera produkter med hög kvalitet behöver produkterna tillverkas enligt de krav som specifikationen innehåller. Det är viktigt att alla produkter följer kraven och att alla krav är uppfyllda vid leverans till kunden. För att erhålla en hög kvalitet finns det flera aspekter som kan påverka. Komponentens karaktäristik är en utav dem som kan påverka kvaliteten som tidigare nämnts. Det viktigt med en kultur på företaget som värnar om en hög kvalitet. Enligt VPS ska kvaliteten vara inbyggd i processen vilket leder till att det skall vara svårt att göra fel. Ett sätt att minimera riskerna att montera fel och att bygga in kvaliteten i processen är att använda system som visar och kontrollerar montage som skall utföras. Ett annat sätt är att använda en fixtur. En fixtur har två funktioner, den lokaliserar och positionerar arbetsstycket och håller fast det under montering (Punjab Singh, Nagarajan, & Ramkumar, 2014). En fixtur minskar de mänskliga felen samtidigt som den leder till att montaget kan utföras enligt ett standardiserat arbetssätt enligt Punjab Singh et al. (2014). Den ergonomiska aspekten för montören är också en viktig del för den slutliga kvaliteten och kommer att förklaras mer i 2.7 som handlar om säkerhet. Den slutliga kvaliteten på en produkt beror av flertalet faktorer som innebär allt från den psykiska arbetsmiljön för personalen till arbetsplatsutformningen och arbetsinnehållet (Eklund, 1997).

2.6 Flexibilitet

En monteringsline med olika variationer av slutprodukten behöver vara flexibel. I en monteringsline betyder flexibel att det enkelt skall gå att ställa om till en ny produktvariant. För att kunna erhålla flexibiliteten behöver arbetet ske standardiserat och artiklarna och komponenterna behöver vara mer moduluppbyggda (Taruntaev, 1993). Moduluppbyggnad leder i sin tur till mindre variationer i monteringstid, vilket leder till minskade balanseringsförluster.

2.7 Säkerhet

Säkerhet innebär att ett arbete skall kunna utföras säkert utan att någon person ska kunna skadas. Trucktrafik i en fabrik innebär alltid risker på grund av den mänskliga faktorn. Säkerhet innebär även att arbetsplatsen skall vara utformad så att arbetsplatsen passar alla människor enligt de krav som finns på företaget. Den ergonomiska aspekten är även viktig för kvaliteten på produkten (Taruntaev, 1993). Ergonomianalyser hjälper till att utforma stationerna så att arbetet kan utföras utan att det innebär ergonomiska risker för personalen (Taruntaev, 1993). Designen av produkten har en avgörande påverkan på produktiviteten, kvaliteten och ergonomin. Ergonomiska aspekter påverkar i sin tur både produktiviteten, kvaliteten och kan leda till ergonomiska konsekvenser för personalen (Eklund, 1997).

3. Metod

Metodavsnittet redogör för arbetsgången. Här beskrivs de arbetssteg i den ordning som de utförts i arbetet, se även figur 3.1. Under hela arbetsgången har det varit en kontinuerlig kontakt med personal på Volvo GTO som har kunskap och erfarenheter inom områdena som berörts.



Figur 3.1. Processen för framtagning av guideline

3.1 Definiera problem

Problemet innebär att om en komponent ska förmonteras så ska området där komponenten är mest lämpad för förmontering bestämmas. I fallet att komponenten ska förmonteras så gäller tre olika områden: komponentverkstaden, kitområde eller på monteringsline. Formuleringen av ett problem är det viktigaste steget i en process (Kumar, 2011). Det är därför viktigt att först förstå problemet som leder till formuleringen. Det krävs då en förståelse för verksamheten för att kunna förstå rådande problem som dels Volvo GTO i Skövde har men även andra tillverkande industrier. För att definiera vad problemet egentligen var behövdes till en början en kännedom om fabriken och verksamheten.

3.2 Planera och avgränsa

För att kunna utföra ett arbete behövs en översiktlig plan så att en bild skapas över vart arbetet ska leda och vad målet är. Planeringen är en viktig del för att kunna avgränsa arbetet och är en viktig hjälp för att nå målet. En specifik planering har planerats veckovis och daglig planering har utförts för att strukturera upp arbetsuppgifterna. Avgränsningar som behövdes för att hinna klart med arbetet i tid fastställdes samtidigt som planeringen gjordes.

3.3 Kartläggning

Under en kartläggning, som senare i rapporten kommer att förklaras, har en viss metodik följts för att samla relevant fakta kring de komponenter som blivit utvalda för en noggrannare betraktelse. Metoden har inneburit fyra steg; förstå monteringsprocessen, beskriva monteringsprocessen, samla information om komponenten och beskriva materialflödet kring komponenten. Arbetsgången illustreras i figur 3.2.



Figur 3.2. Arbetsmetod för kartläggningen av de utvalda komponenterna.

Kartläggningen av de tre komponenter, som senare redovisas, var nödvändig för att kunna utskilja faktorer som skulle påverka var en komponent skulle lokaliseras för förmonter. Även en kartläggning över en arbetscykel på kit var nödvändig för att identifiera faktorer som påverkar lokaliseringen. Faktorer som eventuellt inte skulle kunna identifieras från kartläggning av komponenter i komponentverkstaden skulle kunna hittas vid kartläggning av kitsekvensen.

Kartläggningar utfördes i komponentverkstaden och på kit för att samla information om komponenternas karaktäristik och eventuellt varför de placerats där. Det behövdes för att identifiera faktorerna som skulle vara med i kommande guideline. Genom att först förstå montaget gjordes praktiskt arbete, intervjuer, observationer och viss litteraturstudie. Det praktiska arbetet har fördelar som leder till att en djupare förståelse om vad montering innebär, dess svårigheter och nyttan med att se verksamheten från en montörs perspektiv. Det har varit en fördel för förståelse av bland annat en komponentens komplexitet, ett ökat samarbete med personalen och tilliten från personalen. Det praktiska arbetet kan även ses som en deltagande observation. En deltagande observation är när observatören själv deltar i aktiviteten (Kumar, 2011).

Montörerna är de som känner till hur det fungerar i verkligheten och det är då därför bra att ha en dialog med dessa för att samla in information kring hur arbetet verkligen fungerar. Efter att ha inhämtat en förståelse för processen beskrevs de olika monteringsstegen. Informationen kom främst ur SOP (standard operating procedure), vilket är monteringsinstruktionerna som finns tillgängliga för montörerna, och genom observationer på stationerna. En SOP kommer från en standardiserad mall för montagen. Observationer för insamlingen till monteringsinformationen har skett icke-deltagande. Icke-deltagande innebär att monteringen endast observerats utan att ha deltagit i monteringen (Kumar, 2011).

Nästa steg var att samla in information om komponenterna som valts ut. Data som inhämtades om komponenten och dess förmontage var antal som efterfrågas per år, antal varianter, antal artiklar den innehåller och om den går på export. Information som berör dessa områden samlades in på grund av att den bland annat berör produktkomplexiteten. Faktorer som avgör produktkomplexitet är kopplat till antalet varianter och antalet artiklar i komponenten enligt Orfi et al. (2011).

Materialflödet för komponenten ingick i kartläggningen vilket visade bland annat hur transporterna sköts i fabriken, hur komponenterna levereras till line, de olika transportsätten och var komponenter var placerade. Hur de olika komponenterna transporteras är intressant att studera då olika komponenter har olika flöden. Komponenter levereras i olika emballage som tar upp olika mycket yta. Information över hur de olika materialflödena fungerar har fåtts via intervjuer och observationer. I intervjuerna var huvudsakligen den ostrukturerade varianten med enstaka fördefinierade frågor kring ämnet. Innan intervjuerna skulle utföras fördefinierades några frågor. Under intervjuerna så framkom följdfrågor på de fördefinierade frågorna och även nya frågor ställdes vilket ledde till en mer öppen diskussion om ämnet. Den ostrukturerade intervju som användes är en mer flexibel än den strukturerade som tenderar till att helt hålla sig till de förskrivna frågorna (Kumar, 2011).

En värdeflödesanalys är bra vid en kartläggning då den täcker material- och informationsflöden och ger en bra ögonblicksbild över hur det ser ut i fabriken. Analysen är dock även tidskrävande. Tiden har då varit en avgörande faktor varför värdeflödesanalyser inte genomfördes på kartlagda komponenter. Värdeflödesanalyser gav inte någon hög grad av mervärde för kartläggningen och det var också en orsak till beslutet om att inte genomföra dem.

3.3.1 Datainsamling

Datainsamling delas in i kvalitativ och kvantitativ forskning. Kvantitativ forskning utförs på ett specifikt och välstrukturerat vis. Det betyder att den information som samlas in måste utföras på ett visst sätt och alltid på detta sätt vilket gör den trovärdig. Forskningens sätt att utföras förbereds innan forskningen utförs. Kvalitativ forskning som inte är lika specifik och strukturerad riktar sig till att vara mer öppen och flexibel i sättet hur den utförs. Vilket passar för att samla in erfarenheter, attityder, känslor och skapa förståelse. Det strukturerade sättet kvantitativ forskning använder sig av leder till att det går att upprepa forskningen och dess tester som utförts och få ut samma resultat. Det blir svårare att få fram samma resultat ifall forskningen görs om ifall en kvalitativ forskning använts. Detta beror på att det inte finns tillräcklig information om hur informationen tagits fram i den tidigare forskningen (Kumar, 2011).

3.3.2 Praktiskt arbete

I komponentverkstaden utfördes praktiskt arbete för att få en uppfattning om vilka varianter av komponenter som finns där och därmed få ut komponentverkstadens kvaliteter. Genom att fråga lagsamordnaren om det fanns möjlighet för en praktik schemalagdes en tid för att utföra praktiken som innebar att bygga startelement. Startelementen valdes då det är en komponent med flertalet artiklar som kräver momentdragning och som finns i flera variationer. En upplärning genomfördes först där erfarna montörer visade och förklarade noggrant hur montaget skulle utföras. Nästa steg blev att själva få montera ihop startelementen. Det gav en god inblick på hur svårt ett montage kunde vara och vad som gjorde att det blev svårt. Det praktiska arbetet gav en tydlig bild på vad som utförs i verksamheten, i detta fall framförallt i komponentverkstaden. För att förstå verksamheten är praktiken tillsammans med observationer och intervjuer användbar för att identifiera vilka faktorer som är grundläggande för guidelinen.

3.3.3 Intervjuer

I intervjuerna inom arbetet användes huvudsakligen den ostrukturerade intervjun med enstaka ämnesrelaterade fördefinierade frågor. Innan intervjun skulle utföras togs ett antal frågor fram som ansågs ge den information som krävdes för att föra arbetet vidare. Intervjuer har skett med en produktionsberedare, produktionstekniker, ledare i komponentverkstaden, personal i komponentverkstaden och personal på kit. Under intervjuer så framkom följdfrågor på de fördefinierade frågorna och även nya frågor ställdes vilket kunde göras när som helst under intervjun. Intervjuerna har främst utförts på plats hos den som blivit intervjuad. Data som har samlats in under dessa intervjuer har från personal och ledare i komponentverkstaden varit vad det är för komponenter

som byggs i komponentverkstaden, hur deras flöde ser ut, efterfrågan på komponenten, hur komponenten levereras till line, komponentens montering och om komponenten går på export. Intervjuer med ingenjörer har mestadels varit om faktorer som kan påverka utformning av guidelinen och rådfrågning om fortsatta arbetssteg. Intervjuunderlag till intervjuerna finns i bilaga 2.

Intervjuer är en metod som används frekvent. Intervjuer kan ha olika flexibilitet. Två vanliga kategorier som vanligen används är ostrukturerade och strukturerade intervjuer (Kumar, 2011). Den ostrukturerade varianten av intervju används för en mer flexibel och öppen intervju.

Det krävs ingen särskild ordning på frågeställningen och frågor som uppkommer löpande under intervjun är okej att ställa. En ostrukturerad intervju används både i kvantitativt syfte samt kvalitativt men i dominerade grad inom kvalitativa undersökningar. Vid en strukturerad intervju är flexibiliteten istället låg. Den som intervjuar har innan intervjun skrivit upp samtliga frågor och citerar dem när frågan ställs. Det strukturerade arbetssättet gör att informationen blir mer lättillgänglig och är lättare att jämföra med andra intervjuer. Det krävs inte heller någon hög grad av skicklighet av den som intervjuar (Kumar, 2011). Den ostrukturerade intervjun med en viss inriktning på området har visat sig vara genomgående mest användbar med några enstaka fördefinierade frågor. Den strukturerade intervjun tenderar till att inte få med fakta som är relevant i sammanhanget.

3.3.4 Observation

Observation är en metod för att få en uppfattning om vad som händer på en station, ett montage eller i en process. Desto fler tillfällen som observeras desto tillförlitligare resultat kan uppnås. Mest användbar kan den vara för att studera beteende samt för att skapa en egen bild och uppfattning. Montage på line, på kit och i komponentverkstaden har observerats för att förstå hur de utförs. Under observationerna har även frågor ställts ifall att det uppkom oklarheter kring varför någon montör utför ett arbete på ett visst sätt. Observation används också som insamlingsmetod när det inte passar att utföra en intervju. Ett sådant tillfälle skulle kunna vara om personen/gruppen inte är samarbetsvillig att svara på frågor eller inte kan svara på frågorna. Observationer kan utföras på två olika sätt. Ett av dem kallas deltagande vilket innebär att observatören är en del av aktiviteten. Det praktiska arbetet är en slags deltagande observation som användes för att förstå processen. Deltagande observation användes för att få en god kännedom om monteringsarbetet. Den andra varianten av observation är en icke-deltagande. Det innebär att observatören står vid sidan om och endast observerar utan att lägga sig i aktiviteten. Den icke-deltagande är också en observation som använts. Observationen kan även vara naturlig och kontrollerad. En naturlig observation utförs i naturliga förhållanden. Det innebär att den som observerar inte ingriper i observationen. Under kontrollerande förhållande så gör observatören ett ingrepp och analyserar reaktionen som förändringen innebar (Kumar, 2011).

3.3.5 Komponenter

Eftersom det skulle tagit för lång tid att kartlägga samtliga komponenter i komponentverkstaden så valdes tre av dem ut. Urvalet av de tre baserades på informationen som hämtades in under kartläggningen. Komponenterna var lämpliga sett till avgränsningarna som gjorts i början av arbetet. De utvalda komponenterna till kartläggningen blev startelement, avgasbroms och kraftkabel. Dessa skiljde sig från varandra genom flera olika faktorer som komplexitet, tid för montering och efterfrågan. Samtidigt hade komponenterna också flera likheter så som att alla krävde en fixtur och en momentdragare.

3.3.6 Litteraturstudie

Litteraturstudier har en stor betydelse för ett väl genomfört arbete. Genom litteraturstudier byggdes kunskap upp om ämnet som arbetet ska handla om. Vid användning av befintlig forskning skapar det förutsättningar för en större kunskap inom området. Det leder till en mer genomgående klarhet vad tidigare forskning och arbeten stött på för problem samt vad deras slutsatser varit. Litteraturstudien är en inspirationskälla till olika synsätt och vad tidigare forskning bekräftat eller inte bekräftat och har utförts löpande.

3.3.7 Visualisering flöden

För att få en överskådlig bild på hur olika flöden går i fabriken och hur de olika transportsätten levererar sitt material är det lämpligt att visualisera detta i någon form. Det går att göra simuleringar på detta. En simulering är relativt tidskrävande och kräver förkunskap. På grund av tidsramen kan det vara lämpligt att välja en enklare metod så som att rita in flödesvägar i en layout över fabriken då flödesvägarna inte ger mer information än vilket tåg som transporterar komponenterna, tid och sträcka.

3.4 Konceptframtagning

Kartläggningen är en input till konceptframtagningsprocessen. Ur kartläggningen har faktorer som ansetts viktiga för guidelinen tagits fram vilket beskrivs senare i rapporten. Metoden som har använts för att ta fram koncept till guidelinen har följt strukturen:

- Eftersökning internt
- Eftersökning externt
- Generera koncept

Den interna eftersökningen har gett inblick i befintliga guideliner som finns på företaget. De befintliga guidelinerna som hittats handlar om att bestämma emballage för olika artiklar eller komponenter. De var utfärdade enligt en ja/nej-modell där inspiration till ett av koncepten hämtades. En sökning internt ger bra idéer för att kunna ta fram ett bra koncept (Ulrich & Eppinger, 2011). Därifrån togs inspiration till de koncept som framställdes. Konceptgenereringen bestod av en brainstorming där olika förslag på utformningen lades fram för att få fram olika alternativ av koncept som sedan skulle kunna vara grunden till guidelinen. Brainstorming är bra på det sätt att inga idéer är dåliga och förslag till koncept kommer fram som annars inte hade framkommit. Ingen personal var med vid brainstormingen av idéer till konceptutformningen.

3.5 Eliminering koncept

Två huvudsakliga tillvägagångssätt användes när fyra koncept slutligen skulle bli ett. Först utfördes en elimineringsmatris och sedan genomfördes möten med blivande användare av guidelinen. Elimineringen av koncepten har utförts enligt Pughs matris vilket är en beslutsmatris. Den används effektivt för att jämföra de olika koncept som förs in. Kriterier av karaktären hur enkelt det skulle kunna vara att gå igenom guidelinen sattes upp och koncepten jämfördes mot varandra hur väl de uppfyller kriterierna. Poängsättning utförs av de olika koncepten. Summeringen av poängen ger resultatet för vilket koncept relativt mot de övriga som enligt matrisen är det bästa alternativet. Genom att överblicka poängen för varje kriterium så blir det tydligt varför konceptet vunnit vilket ger underlag för att fatta beslut (Ullman, 2010). Det behöver dock inte betyda att det är det bästa alternativet utan mer eftersökning kan behövas.

Kriterierna togs fram framförallt för hur användarvänligt konceptet var. De olika kriterierna handlade om hur visuellt konceptet var, hur enkelt det gick att utföra, om kostnadskalkyler var möjligt i konceptet och tidsåtgången för att använda guidelinen. Dessa ansågs viktiga eftersom det är av stort intresse att guidelinen faktiskt används. Det krävs då att den är lätt att arbeta med men också kan klara av sitt mål. Kriterierna ansågs täcka detta.

Två olika möten utfördes där konceptförslagen presenterades och diskuterades. Första mötet var med en produktionstekniker och en chef för monterings teknik som är blivande användare av guidelinen. Det andra mötet var med en produktionsberedare. Mötena delades upp i två eftersom det ansågs att parterna skulle påverka varandra i tankegångarna om hur guidelinen skulle utformas ifall alla var med under samma möte. Eftersom att en av mötesdeltagarna har längre erfarenhet inom förmontering än de andra då denna är produktionsberedare och har flertalet år inom området skulle det kunna betyda att hans argument väger tyngre än de övrigas. Fyra koncept presenterades, var och en för sig. Efter varje koncept diskuterades utformningen och dess fördelar och nackdelar. När alla koncept diskuterats sammanställdes åsikterna och togs med till beslutssteget.

3.6 Val och utveckling vinnande koncept

Resultaten från elimineringsrapporten och de två mötena blev helt skilda. För att kunna avgöra vilket av koncepten som skulle fortsätta utvecklas behövdes en övertägning. I övertägningen ingick egna synsättet, diskussioner med ingenjörerna och viktning av argument för och emot de olika koncepten. Argumenten uppkom från de två olika mötena. Elimineringsmatrisen ansågs inte kunna ha en beslutande roll då resultatet ur denna inte visade en tydlig vinnare. Efter mötena erhöles även en annorlunda syn på de olika koncepten. Metoden vid utvecklingen av det konceptet som valts började med att se vad som skulle förbättras och hur strukturen skulle se ut. Inspiration av en matris som redan används inom företaget användes och anpassades för detta ändamål.

3.7 Test guideline

För att kunna förbättra och öka tillförlitligheten på den framtagna guidelinen är det viktigt att verifiera att det verkligen uppfyller de önskemål som finns. Önskemålen innebar att guidelinen skulle innehålla relevanta faktorer och sedan kunna användas som ett beslutsunderlag. Testet gick ut på att en komponent skulle gå genom processen av guidelinen i ett möte tillsammans med produktionsberedaren och produktionsteknikern som rådfrågats under elimineringen av koncepten. Testet gick till på så sätt att en komponent valdes ut och utfördes precis så som det är tänkt att guidelinen skall användas.

4. Empiri

Genomförande leder arbetsgången från identifikationen av problemet med att inte ha någon guideline att följa vid beslutstagandet fram till valet av koncept. Kartläggningen som utförts förklaras också i kapitlet. Kartläggningen var en grund för att förstå problemet och verksamheten.

4.1 Kartläggning komponenter komponentverkstaden

Komponentverkstaden har i flertalet år setts som en rehabiliteringsavdelning för montörer som arbetstränar, montörer med förslitningsskador och för personer med övriga nedsatta funktioner. I dagens läge består personalen av en blandning av personer med och utan funktionsnedsättning fördelat i två arbetslag. Det finns stationer som behöver beläggas till 100% vilket leder till att stationen behöver vara bemannad både dag och kvällsskiftet. I komponentverkstaden förmonteras komponenter som inte fått plats på line eller inte haft tid med på line, som kräver större maskiner, komponenter som kommer att gå på export och komponenter som efterfrågas med låg frekvens. I komponentverkstaden utförs förmontage som både går till grund- och slutdelen av monteringsline. Det finns komponenter som var lämpliga för kartläggning som gick till grunddelen men på grund av avgränsningen uteslöts dessa från kartläggningen.

Kartläggningen av komponenter som monteras i komponentverkstaden har skett utefter den modell som tidigare presenterats i metodavsnittet. De fyra stegen som utförts har varit att förstå monteringsprocessen, beskriva monteringsprocessen, samla information om komponenten och lokalisera logistiken. Kartläggningen behövde utföras för att kunna avgöra faktorer som är viktiga att ha med i guidelinen som ska vara grund för förmonteringsbesluten. Valet av kartläggandet föll på tre av komponenterna i komponentverkstaden; startelement, kraftkabel och avgasbroms. Komponenterna blev valda för att de skiljer sig mot varandra vid montering och flöden från komponentverkstaden. Export har även varit en faktor som avgjort valet av komponenter. Kraftkabelns montage tar kortast tid och levereras endast till fabriken liner, det vill säga den går inte på export. Startelementen däremot går både till line och export. Montering kräver både fixtur och momentdragare. Dessa två komponenters arbetsstationer är liten sett till yta. Avgasbromsen däremot bestod av tre stationer som tog stor yta och det krävs momentdragare, pressar, fixturer och läcktest för att kunna montera. De tre komponenternas kartläggning kommer att beskrivas.

4.3 Komponentkaraktistik

Ett startelement är en komplex komponent som består av 12 artiklar och totalt 44 detaljer som ska monteras samman, komponenten visas i figur 4.1. Detta arbete på tre likadana stationer. Startelementen finns i 22 olika utföranden där få utförande har stor efterfrågan per år. När startelementet är färdigmonterat placerar montören startelementet i en emballagelåda. När batchen är klar placeras den på en buffertplats som kallas för Torget. Efter Torget finns det två olika flödesvägar. Ska startelementet skickas på export så sänds de vidare för läcktest.

Vid godkänt läcktest placeras startelementet tillbaks i torgets buffert för att sedan paketeras enligt specifikation beroende på vart elementen ska exporteras. Om elementet ska skickas ut till någon av de tre linerna så paketeras startelementen i en låda och placeras i en supermarket i komponentverkstaden. Från supermarket levereras startelementen till samtliga monteringslinor 13S, 13SV och 16S. Supermarketen fylls på allt eftersom lådor hämtas.

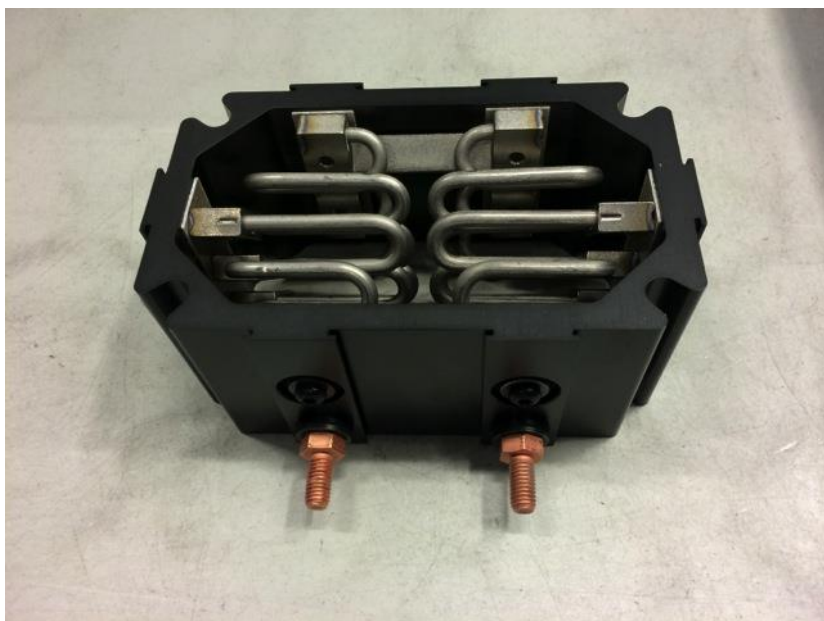
Kraftkabeln består av endast en station. Det är en komponent som består av åtta artiklar och totalt elva detaljer. Dessa tillverkas i sex olika variationer där två av varianterna utgör runt 98 % av totala årsvolymen. Montören på stationen bygger i genomsnitt 72 stycken kraftkablar per dag. Kablarna som byggs i komponentverkstaden skickas inte på export men går ut till alla tre linor fabriken. Efterfrågan på komponenten är låg eftersom det är få motorer som använder denna variant av kraftkabel. Montören paketerar sedan sex stycken kablar i var låda och staplar lådorna på pall. Truckförare hämtar pallen och lämnar vid droppstationen. Pallen transporteras genom EHB till HL. Lådorna med komponenterna plockas sedan ut från HL för att placeras i en supermarket.

Avgasbromsen består av 26 olika artiklar och 46 stycken detaljer. Stationen producerar ungefär 180 stycken per dag och produktionen sker på dagtid. Komponenterna finns i 18 olika varianter och efterfrågan per år av varianterna varierar från 0 till 20800 stycken. Komponenterna skickas till andra motorfabriker och används på de tre linerna i motorfabriken i Skövde. Komponenterna är dock under utfasning då den numera köps in komplett till flertalet av fabriken motorvarianter. Montaget av avgasbromsen är ett komplext montage innehållande flertalet olika artiklar som kräver momentdragare, press, fixturer och ett läcktest.

Datan som samlades in om de kartlagda komponenterna sammanställs tabell 4.1 för att enklare kunna överblicka data.

4.3 Monteringsprocessen komponentverkstaden

Efter att ha bestämt komponenter som skulle kartläggas utfördes ett praktiskt arbete på startelementstationen. Montaget var komplext, hade en speciell arbetsordning och hade klämrisker då små artiklar var tvungna att vara fasthållna med fingrarna samtidigt som en momentdragning utfördes. Det krävdes ofta att båda händerna användes samtidigt vid monteringen. Startelementen innehåller små detaljer som likar varandra vilket gör att montören måste vara observant vid montering.



Figur 4.1. Ett färdigmonterat startelement

Tabell 4.1. Sammanställning av datainsamlingen från de tre komponenterna. Alla antal är per år.

Komponent	Startelement	Kraftkabel	Avgasbroms
Efterfrågan	55 675	18 160	53 091
Antal varianter	22	7	18
Lägsta efterfrågan	1 (0 på åtta varianter)	94 (0 på en variant)	4 (0 på två varianter)
Största efterfrågan	30 599	13 035	20 755
Export	Ja	Nej	Ja

Kraftkabelns montage är ett enklare montage i förhållande till startelementen. Vid montaget behövdes ingen artikel hållas fast med handen medan momentdragning utförs. Kraftkabelns montagestation var bra utformad för att kunna utföra montaget på ett säkert sätt. Montaget av kraftkabeln utförs på en station. Figur 4.2 visar hur en kraftkabel ser ut.



Figur 4.2. En av de vanligaste kraftkablarna med tillhörande reläbox.

Avgasbromsen monteras på tre olika stationer som kräver mycket yta. Avgasbromsen är den största av de tre komponenterna och kräver lyftverktyg när komponenten blivit komplett vilket visualiseras i figur 4.3. På de tre stationerna behövs bemanning samtidigt för att inte bygga upp allt för stora buffertar. Klämrisker finns på grund av att pressar används.



Figur 4.3. Bild på en avgasbroms som står i en fixtur på station 3.

4.4 Montage

Då startelementen byggs till både motorlinjer i fabriken och till export till motorfabriker i världen så ser flödena olika ut inom och ut från komponentverkstaden. När startelementen ska monteras hämtas mellanstycke och element från pall av montören och ställs i en emballagelåda. Pallarna står nära samtliga stationer. För lågvolymp- varianter finns ej plats vid stationerna för pallarna. I en sådan situation beställer montören de ovanliga startelementen genom att skjuta av en streckkod. Truckförare får då beställningen och hämtar ner pall från ställage och låter montören plocka ur det antal startelement som krävs för att tillverka sin batch. När montörens urplock är klart ställer truckföraren upp pallan i stället igen. I dagsläget finns det tre stycken monteringsstationer där startelement kan byggas ihop. På varje arbetsstation finns det en fixtur där startelement monteras som figur 4.4 visar. På arbetsstationen finns även en momentdragare som krävs vid montage.

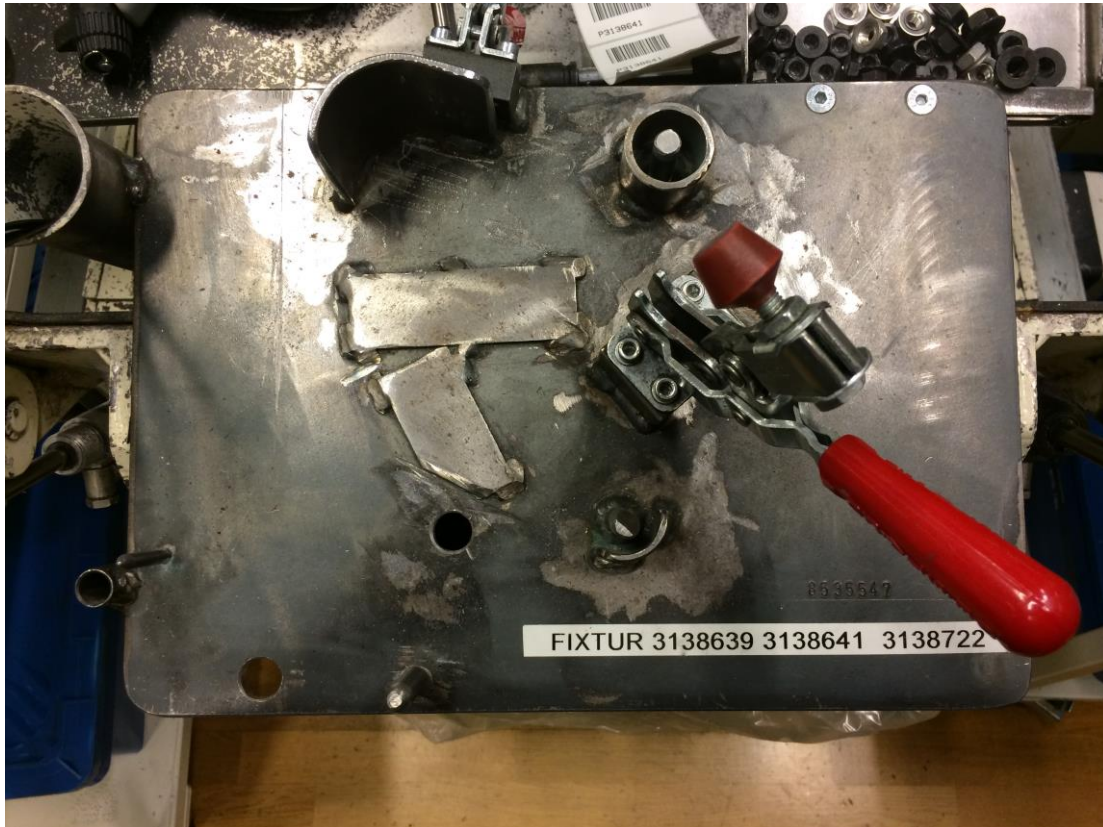
När startelementet är färdigmonterat placerar montören startelementet i en förpackning. När batchen är klar placeras den på en buffertplats som kallas för Torget. På Torget kan startelementen stå upp till två dagar enligt ledare i den delen av komponentverkstaden.



Figur 4.4. Arbetsstationen för startelement där ett startelement sitter i fixtur.

Kraftkablarna som byggs i komponentverkstaden skickas inte på export men går ut till alla tre linjer fabriken. Efterfrågan på komponenten är låg eftersom det är få motorer som använder denna sort av kraftkabel. Montaget kräver en fixtur och momentdragare. Konsolen läggs i fixtur som visas i figur 4.5 och låses fast.

Ett relä placeras sedan på konsolen som monteras med tre muttrar som dras med momentdragaren. Kraftkabeln placeras och äntras i relät. Kabeln böjs sedan runt en cylinder i fixturen och spänns fast. En klämma monteras runt kabeln med mutter och skruv som sedan dras med momentdragaren. Ett buntband monteras i en ände på kraftkabeln och etikett klistras på den färdigmonterade komponenten. Montören paketerar sedan sex stycken kablar i var låda och staplar lådorna på pall.



Figur 4.5. Fixtur som krävs vid montage av kraftkabel

Avgasbromsen förädlas på tre stationer. På första stationen är montaget beroende av en fixtur, en press och en momentdragare. Cylinderhus placeras i fixturen och därefter monteras tätningsring, fjäder och fjäderhållare. Artiklarna pressas sedan samman med hjälp av ett pressdorn. På station två krävs en fixtur som visas i figur 4.6, en momentdragare och en press. Arbetsmomentet på station två startar med att ett spjäll skall placeras i en fixtur och på spjället ett cylinderhus från första stationen. Sedan monteras skruvar, brickor, tätningsringar, en AT-axel, en nippel och ventiler. Pressen används för att pressa ihop fjädern så att ventillåsen och tätningsringen kan monteras. Momentdragaren används för samtliga skruv och nippeln. Station 3 har en fixtur, en momentdragare och ett lyftverktyg. AT-regulatorn monteras i spjällhuset som är placerad på fixturen. Värmeskyddet monteras sedan över AT-regulator och äntras med fyra skruvar och dras sedan med momentdragaren. Komponenten placeras sedan i läckttestet. Förflyttningen görs via lyftverktyget. Efter att läckttestet blivit godkänt kopplas lyftverktyget åter på komponenten och paketeras i pall.

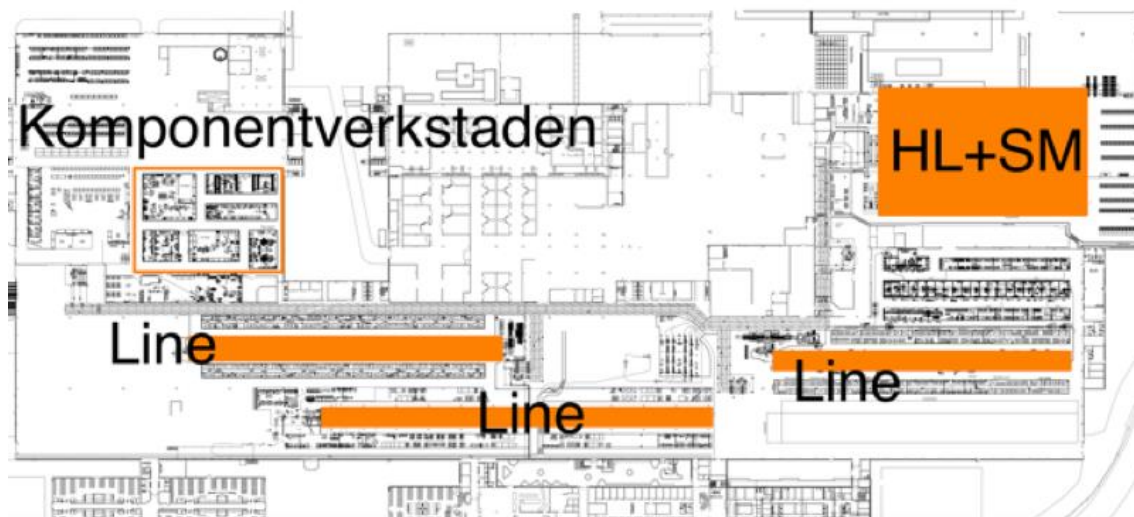


Figur 4.6. Station 2 avgasbroms. Del av komponent är placerad i fixtur.

4.4 Materialförsörjning

Komponentverkstadens placering i fabriken är inte helt optimal. Den är placerad långt från HL och har endast 13VS monteringsline i närheten. Det medför förluster i transporter både för materialtågen och EHB, som är transportsystemet i taket. Transporter i EHB är cirka 360 meter från HL, det vill säga höglagret, till komponentverkstaden. Från droppstation vid komponentverkstaden krävs ytterligare transporter med truck. Figur 4.7 visar placering av monteringslinier, komponentverkstaden HL och SM. En större bild på fabriken hittas i bilaga 3.

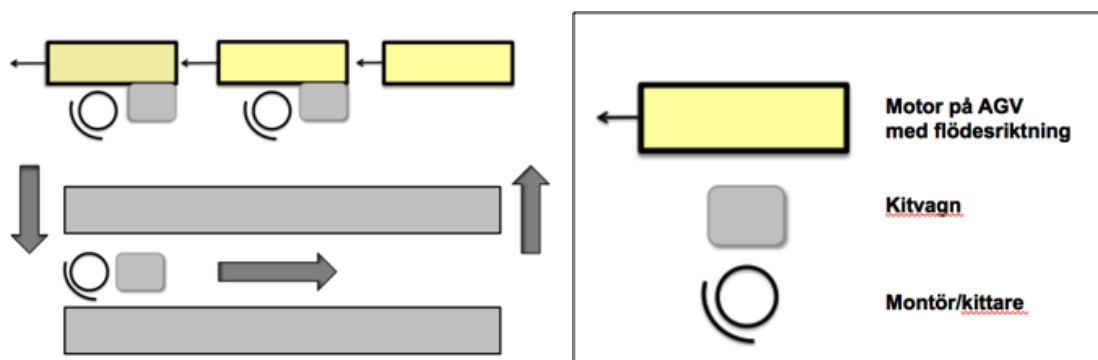
När artiklar kommer in i fabriken från leverantören kommer de till HL. I HL skickas mindre artiklar, så som skruvar och högfrekventa artiklar ut i en supermarket enligt den teknikanvariga produktionsteknikern som intervjuades. Från supermarket levereras artiklarna med tåg ut till rätt plats i komponentverkstaden. De större artiklarna färdas i taket i EHB ner till en droppstation. Pallen på droppstationen hämtas av en truck som placerar pallen i ett ställage i komponentverkstaden enligt en lagledare i komponentverkstaden. I komponentverkstaden byggs allt på prognos. Prognosen kommer tio dagar i förväg. Denna prognos överensstämmer inte alltid med efterfrågan. Prognosen uppdateras varje dag. Allt som förmonteras i komponentverkstaden sker batchvis. Komponenterna som förmonteras går ut till monteringslinerna men delar går även på export till övriga motorfabriker i världen som tidigare nämnts.



Figur 4.7. Layout av fabriken där de tre slutmonteringslinerna, komponentverkstaden HL och SM är markerade.

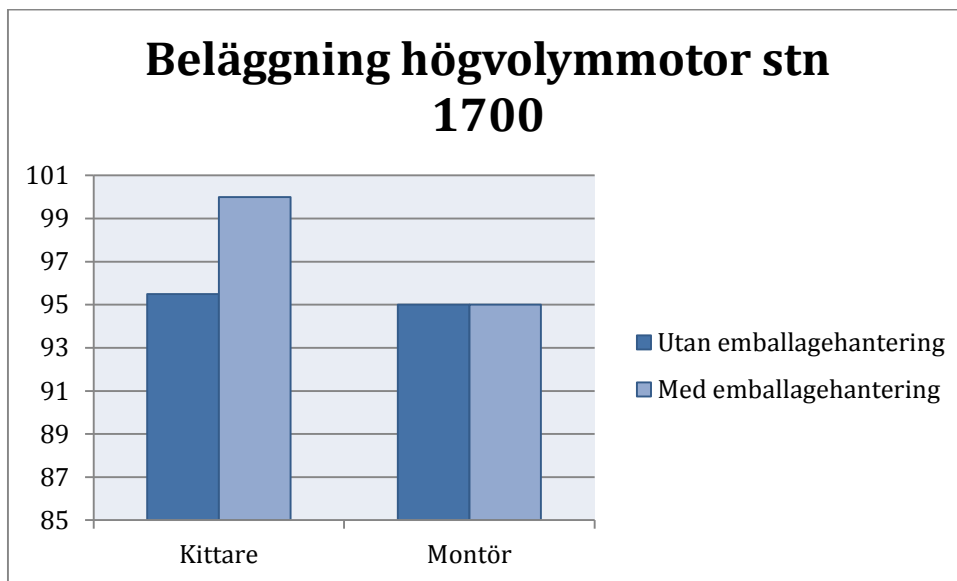
4.5 Kartläggning förmontage på kitstation

Kartläggningen vid monteringen på en kitstation utfördes längs line 13S. Här förmonteras ett startelement på ett inloppsrör inför slutmontering på motorn. Kitstationen använder sig av pick-by-light-system, det vill säga att det lyser lampor längs med materialfasaden som visar vilka artiklar som ska plockas. Pick-by-light är ett systemstöd som bidrar till att bygga in kvaliteten i processen och att kvalitetssäkringen sker tidigt. Kitstationen är utformad så att kittaren går längs med två ställage där artiklar och komponenter som ska monteras på motorn plockas. När allt är plockat så levererar kittaren vagnen med material. Montören längs line monterar materialet från vagnen på motorn som hänger på en AGV och kittaren går tillbaka och börjar på en ny arbetscykel. En AGV är en självgående truck där motorn sitter fast på och följer en slinga i golvet längs med monteringsline. Figur 4.8 illustrerar ett typiskt kit i fabriken med kittarens gångväg markerad med stora grå pilar.

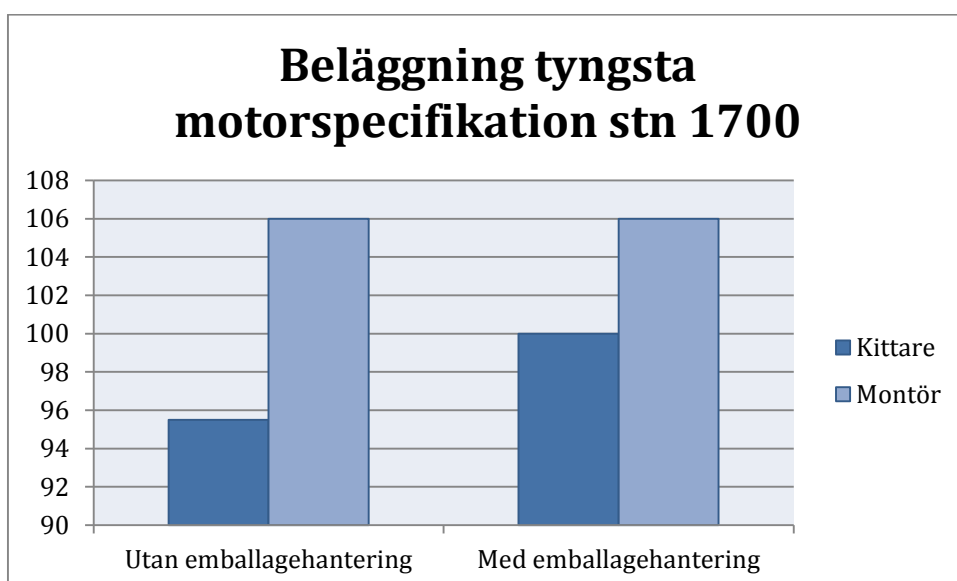


Figur 4.8. Kitprincipen i fabriken där kittaren plockar material längs materialfasader levererar kompletta kittvagnar där de gula rektablarna är AGV med motor.

Montören har ansvaret för stationen och beläggningen av montören på stationen är 95,5% enligt Avix som används för att bland annat beräkna mantid. I den analysen är dock ingen materialhantering inräknad men med en schablontid blir personen som kittar belagd med 100%, vilket inte är helt önskvärt. Analysen sker vanligtvis på den tyngsta motorvarianten. Stationen på line där inloppsröret monteras är belagd till 106 % på den tyngsta specifikationen. På specifikationen med högst volym är montören belagd till 95 %. Då både kittaren och montören är fullbelagda så finns det inget utrymme att samarbeta genom att hjälpa varandra. Figur 4.9 och figur 4.10 visar hur beläggningen är på montören och på kittaren på högvolymmotorn respektive den motorspecifikation som tar längs tid att montera.



Figur 4.9. Figuren visar montörens och kittarens beläggning procentuellt av stationstiden vid montage av högvolymmotorn.



Figur 4.10. Figuren visar montörens och kittarens beläggning procentuellt av stationstiden vid montage av motorspecifikation som tar längst tid att montera.

En arbetscykel för kittaren startar genom att trycka på en knapp som tändar lamporna i pick-by-light systemet. Inloppsrör plockas från pall till kitvagn och skruvar placeras i skruvhål på inloppsröret. Personen plockar sedan material enligt vad lamporna visar längs kitet. Det som behövs är två packningar, fyra skruvar, en blandningskammare och ett mellanstycke alternativt ett startelement. Skillnaden mellan de två sistnämnda är att mellanstycket endast är skalet av ett startelement men har samma position på inloppsröret. Skulle startelementet inte levereras till kit förmonterat skulle ytterligare tid krävas av kittaren till att bygga ett startelement. I och med att enda skillnaden nu är att plocka element eller mellandel från olika lådor leder till att det inte påverkar monteringstiden för kittaren. Alla delarna monteras på inloppsröret och skruvarna äntras med en handdragare. En tryckgivare äntras på inloppsröret med en skruv. Därpå förmonteras en konsol med två skruvar på röret. Slutligen behöver kittaren dra på en påse på för att skydda inloppet mot smuts och skador. Förmontaget är nu färdigt, se figur 4.11. Kittaren lämnar kitvagnen till line och tar därifrån med en tom kitvagn och börjar på en ny arbetscykel. Emellanåt behöver kittaren ägna sig åt materialhantering som tidigare nämnts. Vid hantering av låda med inloppsrör blev den uppmätta tiden för hanteringen 32 sekunder.



Figur 4.11. Färdigt kit med förmontage på inloppsrör som precis lämnats till montören på monteringsline.

4.6 Resultat kartläggning

Stegen i empirin har bestått av kartläggning av tre komponenter från komponentverkstaden vilket har innefattat att förklara komponentkaraktäristiken, monteringsprocessen, montaget och materialförsörjningen. Ett annat steg i empirin har varit att kartlägga en arbetscykel för kittaren. Empirin har gett en ökad förståelse för faktorer som är avgörande för vart en komponent skall lokaliseras. Det är genom kartläggningen tillsammans med möten med produktionsingenjörer som faktorerna framkommit. Faktorer som framkommit under kartläggningen som signifikanta är faktorer så som

momentdragare, speciella maskiner, fixturer, lyftverktyg och läcktest. Dessa faktorer kan anses som förutsättningar som behövs för att ett montage ska kunna utföras och är därmed viktiga att de kan uppfyllas vid bestämmandet av lokalisation av förmontage. Export har även visat sig vara en avgörande faktor. Om komponenterna går på export i stor utsträckning är det lämpligt att lokalisera förmontaget i komponentverkstaden då komponenten annars tar upp yta och tid på kit och line för montering och förpackning. Dessa två områden har liten yta och tidsbrist för att bygga motorer och det blir därför olämpligt att montera komponenter som inte ska monteras på fabriken motorer här.

Även faktorer av mindre betydelse är viktigt för att kunna besluta om lokalisering av förmontage. Faktorerna som har betydelse men inte av en avgörande faktor kunde kategoriseras i fem stycken kategorier som visualiseras i figur 4.12.



Figur 4.12. Faktorer som påverkar lokalisationen av förmontaget kategoriseras i fem kategorier enligt figuren.

Under kategorin kvalitet sorterades faktorer som berör arbetsutförandet så som arbetsinstruktioner, att ett standardiserat arbete kan utföras, arbetsplatsutformningen, system för monteringen, rätta verktyg och fixtur. Även faktorer som berör spårbarheten, kvalitetssäkringen och renhetskrav var faktorer som påverkar lokalisationen. Under säkerhetskategorin placerades faktorer så som säkerhetsutrustning, ergonomi och trafiksäkerheten med exempelvis truckar. I kostnadskategorin placerades faktorer som berör balanseringsförluster, transporter, möjlighet att kunna optimera logistikflödet, hanteringar och investeringskostnader. Leveranskategorin ser till hur variationer av cykeltider kan hanteras och tiden för implementation av komponenten. Sista kategorin som blev övriga egenskaper behandlar faktorer som handlar om flexibiliteten av volym- och produktförändringar. I kategorin ingår även stationstiden. Faktorerna i dess olika kategorier är till grund för att kunna konstruera en guideline.

5. Koncept

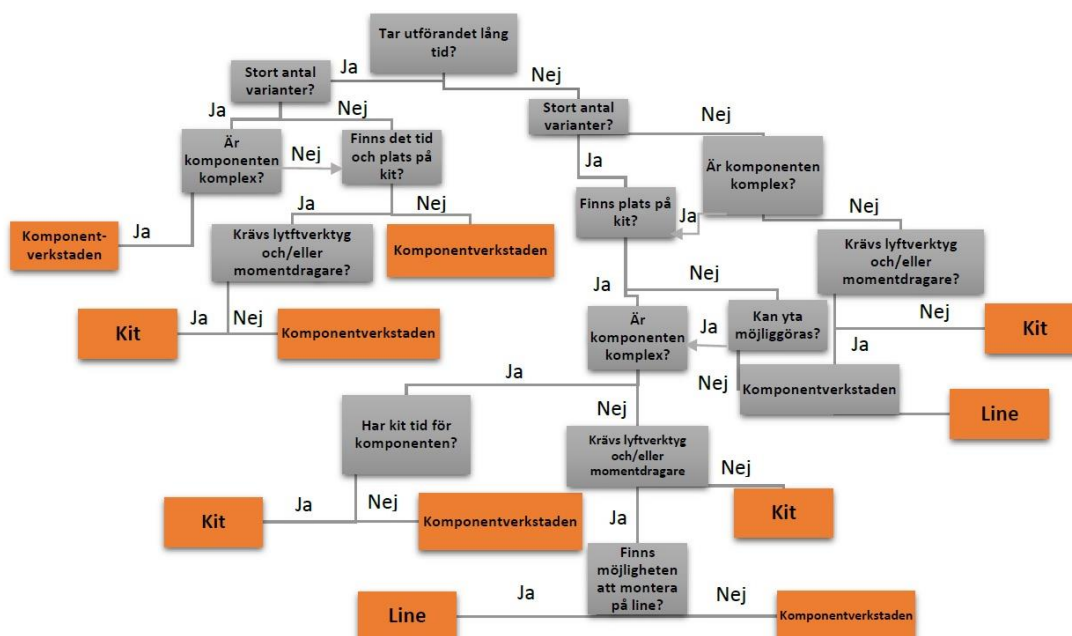
I detta kapitel redogörs för vad konceptframtagningen lett till för olika koncept. Vad som framkommit från elimineringsprocessen redogörs i kapitlet och utvecklingen och redogörelsen av det vinnande konceptet.

5.1 Konceptframtagning för guideline

Efter kartläggningen återstod en konceptgenerering. Under konceptgenereringsfasen framställdes idéer på koncept som sedan vidareutvecklades till fyra konceptförslag. De olika koncepten fick benämningarna Ja/nej som är utformat som ett slags beslutsträd, Kostnads kalkyl som är ett dokument där kostnader jämförs, Instruktionslista där instruktioner ges till användaren vad den ska ta reda på och Matriskoncept där de olika områdena för förmontering ställs mot faktorer och möjligheten till uppfyllnad fylls i. Nedan förklaras de olika koncepten. Koncepten är inte fullutvecklade men visar hur guidelinen kan utformas.

5.1.1 Koncept Ja/nej

Ja/nej-modellen är ett trädidiagram som baseras på att från en frågeställning svara ja eller nej, figur 5.1. Starten är i toppen av trädet och leder nedåt vidare till nästa frågeställning. Det leder slutligen till ett svar var komponenten ska förmonteras. Modellens frågeställningar är baserade på faktorer, bland annat tid för montaget, montagets komplexitet och ytan som krävs för komponenten. Modellens första frågeställning är om montaget tar lång tid att utföra. Efter första steget kommer ytterligare en fråga som behöver besvaras. Trädet går att bygga stort och har därför flera vägar som leder till komponentverkstaden, till kit och till line. En komponent som tar lång tid att montera, har många olika varianter samt är komplex visar enligt modellen passa bäst i komponentverkstaden vid detta utkast.



Figur 5.1. I Ja/nej konceptet följer användaren sitt svar till nästa fråga tills ett område har uppnåtts.

5.1.2 Kostnadskalkylkoncept

När en ny komponent ska lokaliseras på något förmontage finns en möjlighet att jämföra kostnader mellan de olika alternativen. Konceptet går ut på att beräkna kostnader för yta, tid och leverans. Kostnader räknas då ut på de olika faktorerna för att kunna jämföra skillnader mellan att ha dem på line, på kit eller i komponentverkstaden. Det innebär att kalkylerna behöver utföras tre gånger, en för varje område. Kostnad för yta beräknas med hänsyn till hur artiklarna i berörd komponent är förpackade. Förpackning för de olika artiklarna kan vara pall, olika storlekar av plastboxar som betecknas 760, 780 och i pappkartong. Beräkningar för yta skulle kunna utföras per kvadratmeter eller per ställageplats alternativt pallplats. Om någon artikel i den tillkomna komponenten redan finns på berörd station skulle kalkylen ta hänsyn till detta. Det första utkastet som presenteras i figur 5.2 använder ingen data från verkligheten utan visar bara tanken med konceptet.

Yta		Yta för emballage (m2)	Antalet av artikeln som redan finns på station (1 eller 0)
Antalet olika artiklar i komponenten	9		
Antalet i pall	4	0,5	1
Antalet i 780	9	0,25	
Antalet i 760	7	0,2	
antalet i pappkartong	2	0,1	
Ytan som krävs	5,85	Om artikel redan finns:	5,35
Kr per m2 (ex per år)	2 000,00 kr		
Kostnad för yta per (ex år)	11 700,00 kr		

Figur 5.2 Ett första utkast av beräkningarna för kostnader för ytan komponenten kräver.

Beräkningar för transporter hade gett en generell kostnad beroende på var komponenten monteras, dess transportväg och till vilken line komponenten ska transporteras. Leveranssättet från komponentverkstaden skulle komma ha en del i kalkylen. Kostnaderna skulle då även ta hänsyn till om transporten utfördes med materialtåg eller via EHB i taket. Kostnaderna skulle då visa sig i kostnad per meter eller kostnad per minut. Det som var av störst vikt var att kunna jämföra transportförlusterna för de aktuella möjligheterna till att placera komponenten på. De sista beräkningarna i konceptet var tiden för montaget och beläggningen av operatören. Delen utvecklades inte fullt ut mer än att ett förhållande mellan montagetiden och stationstiden skulle ge hur stor procentuell beläggning det skulle visa sig ge operatören. Den uppskattade tiden för montaget skulle då ge en kostnad personalmässigt för att bygga ihop komponenten. Kostnadskonceptet ser till de olika kostnaderna inom de tre områden som förklarats. Det innebär att det går att jämföra kostnader baserat på tid, yta och transport.

5.1.3 Instruktionslista

En grundläggande guideline som inte ger ett svar direkt till användaren utan ger en vägledning till rätt beslut visas i figur 5.3. Modellen innehåller instruktioner som används för att instruera användaren till vad som ska utföras och i vilken ordning olika moment ska utföras, likt en checklista. Modellen är också användbar i ett läge i ett projekt när användaren inte ursprungligen utgått från modellen. Användaren kan använda modellen för att kontrollera om det finns lämpliga steg denna missat alternativt jämföra sitt resultat mot instruktionslistans resultat.

INSTRUKTIONSLISTA

	Uppgift	Kommentar/Tips
☐	Ta reda på monterings tid för komponenten	
☐	Vart skulle det finnas tid att montera ihop komponenten?	
☐	Går det möjliggöra tid om det inte finns tid?	
☐	Vad ses som mest optimalt, möjliggöra tid eller placera där tid finns?	
☐	Hur många delar innehåller komponenten?	
☐	Hur komplex är komponenten?	
☐	Hur ser möjligheten ut till att montera?	
☐	Hur stor är variationen på komponenten?	
☐	Hur stor yta behövs?	
☐	Kan kvaliteten säkerställas?	
☐	Hur kommer transporter att ske?	
☐	Kommer komponenten exporteras?	

Figur 5.3. Konceptet instruktionslista där utföraren behöver ta reda på information

5.1.4 Matriskoncept

Matriskonceptet är ett koncept som är inspirerat från Pughs matris, se figur 5.4. Olika kriterier ställs upp i de olika kolumnerna som sedan jämförs med om det är möjligt att uppfylla på line, på kit eller i komponentverkstaden. Varje kriterium besvaras med antingen ett plustecken, minustecken eller ett frågetecken. Plustecknet innebär att aktuellt kriterium kan uppfyllas på det aktuella stället. Skulle däremot kriteriet inte kunna uppfyllas så illustreras detta med ett minustecken. Om det inte går att besvara direkt om kriteriet kommer kunna uppfyllas eller inte betecknas det med ett frågetecken. Vilket innebär att mer information kommer att krävas för att kunna utvärderas. På så sätt ger det en visualisering över var komponenten i fråga ska kunna placeras. Det skulle behövas någon form av försättsblad där standardiserade frågor ska kunna ställas. Ett exempel på en standardiserad fråga skulle kunna vara om komponenten ska exporteras till övriga motorfabriker i världen.

	Om maskin krävs, finns möjligheten att ha en	Finns möjlighet till fixtur	Finns möjligheter till olika varianter av komponent	finns möjlighet till tidsskillnader mellan varianter	Finns ytan till artiklarna	Fynns ytan för att kunna montera	Om kontroll krävs, finns tid?	Om kontroll krävs finns yta?	Finns möjlighet att spåra komp efter montage	Finns möjlighet till lyftverktyg	Finns möjlighet till momentdragnig	Finns tid till montaget	Räcker nuvarande bemanning till
Komponentverkstaden													
Kit													
Line													
+ = JA													
- = NEJ													
? = Mer info krävs													

Figur 5.4. I figurern visas Matriskonceptet där ja, nej eller mer information fylls i matrisen.

5.2 Eliminering av koncepten

Elimineringen av de olika konceptidéerna genomfördes dels för att kunna tydliggöra för- och nackdelar med de olika tankesätten och dels för att sedan kunna utveckla ett eller flera av koncepten till en fungerande guideline. Elimineringen utfördes i flertalet steg för att ta beslut. I första steget listades för- och nackdelarna med de olika koncepten. De olika koncepten jämfördes sedan i en elimineringsmatris med Ja/Nej-konceptet som referens. Eftersom det är flertalet personer som ska kunna använda guidelinen behövdes ytterligare input från de som berörs. Under två möten med olika ingenjörer diskuterades konceptens utformning, hur de var tänkt att fungera, vilka för och nackdelar som fanns med koncepten och deras potential. Det var ett viktigt steg för elimineringen.

5.2.1 Fördelar och nackdelar koncepten

De utvalda konceptens inriktningar skiljer sig från varandra markant. Skillnaden är stor mellan att svara ja och nej på frågor och få ut ett resultat som beskriver vilket området komponenten ska förmonteras på och att räkna ut en kostnadskalkyl för att få ut vad det skulle kosta att förmontera komponenten på ett område. Först diskuterades för och nackdelar kring de olika koncepten som sedan sammanställdes i en tabell. Tabell 5.1 visar de olika för- och nackdelarna som till en början direkt efter konceptframtagningen antogs vara just för- och nackdelar för koncepten. Som tabell 5.1 visar så är för- och nackdelarna olika på grund av konceptens olika inriktning.

Tabell 5.1. Tabell över för-och nackdelar med de olika koncepten

Koncept	Fördelar	Nackdelar
Ja/Nej	Får ett konkret svar	Kan ta stopp utan resultat
	Enkel att följa	Prioritering och definition på frågor svårt att avgöra
Kostnadskalkyl	Beräknar kostnader	Ej en helhetsbild
	Jämföra olika koncept	
Instruktionslista	Stegvis förklaringar över vad som ska utföras	Leder inte någonstans
	Får utförarna att tänka till	
Matriskonceptet	Påståenden som besvaras	Ger inget klart svar var förmontering ska utföras. Erfarenhet krävs för att ta beslutet utifrån faktan i guideline.
	Summerar helheten	

Viktigt att påpeka är att för- och nackdelarna uppkom innan möten angående konceptutformningen. Hade tabellen gjorts efter mötena hade den mest troligt sett annorlunda ut.

5.2.2 Eliminering av koncepten i Pughs matris

Den första elimineringen av koncepten genomfördes med en variant av Pughs matris. Ja/Nej-konceptet valdes som referens för de tre andra koncepten att jämföras mot. Fokus vid kriterierna var att konceptet skulle vara så användarvänligt som möjligt och att guidelinen skulle kräva lite tid av användaren. Kriterierna bestämdes med bakgrund i användarvänligheten, det grafiska och om någon form av kostnadskalkyl var möjlig. Resultatet slutade med att Kostnadskalkylkonceptet landade på fyra minuspoäng, Matrisen och Instruktionslistan på minus två och Ja/Nej-konceptet som var utsatt som

referens sattes till noll. Tabellen nedan visar elimineringen av koncepten. Resultatet är inte helt tillförlitligt då det innehåller grova uppskattningar och koncepten endast är i ett förstadium. Det är inte heller någon större skillnad mellan de olika koncepten så ett beslut kan inte fattas med hänsyn till elimineringsmatrisen.

Tabell 5.2. Elimineringssmatrisen av koncepten som tagits fram för hur guidelinen ska konstrueras.

Kriterium	Ja/Nej	Kostnadskalkyl	Instruktionslista	Matriskonceptet
Tidsåtgång	0	-	-	-
Tillförlitlighet	0	0	0	+
Visualisering (grafiskt)	0	-	0	-
Enkelhet (förstå)	0	-	0	0
Antal moment	0	-	-	-
Kostnadskalkyl	0	+	0	+
Enkelhet utförande	0	-	0	-
Summa	0	-4	-2	-2

5.2.3 Eliminering med involverad personal

Första mötets resultat blev att göra en kombination utav koncepten instruktionslista, kostnadskalkylkonceptet och Ja/Nej. Resultatet framkom efter att koncepten förklarats hur de är tänkta att fungera och diskussioner kring dem. Vid diskussionerna framhövdes fördelarna med enkelhet och det visuella med Ja/Nej med viss modifiering. De inblandade i första mötet var chef för monterings teknik och en produktionstekniker. Fördelarna med att blanda de tre olika koncepten är att de täcker både kostnader, instruktioner och en användarvänlig stegmodell i form av Ja/Nej. Det ger ett svar som förhoppningsvis skulle stämma till flertalet av fallen. Det skulle dock kunna uppstå svårigheter med att integrera dessa tre koncept på ett logiskt sätt. De största svårigheterna ses framförallt i att få en Ja/Nej-modell som ställer rätt frågor på rätt sätt och som täcker en viss prioriteringsordning. Även definitioner om betydelsen av vad exempelvis lång tid är.

Det andra mötet gav ett helt annat utfall än det första mötet. På mötet deltog en produktionsberedare med lång erfarenhet inom området förmontering. På samma sätt som det första mötet presenterades koncepten och för- och nackdelar med dem diskuterades. Koncept som tidigare ansetts som enkla ifrågasattes. Ett exempel är Ja/Nej-konceptet som tidigare ansetts som enkelt men nu kom frågan hur lätt det var att uppdatera konceptet, vilket ansågs svårt.

Valet efter möte två föll på Matriskonceptet. Matriskonceptet liknade en QDCF-matris, en matris som i sin tur liknar Pughs matris som ingenjören redan använder i övriga

projekt så som konceptval. QDCF står för quality, delivery, cost och features. I mötet framkom även att Volvo GTO använder en prioriteringstriangel vid start av nya projekt. Triangeln består av hörnen kvalitet, tid och kostnad. Triangeln fungerar på så sätt att en placering i triangeln krävs vid start vid varje projekt för att avgöra åt vilket håll projektet ska dra åt. Är det viktigt att det kan införas fort är det tiden som är avgörande prioritet och då kan inte hänsyn tas till projektets kostnad och kvalitet. Beroende på vad projektet har för fokus så definieras placeringen i triangeln i början av alla projekt. Det är intuitivt att ligga i mitten av triangeln, vilket i princip är omöjligt då det inte går att utföra ett projekt med högsta kvalitet, till minimal kostnad på kort tid. Mötets slutgiltiga resultat blev då att utveckla Matriskonceptet och få med prioriteringstriangeln för att användaren ska kunna veta åt vilket håll projektet riktas och kunna fördela resurser utefter målet.

5.3 Konceptval

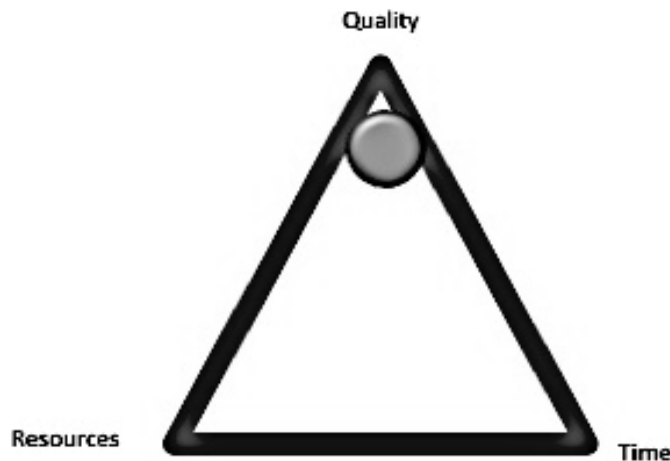
Då resultatet från elimineringsmatrisen som visade att Ja/Nej-konceptet var det lämpligaste att vidareutveckla, resultatet efter första mötet där en kombination av koncepten ansågs lämpligt att vidareutveckla och resultatet efter andra mötet där Matriskonceptet var vinnare inte överensstämde med varandra behövdes en prioritering av resultaten. Tabellen med för- och nackdelar och elimineringsmatrisens svar på vilket koncept som var mest lämpat att utveckla lät inte påverka slutresultatet. Elimineringsmatrisen var inte helt tillförlitlig då det dels inte skilde mycket mellan koncepten och att det vid utförandet varit en vinklad syn med fördel åt ett av koncepten. Diskussionerna från första mötet hade varit bra och idén om att kombinera de olika typerna av koncept var bra. Det fanns en nackdel från det mötet och det var att ingen tanke fanns på framtida uppdateringar vilket är viktigt för att kunna använda och uppdatera guidelinen i framtiden.

Avgörandet föll på att resultatet från sittning nummer två med produktionsberedaren var av högsta prioritet. Med bakgrunden att produktionsberedaren är den som är mest involverad i denna typ av projekt och att teknikerna känner till utformningen av matrisen då den används i andra beslut i projekt. Viktiga argument som föll på avgörandet av att vidareutveckla Matriskonceptet var att teknikerna är bekanta med den så kallade QDCF-matrisen och Matriskonceptet är snarlik den typen av matris. Ett annat viktigt argument var även att matrisen är enklare att uppdatera och hålla levande än exempelvis ett Ja/Nej-träd där eventuellt hela trädet behöver förändras vid någon liten ändring. Matriskonceptet var därför mest lämpat att utveckla.

5.4 Utveckling vinnande koncept

Resultatet, det vill säga den slutgiltiga guidelinen kommer att presenteras i kapitel 6. Här kommer endast utvecklingen till den slutgiltiga presenteras och resonemang kring utvecklingen. Matriskonceptet valdes som det koncept på guideline som skulle vidareutvecklas. Områdena var definierade till line, kit och komponentverkstaden. Områdena och faktorerna som tas fram ska placeras i en guideline av utformningen av Matriskonceptet

I varje projekt behövs en prioritet bestämmas i början för att alla ska veta vad besluten ska grundas i. Prioritetstriangeln som används inom företaget och även i andra projekt i övriga industrier behöver då vara en del av guidelinen så att det enkelt går att överskåda prioriteringen. Prioriteringen är även bra ifall det senare i processen skulle uppstå en konflikt och att någon form av motivering krävs varför ett visst beslut har tagits. Prioriteringstriangeln med prioriteringarna illustreras i figur 5.5.



Figur 5.5. Prioriteringstriangeln som används i projekt för att bestämma vad som är av högst prioritet.

Eftersom att de olika faktorerna kan ha olika betydande del beroende på prioritet av lokaliseringen så behövs där någon form av viktande del där viktiga faktorer kan ge en större påverkan. Tillsammans med en produktionsberedare bestämdes en skala för att ha till faktorer som skulle behöva viktas. Skalan 0-5 ansågs vara lämplig då ett litet intervall som 0-3 inte ger tillräckligt utslag och ett stort intervall som 0-9 är svårare att bedöma.

Det behöver avgöras hur väl faktorerna kan uppfyllas på de olika områdena för att kunna dra nytta av viktning som avgjort hur viktiga faktorerna är. I samråd med samma produktionsberedare som innan ansågs en skala på 0-5 också vara aktuellt för hur väl ett område kan uppfylla faktorn. Utformningen av Guidelinen behöver konstrueras på ett sätt så att de tre olika områdena line, kit och komponentverkstaden kan jämföras med varandra. Matriskonceptet utvecklades till att uppfylla önskemålen kring guidelinens utformning.

6. Resultat

I kapitlet kommer faktorer som ansetts viktiga för guidelinen, den slutgiltiga guidelinen och processen kring den presenteras. Funktionstestet som utfördes på guidelinen kommer att beskrivas och vad resultatet av det blev.

6.1 Faktorer och kategorier viktiga för guideline

Resultatet från kartläggningen resulterade i ett antal faktorer som kategoriserades under fem kategorier. Alla faktorer kunde inte grupperas men var ändå viktiga för lokalisering av förmontering. Områdena som ansågs viktiga var kvalitet, säkerhet, leverans, kostnader och övriga egenskaper. The Volvo Way innebär en kultur med säkerhetstänk och hälsa i fokus. Säkerheten är en viktig aspekt att ha med vid beslut om var en förmontering ska utföras. VPS förespråkar kvalitet och vill bygga in det i processerna inom Volvo. Även att leverera med rätt kvalitet i rätt tidpunkt är också viktigt, vilket leder till att leverans också är ett område för faktorer till guidelinen. Faktorerna som tagits fram är framtagna från grunder i VPS och kartläggningen. Under kartläggningen upptäcktes att faktorer med maskiner, fixturer och produktens behov av verktyg också var relevanta i en guideline. Dessa placeras i en egen del som döpts till grundförutsättningsdelen eftersom dessa direkt kan avgöra lokaliseringen av förmontaget. Om komponenten kommer att ha ett kontinuerligt exportflöde är också relevant för lokaliseringen av förmontaget av komponenten.

6.2 Slutgiltig guideline

Resultatet av kartläggningen och konceptframtagningen har lett till en guideline med tillhörande instruktion. Instruktionen är en beskrivning av hur användningen av guidelinen ska gå till enligt bilaga 4. Det som står i bilagan är det som kommer att bli beskrivet här i resultatet. Guidelinen består av fem stycken större arbetsmoment och processen för att bestämma lokalisering för en komponent ser ut enligt följande:

Bestäm prioritet på projektet

1. Vikta faktorer
2. Se över om någon av grundförutsättningarna krävs och om de krävs se över hur de olika områdena för förmontage kan möta upp önskemålen.
3. Viktning över hur väl faktorer kan uppfyllas på de tre olika förmontageområdena.
4. Jämföra resultatet från förmonteringsområdena med varandra

Vid användningen av guidelinen är det mest lämpligt att sitta en grupp med flera olika fokusområden, det vill säga en tvärfunktionell grupp så som bland annat teknik, logistik och montering. En process som saknats för att bestämma för var lokaliseringen av förmontage ska ske kommer med guidelinen och ska förklaras i de fem större arbetsmomentens ordning. En översiktlig figur över hur guidelinen ser ut visas i figur 6.1 för att få en uppfattning om hur guidelinens utseende innan genomgången. I bilaga 5 finns en komplett figur på guidelinen.

Innan matrisen i guidelinen fylls i så behövs information om komponenten och vilken personal som går igenom guidelinen fastställas och skrivs in i dokumentet. Det görs i den vita rutan längst upp i mitten enligt figur 6.1. En liknande ruta brukar finnas med på flertalet av dokumenten som Volvo GTO använder sig av. Information som behövs för komponenten är bland annat artikelnummer, årsvolymen och antal till export.

Det första steget i guidelinen är att bestämma prioritet av införandet av komponenten som skall förmonteras. Det går inte att ha lika hög prioritet på kvalitet, tid och kostnad så en prioritering behövs för att veta vilken inriktning projektet skall ta hänsyn till. Är det tiden som är avgörande, det vill säga att komponenten måste införas snabbt så får det kosta näst intill vad som helst och kvaliteten av arbetet med införandet är det inte heller någon prioritet på. Detta är bra att göra i början då det senare vid betydande beslut är bra att kunna påvisa prioriteten. Prioritetstriangeln visas längst upp till höger i figur 6.1.

Figur 6.1. Överblick över guidelinen som blev slutkonceptet.

Nästa steg är att vikta de olika faktorerna. När detta utförs ska det göras med hänsyn till vad det sattes för prioritet i prioritetstriangeln. Faktorerna viktas som tidigare nämnts mellan 0 och 5 där 0 betyder att faktorn inte är aktuell för komponenten och 5 innebär att det är högsta möjliga viktning. Högsta viktningen innebär att faktorn i hög grad påverkar lokaliseringen av komponenten. Ett exempel av faktorerna och dess viktning visas i figur 6.2. Observera att det är endast kvalitetsdelen som illustreras. Viktning skall ske på faktorerna i alla kategorierna.

Work instruction	3
Standardized work	3
Purity requirements	3
Traceability	3
Workplace design	3
The right tools	3
Fixture	3
DFA(Design For Assembly)	3
Quality Assurance	3
Trained assemblers (on line / kit / comp)	3
System (mont)	3

Figur 6.2. Faktorerna under kategorin kvalitet och dess viktning.

När viktningen enligt figur 6.2 har utförts på alla kategorierna behöver grundförutsättningarna bedömas i grundförutsättningsdelen. Först så behöver frågorna om fixtur, momentdragare, läcktest, speciell maskin eller lyftverktyg för montaget besvaras för ifall dessa krävs. De grundförutsättningarna som behövs för montaget behöver även besvaras på vilka av de tre områdena line, kit och komponentverkstaden som kan uppfylla grundförutsättningarna i dagsläget. Svaren är programmerade så att om det skulle visa att det i dagens läge finns en momentdragare på aktuellt område så blir rutan grön och skulle det inte finnas så färgas rutan röd enligt figur 6.3.

		Required	Fulfillment of requirements		
				OK	NOK
Essential conditions	Special Machine?	YES	YES		-
	Lifting tool?	YES	NO	-	
	Nutrunner?	YES	NO	-	
	Fixture?	YES	YES		-
	Leakage Test?	YES	YES		-
	Summary Essential condition				NOK

Figur 6.3. Grundförutsättningarna, om de behövs för montaget och om ett område kan uppfylla förutsättningen i dagsläget.

När grundförutsättningsdelen är ifylld kan utläsning ske om grundförutsättningarna kan uppfyllas på alla områdena. Kan de inte det så kommer ruta under område som inte uppfyller alla grundförutsättningar att fyllas och visa texten NOK enligt figur 6.3. Trots att inte grundförutsättningarna är uppfyllda ska den andra delen med faktorerna i de olika kategorierna gås igenom för att kunna se hur väl området står upp mot faktorerna.

Nästa steg i matrisen är att bedöma hur väl faktorerna kan bli uppfyllda på respektive område. Även denna skala är 0-5, där 5 är högsta möjliga och 0 är att den inte alls kan bli uppfylld. I figur 6.4 visas faktorerna och hur väl faktorerna uppfylls på line, på kit och i komponentverkstaden. Observera att viktningen är gömd så att viktningen inte påverkar resultatet.

Längst ner i matrisen visas nu en poäng vid respektive område. Poängen kommer från att den viktade faktorn multipliceras med poängen för hur väl den kan uppfyllas på de olika områdena. Exempelvis om faktorn är viktad till 3 och den kan verkligen uppfyllas på ett område så området har betygsatts till 5 så multipliceras faktorn med hur väl området uppfyller, det vill säga $3 \times 5 = 15$. Alla produkter summeras och en slutsumma blir då områdets poäng. Det området med högst poäng är då mest lämpad för förmontag av komponenten. Det är dock viktigt att gå tillbaka till grundförutsättningsdelen för att säkerställa så att alla grundförutsättningar är uppfyllda.

		Fulfillment of factor	
Q	Work instruction	5	15
	Standardized work	3	9
	Purity requirements	3	9
	Traceability	3	9
	Workplace design	4	12
	The right tools	2	6
	Fixture	3	9
	DFA(Design For Assembly)	0	0
	Quality Assurance	3	9
	Trained assemblers (on line / kit / comp)	3	9
	System (mont)	3	9
	Summary Quality		96

Figur 6.4. Faktorerna inom området kvalitet med gömd viktning. Uppfyllande av faktorn bestäms för området i figuren och en summa för kvalitet erhålls.

Är alla grundförutsättningar uppfyllda på området med högst poäng är det området som är mest lämpat för förmontag. Skulle det vara att ett område som fått högst poäng och inte kan uppfylla grundförutsättningarna så behöver en bedömning göras om det går att lösa problemen med grundförutsättningar eller inte. Skulle det fungera att lösa dem så behöver ytterligare en bedömning göras för att se om det är hållbart att placera förmontag på det området.

Det är inte guidelinen som tar beslutet om var ett förmontage ska lokaliseras utan det är personen som skall bestämma var förmontag skall lokaliseras som gör det. Guidelinen är ett beslutsunderlag för beslutet och är uppbyggd i flera steg som nu blivit beskrivet. Längst ner i guidelinen finns ett kommentarsfält där det ska fyllas i vad för beslut som tagits och varför det blev den lokaliseringen. Detta för att kunna följa upp och gå tillbaka och se varför beslutet har tagits.

6.3 Funktionstest av utformad guideline

För att testa guidelinen och se så att den fungerar som det är tänkt utfördes ett test. Testen genomfördes på så sätt att ett scenario med en komponent som var placerad på line skulle utredas var den egentligen skulle förmonteras. Testet genomfördes tillsammans med en produktionsberedare och en produktionstekniker. Komponenten som skulle testas genom guidelinen steg för steg var en kraftkabel. Kraftkabelns montage såg precis ut som det som är beskrivet i empirin där det krävs en fixtur och en momentdragare. Testet pågick under en timme men för ett verkligt fall skulle det vara lämpligare att använda ett par timmar till för att tänka igenom samtliga faktorer mer ordentligt.

Prioriteten av införandet av förmontaget var att det skulle ta så lite tid som möjligt, det vill säga prioriteten var tidsfaktorn. Med hänsynstagande till prioriteringen så viktades alla faktorerna. Viktningen i kategorin kvalitet såg ut enligt vad figur 6.5 visar där fixturen, verktygen och kvalitetssäkringen ansågs extra viktiga. Denna viktning utfördes på alla faktorerna i kategorierna men kategorin kvalitet är vald här endast för att visualisera de olika stegen i processen.

Q	Work instruction	3
	Standardized work	3
	Purity requirements	3
	Traceability	3
	Workplace design	5
	The right tools	5
	Fixture	3
	DFA(Design For Assembly)	0
	Quality Assurance	5
	Trained (assemblers on line/kit/comp)	3
	System (mont?)	1
	Summary Quality	

Figur 6.5. Viktningen av kvalitetsområdet.

Viktningsdelen göms och nästa steg i beslutsprocessen är att svara på grundförutsättningarna. Enligt dagens monteringsprocess krävs en momentdragare och en fixtur för montaget. Det enda som inte kunde uppfyllas av grundförutsättningarna som visas i figur 6.6 var att kit inte hade någon momentdragare. Precis som i förklaringen av guidelinen så skall den andra delen med faktorerna i de olika kategorierna fyllas i för att sedan gå tillbaka till grundförutsättningsdelen. Vid ifyllnaden av hur väl en faktor uppfylls eller inte blev det diskussioner hur det var tänkt att tänka vid bestämmandet över hur väl de olika faktorerna kan uppfyllas. Det som gäller är att tänka hur väl faktorn kan uppfyllas i dagens läge på de olika områdena. Är det inget problem med att uppfylla faktorn betygssätts det med siffran 5 och om det inte skulle kunna uppfyllas alls med siffran 0.

			Component workshop			Kit			Line			
		required	fulfillment of requirements			fulfillment of requirements			fulfillment of requirements			Comment
				OK	NOK		OK	NOK		OK	NOK	
Essential condition	Machine?	NO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Lifting tool?	NO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Nutrunner?	YES	YES		-	NO	-		YES		-	
	Fixture?	YES	YES		-	YES		-	YES		-	
	Leakage Test?	NO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Summary Essential condition			OK				NOK		OK		

Figur 6.6. Ifylld grundförutsättningsdel från testet där kit inte har någon momentdragare och därmed inte kan uppfylla den grundförutsättningen

Guidelinen påvisar att det är lämpligast att placera förmontaget på line där det är idag. Eftersom att poängen mellan line och komponentverkstaden är väldigt nära varandra kan ytterligare en avvägning göras beroende på vad orsaken var till att komponenten skulle gå genom guidelinen trots att den redan var placerad på line. I figur 6.7 visas faktorerna och dess uppfyllnad på de olika områdena och hela testet finns i bilaga 6.

Fulfillment of factor			
Q	Work instruction	4	12
	Standardized work	2	6
	Purity requirements	3	9
	Traceability	2	6
	Workplace design	4	20
	The right tools	4	20
	Fixture	4	12
	DFA(Design For Assembly)	0	0
	Quality Assurance	4	20
	Trained (assemblers on line/kit/comp)	2	6
	System (mont?)	3	3
	Summary Quality		114

Figur 6.7. Uppfyllnad av faktorerna inom kvalitetskategorin för komponentverkstaden samt produkten av faktorns viktning och uppfyllnad längst till höger

Syftet med testet var att se om guidelinen fungerade och vad i så fall som skulle kunna ändras om det skulle behövas förändringar. I och med att en kontinuerlig dialog med både produktionsberedaren och produktionsteknikern hade förts under utvecklingen uppkom det inte många oklarheter och guidelinen behövde endast finjusteras. Finjusteringarna är inte nämnvärda då det framförallt handlade om designen.

7. Diskussion

I detta kapitel diskuteras guidelinen och dess tillförlitlighet, avgränsningarnas påverkan på slutresultatet och utvecklingspotential som konceptet har. Samt rekommendationer för framtida arbete kring det som framtagning av guidelinen lett till.

7.1 Guidelinen

Guidelinen innehåller faktorer som har en påverkan på var en komponent ska förmonteras. Ska ett beslut tas är det precis som syftet anger viktigt att beslut tas på samma grunder för att kunna bestämma lokaliseringen av förmonteringen. Guidelinen uppfyller syftet då viktiga kategorier med olika faktorer är grunden i beslutsunderlaget. Kategorierna och faktorerna motiveras med VPS-triangeln där bland annat kvalitet och säkerhet är högt prioriterade kategorier. När guidelinen konstruerades samlades faktorer som skulle kunna påverka lokalisering av förmonteringen. Faktorerna har i sin tur grupperats i de olika kategorierna för att enklare kunna se uppdelning och även för att underlätta att uppdatera ifall nya faktorer tillkommer.

Kategorierna som definierats som viktiga och som guidelinen innehåller är grundförutsättningar, kvalitet, säkerhet, kostnader, leverans och övrig kategorisering. Grundförutsättningarna som är av karaktären om det är möjligt eller inte att placera en maskin, ett lyftverktyg, en momentdragare, en fixtur eller ett läcktest på de olika lokaliseringarna om det skulle krävas för montaget. Redan här skulle möjligheterna att placera ett förmonterings på ett område elimineras men alla stegen i guidelinen bör ändå fullföljas för det mest tillförlitliga underlaget till beslut. Det är användarna av guidelinen som tar beslutet för lokaliseringen inte guidelinen. Beslutsstagarna använder guidelinen som beslutsunderlag för att kunna fatta besluten. Skulle guidelinen kunna ge ett direkt svar skulle den eventuellt bestå av någon slags blackbox där faktorer stoppas in och omvandlas till ett svar. Detta skulle dels leda till problem för uppdateringar och tillförlitligheten.

För att använda guidelinen rekommenderas att det är två eller fler personer som går igenom den. Detta öppnar upp för tvärfunktionellt samarbete. Det skulle vara lämpligt att personer som har kunskap om komponentverkstaden, kit och line är med och utför guidelinen vilket skulle resultera i ett mer tillförlitligt slutresultat. För att förstå komplexiteten på komponenten som har ansetts som viktig är det en fördel att ha en fysisk komponent vid genomgången av guidelinen samt ritningarna.

7.2 Tillförlitlighet

Den slutgiltiga guidelinen är ett levande dokument som är konstruerat så att det enkelt går att uppdatera och lägga till faktorer som är relevanta för just den komponenten eller om någon annan faktor skulle behöva ingå vid beslut om lokalisering. Guidelinen får inte ut ett exakt svar utan låter användarna själva välja utifrån de bedömningar som utförts med guidelinen. Det utkommer en poäng som kan jämföras och analyseras

mellan de olika koncepten, högst poäng behöver inte vara det mest lämpliga stället att lokalisera ett förmontage på.

Det är de som använder guidelinen som bestämmer viktning på de olika faktorerna vilket kan leda till en missbedömning. Viktigt är att alltid tänka på projektets prioritering utifrån prioritetstriangeln. Projektets prioritet är avgörande vid viktningen och beslutet. Ett projekt har som nämnts tidigare alltid en prioritering utifrån projektets kvalitet, projektets tid och projektets kostnad. Tanken är att guidelinen ska hjälpa att ta beslut och se till att ingen viktig faktor utelämnas. Det är användarna av guidelinen som bestämmer hur noga de vill utföra den men rekommendationerna är att fullfölja hela så inte ett felaktigt beslut tas. Om användaren av guidelinen går igenom den ordentligt och går ut i fabriken och undersöker områdena så kommer beslutet som baseras på guidelinen att vara tillförlitligt. Om det tvärfunktionella samarbetet fungerar så kommer det att leda till att beslutet blir ytterligare mer tillförlitligt.

7.3 Avgränsningarnas påverkan på slutresultatet

Avgränsningarna som gjordes i början kan ha haft en påverkan på slutresultatet. Genom att inte ta hänsyn till antal produkter i arbete jämförs inte skillnaderna mellan att förmontera på line, på kit eller i komponentverkstaden. Om skillnader finns så skulle det vara en relevant faktor för lokaliseringen. Då skulle även komponentens värde i kronor även anses som en relevant faktor. Genom att ha högt PIA innebär det att mer kapital finns bundet inom företaget så en dyr komponent binder mer kapital. Det är slöseri att ha mycket lager eller att överproducera (Baudin, 2002) vilket ofta också leder till andra slöserier.

Avgränsningen att endast fokusera på de komponenter som rör slutmonteringen kan ha haft effekt på slutresultatet. Grundmontering är en helt annan slags montering med många maskiner och en mer automatiserad monteringsline. Komponenter som förmonteras i komponentverkstaden och ska till grundmonteringen levereras ibland i sekvens, det vill säga att komponenterna ligger i exakt den ordningen som de ska monteras i när de kommer till line. Om guidelinen skulle utvecklas till att användas för grundmonteringen också skulle fler faktorer behöva tillkomma, exempelvis sekvensering. Eftersom att ingen kartläggning gjorts på de komponenterna som går till grunddelen så är det svårt att avgöra hur stor påverkan avgränsningen haft på slutresultatet av guidelinen. Eftersom att dokumentet skall vara levande och ändras av användarna vilket leder till att det går att anpassa till en grundmontering och eventuellt användas där också.

Eftersom att guidelinen är gjord för hur det ser ut i dagsläget är det inte säkert att den skulle passa att använda sig av i framtiden om omkonstruktioner av line skulle göras. Guidelinen täcker dock stora delar av de faktorer som är relevanta för lokaliseringen. De faktorerna skulle nog inte kunna komma att ändras, det är nog snarare områdena som det skulle kunna ske förändringar på.

7.4 Framtida rekommendationer

Eftersom mycket tid har spenderats i komponentverkstaden har förslag till förbättringar uppkommit. Förbättringarna har inte ingått i arbetet men eftersom att de påverkar företaget så kommer några av dem att diskuteras. I dagsläget så transporteras färdigbyggt material upp i HL innan det körs ut till linerna. Skulle det istället gå på direktleverans minskas transporttiderna och beläggningen på EHB. Beläggning på de som kör materialtågen skulle då dock öka.

I komponentverkstaden behövs även monteringsstationerna ses över då arbetsplatsen har klämrisker på flera stationer. Förutsättningarna är inte heller helt optimala då det inte finns samma monteringsystem i komponentverkstaden som på line. Det finns även stora mellanlager mellan stationerna som leder till att det är många produkter i arbete. Detta binder kapital som tidigare nämnts och leder till en ökad kapitalbindning. Det är relevant att se om arbetssättet kan förändras så att dessa mellanlager minskas. Det är även relevant att se över arbetsbeskrivningarna överallt i fabriken men framförallt i komponentverkstaden så att det inte uppstår problem med kvalitet, leverans och säkerhet. Det är viktigt att arbeta standardiserat så att processen alltid kan förbättras och minska avvikelserna.

8. Slutsats

Slutsatsen är att guidelinen fungerar och innehåller faktorer som leder till ett tillförlitligt beslutsunderlag för lokalisering av förmontage. Guidelinen öppnar för ett tvärfunktionellt samarbete mellan avdelningar då det kräver att flera personer med olika ansvarsområden är inblandade. Guidelinen är till för att uppdateras så det är okej att lägga till eller ta bort faktorer så att den är lämpad för ändamålet. Faktorerna som är med i den framtagna guidelinen är faktorer som är lämpliga för att kunna använda vid ett beslutstagande då de är framtagna med hänsyn hur det ser ut i verkligheten. Kategorierna kvalitet, säkerhet, leverans, kostnad och övriga egenskaper är kategorier som är viktiga för företaget enligt VPS och har en betydande roll för strukturen i guidelinen. Det är dock viktigt att tänka på att guidelinen inte ger ett beslut utan det är ett underlag för den ansvariga för beslutsfattandet av lokaliseringen av förmontaget. Faktorerna som definierats som viktiga att ta hänsyn till viktas och det leder till att det blir ett samband mellan alla faktorerna som leder till lokaliseringen av förmontaget av komponenten. Faktorerna i kategorierna är alltså inte själva avgörande var förmontaget ska lokaliseras utan det är den samlade helheten. Grundförutsättningarna däremot kan direkt avgöra var förmontaget skall utföras och därmed är varje enskild grundförutsättning avgörande.

Problemet var att det inte tidigare fanns någon process som hanterade lokaliseringen av förmontage. Guidelinen är en delprocess i beslutsfattandet och behöver nu införas i någon av de befintliga processerna på företaget. Med guidelinen kan ett standardiserat arbete med lokaliseringen av förmontage införas och det är enkelt att titta bakåt i tiden på olika beslut som har tagits och varför de tagit beslutet så som de gjort. Det viktigaste steget för Volvo GTO är nu att få in guidelinen i en process och sedan se till att den används. Eftersom att problemet med att bestämma var förmontering ska lokaliseras inte bara finns på Volvo GTO är detta ett arbete som har större omfång än bara för Volvo.

Sammanfattningsvis finns det nu en guideline som innehåller de faktorer som anses vara relevanta att ta i anspråk vid beslut för lokaliseringen av förmontaget. Dessa faktorer är tillsammans med varandra avgörande för lokaliseringen till skillnad från grundförutsättningarna som kan avgöra förmontagets lokalisering självständigt. Det viktiga är att som tidigare nämnts att guidelinen inte ger beslutet för lokaliseringen av förmontaget utan verkar som beslutsunderlag åt beslutstagaren.

9. Litteraturförteckning

Alizon, F., Dallery, Y., Essafi, I., & Feillet, D. (2009). Optimising material handling costs in an assembly workshop . *International journal of production research* , 47(14), 3853–3866.

Ameri, F., Summers, J. D., Mocko, G. M., & Porter, M. (2008). *Engineering design complexity: an investigation of methods and measures* . London: Springer-Verlag London .

Baudin, M. (2002). *Lean assembly: the nuts and bolts of making assembly operations flow*. New York: Productivity Press.

Bozer, Y. A., & McGinnis, L. F. (1992). Kitting versus line stocking: A conceptual framework and a descriptive model. *International journal of production economics*, 28(1), 1-19.

Chatzopoulos, C., Chatzimichailidou, M. M., & Tsigkas, A. (2013). Production logistics for mixed-model lines: embedding mass customization into demand flow manufacturing. *Acta technica corviniensis - bulletin of engineering*, 6(1), 57-63.

Eklund, J. (1997). Ergonomics, quality and continuous improvement- conceptual and empirical relationships in an industrial context. *Ergonomics*, 40(10), 982-1001.

Emiliani, M. L. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership & organization development journal*, 29(1), 24-46.

Hansson, R., Johansson, M. I., & Medbo, L. (2011). Location of kit preparation – Impact on in - plant materials supply performance . *International journal of industrial engineering and management* .

Inman, R. R., & Blumenfeld, D. E. (2014). Product complexity and supply chain design. *International journal of production research*, 52(7), 1956-1969.

Johansson, P. E., Lezama, T., Malmsköld, L., Sjögren, B., & Moestam Ahlström, L. (2013). In P. F Cunha (Ed.), Current state of standardized work in automotive industry in Sweden. *Forty sixth CIRP conference on manufacturing systems 2013* (ss. 151-156). Amsterdam: Elsevier.

Kumar, R. (2011). *Research methodology: a step-by-step guide for beginners*. Los Angeles: SAGE.

Mattsson, S.-A. (1999). *Produktionslogistik: Grunddata för material- och produktionsstyrning*. Malmö: Permatron.

Orfi, N., Terpenney, J., & Sahin-Sariisik, A. (2011). Harnessing Product Complexity: Step 1—Establishing Product Complexity Dimensions and Indicators. *The engineering economist: A journal devoted to the problems of capital investment*, 56(1), 59-79.

Punjab Singh, A., Nagarajan, A. B., & Ramkumar, R. (2014). Reduce human error for designing the fixture using poka yoke. *International journal of mechanical engineering and robotics research*, 3(2), 367-371.

Sim, K. L., & Chiang, B. (2012). Lean Production Systems: Resistance, Success and Plateauing . *Review of business*, 33(1), 97-110.

Svensson, D., & Malmqvist, J. (2002). *Strategies for Product Structure Management at Manufacturing Firms*. Göteborg: Division of Product and Production Development, Chalmers University of Technology.

Taruntaev, V. (1993). Trends in engine and transmission assembly. *Production*, 105(6), 56-57.

Ullman, D. (2010). *The mechanical design process*. Boston: McGraw-hill.

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2011). *Product Design and development*. New York: McGraw-Hill/Irwin.

Bilagor

Bilaga 1 sid 1(1)
(Orfi, Terpenney, & Sahin-Sariisik, 2011)

	Functional index				Structural index			Design index			Production index	
	Variety		Number of functional requirements		Number of components	BOM level	Degree of interconnectivity	Coupling level	Control level	Degree of product newness	Number and type of production paths	Volume
	Product variety	Comp. variety	Process variety	Customer sensitivity	Tolerance level							
Labor costs												
Product development cycle	x	x		x	x			x	x			
Training	x	x	x			x				x	x	
Learning curve losses	x	x	x	x						x	x	
Balancing assembly lines and production scheduling	x		x		x	x				x		x
Production costs												
Setup costs		x	x							x	x	x
Capital equipment	x		x		x		x			x	x	
Quality control		x	x	x	x		x	x	x			
Reduction in capacity		x	x							x		x
Material costs												
Loss of economies of scale		x										
Material handling		x								x		
Logistic costs												
Management	x	x	x			x				x	x	x
IT system	x	x	x			x				x	x	x
Inventory holding	x	x				x				x	x	x

Bilaga 2 sid 1(2)

24 mars 2015 Teknikansvarig produktionstekniker

- Hur fungerar materialflödet i fabriken?
- Hur fungerar Volvos supermarket?
- Klassificerat material?

24 mars 2015 ledare komponentverkstaden

- Vad är det för komponenter som byggs i komponentverkstaden? Genomgång av dessa.
- Artiklar som förmonteras, går de till alla motorerna eller bara några?
- Vad kommer till Droppstation?
- Finns det mellanlager i ställage?
- Komponenternas komplexitet?

27 mars 2015 personal på kit

- Hur går kittning till?
- Visa oss pick-by-light

27 mars 2015 ledare komponentverkstaden, personal komponentverkstaden

- Startelementens flöde?
- Tid på torget för startelementen?
- Mellanlager material i ställage komponentverkstaden?

30 mars lagsamordnare komponentverkstaden

Rundtur på del två.

- Vilka komponenter tillhör grunddelen?
- Vilka komponenter tillhör slutdelen?

1 april 2015 möte med teknikansvarig produktionstekniker

- Materialleveranser?
- Hur får materialförsörjarna uppdrag om att köra ut material?

Bilaga 2 sid 2(2)

Möte/information 25 mars 2015 produktionstekniker

Genomgång av VPS (Volvo Production System), WPO (Work Place Organisation), CD (cost deployment) och FI. Behövdes en förklaring av alla termer då de används frekvent inom företaget.

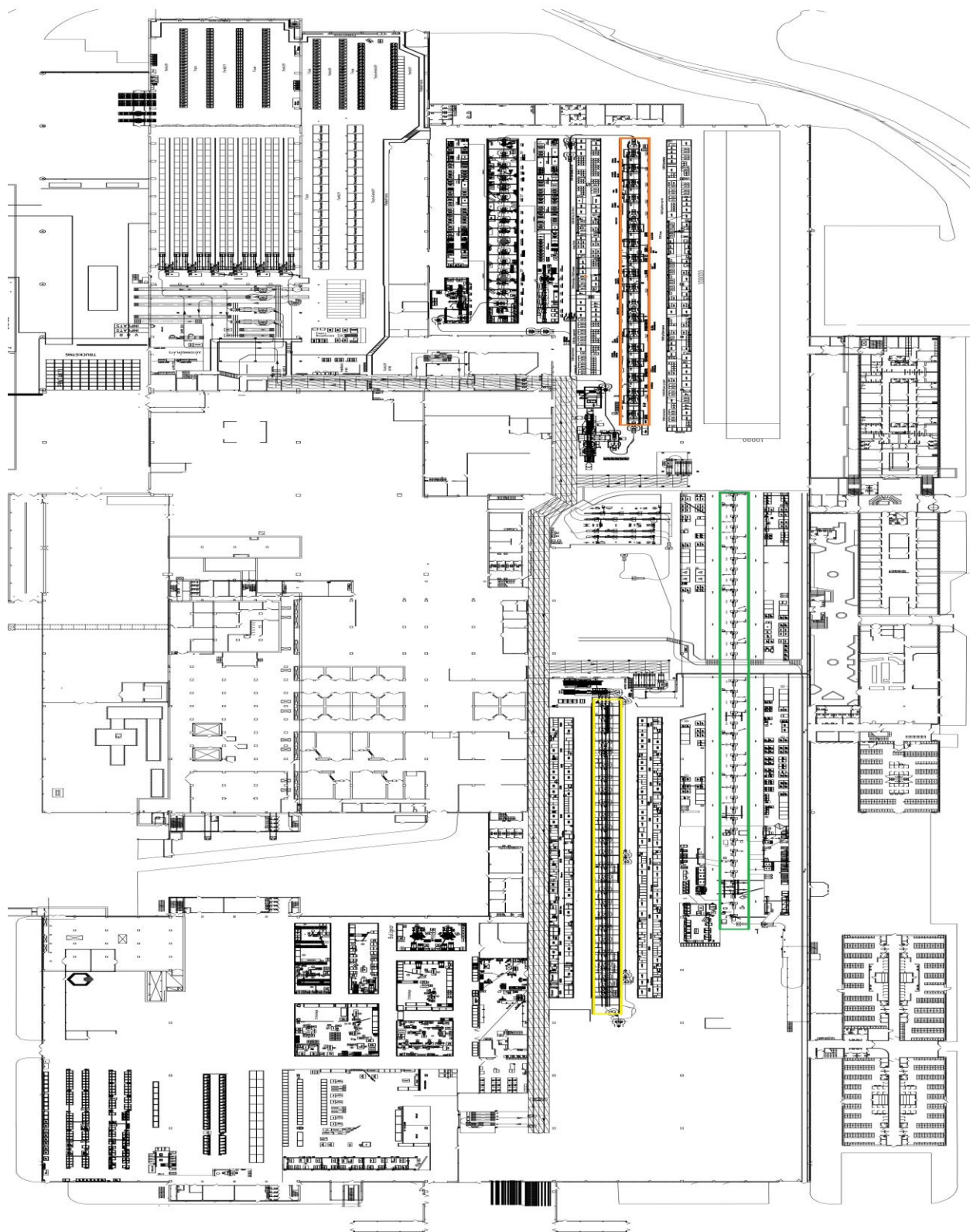
Möte/information 27 mars

Med: Produktionstekniker och chef monterings teknik

Frågor angående den guideline som ska konstrueras:

- Vem styr?
- Till vem är verktyget/riktlinjerna?
- Vem har mest nytta av detta?
- Vem tar beslut om omfånget av arbetet? linda?
- Alla artiklar och alla slingor, blir för stor?

Bilaga 3 sid 1(1)





Guideline for decision regarding localization of pre-assembly

ELIN STENVALL

FREDRIK DAHLSJÖ

CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

VOLVO GROUP TRUCKS OPERATIONS, SKÖVDE SWEDEN 2015

Bilaga 4 Instruktion till guideline sid 2(8)

Introduction

In this instruction the guideline is explained which is intended to be a basis for decisions on the location of the pre-assembly of a component. A summary of the guideline comes first followed by an explanatory view of the guideline. Next comes a explanation of the priority triangle, a specific description for all stages and finally a map, wordlist and definitions.

1. Summarized explanation of the guideline

The guideline is helpful when selecting the area where the pre-assembly should be placed. Pre-assembly can be performed in the areas component workshop, kit or line. The information which is retrieved have to be up to date and display the current state. Before the guideline is performed name of the user, the name of the component, component volume per year and export per year of the component needs to be filled in. This is performed in the table above the matrix.

The guideline is divided into two parts, the essential conditions and categorization. The essential conditions part consists of answering questions. The questions is to be answered with a YES or NO for which essential conditions required. If an essential condition is required the next step is to answer YES or NO if the possibility exist in the current state in each area. Is the right condition given, a green light shows otherwise it gets a red light. This part of the guideline is performed to quickly exclude areas where pre-assembly is not possible to be performed. If pre-assembly is possible for the area, that is to say that all required conditions are met, the cell which summarizes the result gets the color green and the text "OK". If pre-assembly is denied for the area the cell results in the color red and the text "NOK". This is because one or more of the required conditions are not met. Essential conditions should not be weighted just to be answered with YES or NO. If pre-assembly is possible in the area it qualifies for the next part, Categorization part. The part is divided into Quality, Safety, Cost, Delivery and Feature. The divisions contains of standardized factors which should be weighted. **It is possible to add factors that are considered to be required.** Weighting range is 0-5. When the weighting is completed the user should hide this column so it doesn't affect the final result. Which is done through pushing the button "Hide Weight and Fulfillment Score". In the next step the factors is evaluated in a scale of 0-5 of how good a factor can be fulfilled. The weighting is then multiplied together with the score from the areas fulfillment of the factor. The result is summed and then again summed with all factors in its division. All parts are then summed in the final cell at the bottom of the grid. **The area with the highest score is considered the most appropriate for the performance of the pre-assembly.**

Bilaga 4 Instruktion till guideline sid 3(8)

Although the area does not pass the essential conditions it is recommended to perform the categorization part of the area anyway. The result of this may be that the area which passed the essential part can achieve a low final score, while the eliminated area can achieve a high final score. Go back to the essential part and check what made the area not to pass. It may be worth to fix the problems and make the high scoring area pass. For example, one of the areas was not approved because it had no lifting tool. The user of the guideline needs to make the decision whether it is worth buying the lifting tool to get the area to pass or accept the area which had less points but passed the essential conditions section. But there should also be a check why not the area which passed the essential conditions got a high score. It may be that the weighting should be reviewed. One of this solutions should fix the problem.

When an area is selected the user should fill in the box Made Decision. The user writes what the final decision of localization was and why it became that precisely decision.

It is recommended that during the execution of the guideline to have the physical component and its drawings to get an accurate answer.

Remember that the result is only a basis for where each component should be pre-assembled. Use common sense and go out to the chosen area and examine the guidelines result if it is useful in reality.

Bilaga 4 Instruktion till guideline sid 4(8)

2. Explanatory view of the guideline

In Figure 2.1 the guideline is displayed as a picture. The various parts are marked by numbers and explained in the table 2.1

Figure 2.1. Full guideline is shown with a number for each part

Table 2.1. The table explains each part of the guideline

Number	Explanation of Part
1	Essential Conditions
2	Categorization part
3	Buttons for hiding and unhiding parts of the matrix
4	Table for the user to fill in information
5	Priority triangle
6	A small "To do-list"
7	Two buttons(hyperlinks) which sends the user to the instructions of the guideline
8	Made Decision part. The user writes what decision that was made and why.

Bilaga 4 Instruktion till guideline sid 5(8)

3. Explanation of the priority triangle

Determine the priority in the priority triangle shown in Figure 3.1. The choice of priority is of highest importance before starting the project. Priority should not be in the center of the triangle where quality, resources and time are trying to be achieved simultaneously, visualized in Figure 3.2. Cannot only one priority be chosen it is possible to put the priority between two goals, visually this means that the point only can touch one of the walls as shown in Figure 3.3.

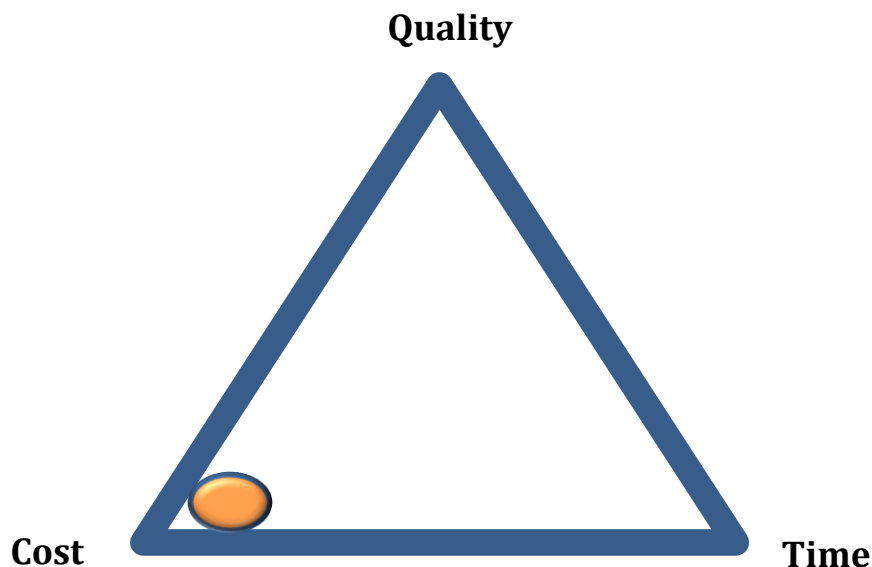


Figure 3.1. Priority triangle with priority on Cost.

It is important to determine the priority from the start and include all parties involved so that everyone knows what needs to be prioritized. There is then something to base future decisions on. If the highest priority goal is quality you have to let it take the time it takes for any price needed. It is important to involve all the parties concerned from the beginning such as the department of logistics and production. This is important so that they are aware of what is going to happen and can support with input. It is possible to move the point in the triangle by double clicking on it and the move it to its priority localization.



Figure 3.2. This priority should not be performed.

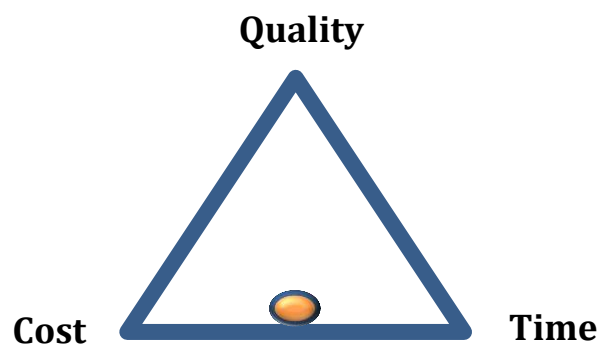


Figure 3.3. Priority between two goals may be performed

Bilaga 4 Instruktion till guideline sid 6(8)

4. Specific description of the guideline

In this chapter the guideline is described for each column. The first column in the guideline consists of the essential conditions which later is to be answered. The categorization part consists in the first column of factors. Before the guideline is performed the user should fill in its name, the name of the component, the article number of the component, volume produced per year and export per year of the component. This is done in the table above the matrix.

4.1 Export

The number of components exported per year is an important condition regarding the localization of the pre-assembly which the user needs to take into account. Components which is exported often fits best in the component workshop but this can vary which is why this is left to the user to decide. For example can a component which is exported with a low volume per year be operated in areas outside the component workshop.

4.2 Weight

In the column called Weight the weighting number should be deployed for each factor. The weighting should be based on the priority determined from the priority triangle. The weighting range is between 0-5 and only the categorization part should be weighted. The higher the number the higher the degree of importance of the factor. Each factor should be weighted. A zero means that the factor is not relevant for the preassembly, N/A, and the row fills with grey color to show that it won't be necessary to rate in the Fulfillment of the factor. This means that this factor will not result in any influence on the final score. The weighting column is predefined by the degree 3. After completing the weighting the column should be hidden which is done through pushing the button "Hide Weight and Fulfillment Score". Only the categorization part should be weighted.

4.3 Required/Comment

Answer (essential conditions): The questions should be answered with a YES or NO. A YES means that the question needs to be met and NO means that the question is not relevant for this project. If the answer is NO the row of areas will automatically become green, green means it been approved. If the answer is YES it means that the question is relevant and then the area part must be completed (explanation of this are show further below).

Comment (categorization part): Here you are given the opportunity to fill in a comment for the factor. The comment could be how the user resonated in his judgement. This cells is not required to be filled in.

Bilaga 4 Instruktion till guideline sid 7(8)

4.4 Areas

This part specifies what is meant by component workshop, kit and line. Each area is then explained for each of its three columns. The execution of the areas is the same for each area.

4.4.1 Specifying areas

Line: The pre-assembly done on the assembly line or pre-assembly station along the line, both performed by a fitter.

Kit: The pre-assembly done in the kit performed by the kit-fitter.

Component Workshop: The pre-assembly done in the component workshop.

4.4.2 Essential conditions

In the first column the user responds to if the area meets the essential question with a YES or a NO. The second column gives OK when replying YES while the third column gives NOK if responding NO.

Example: Is there the possibility of having the right tools at the kit? The user responds YES if it is possible to fulfill the essential question in this area. If not, a NO is answered.

4.4.3 Categorization part

In the first column in an area the user should set out how well a factor is met. Read the factor and when it is clear what the factor means rate the factor for all three areas relative to each other. This means that the user compares areas of a factor. Is it for example clear that a factor is very suitable at Line and gets a rating of 5, it is now easier to compare how good the other areas are compared to Line. The score is performed by rating the performance requirements between 0-5 where rating 1 is poor possibility for fulfillment and grade 5 is the best possible fulfillment. Score 0 means that the area has no opportunity to fulfill the factor.

In the second column the rating, which just was described, is multiplied with the weighting for the factor and the product is printed. All the products is then summed for each category and then all categories is summed in a final cell for each area. Summary column should be hidden during the grading order not to affect the outcome. This is done by pressing the button "Hide Weight and Fulfillment Score" (which should already have been done after the weighting).

Example: A factor is affecting transportation. Deliver to Line is optimal and gets a rate of 5 while kit needs more handlings is rated with a 3. The component workshop have to first send the component to HL before it is sent to Line, therefore it gets the rate 1.

Bilaga 4 Instruktion till guideline sid 8(8)

5. Map

A map of the factory, F-hallen, is attached under the tab Map. An important point in the choice of area for the pre-assembly is where the pre-assembly is located and how the component is delivered. Transport is a category which is included in the guideline, use the map when factors is related to this topic.

Example: Most of the components is transported from HL to the component workshop and then back again. Just single path this route is 360 meters.

6. Files

It is recommended to update the guideline after the needs that are required. Modifications and additions may be added to these instructions and the Excel-document. The hyperlinks to the instructions, which can be found in the guideline, only works if the files is stored in the same folder.

7. Evaluation result of the guideline

The area that passed through the essential conditions section and received the highest score in the categorization part is considered to be the suitable area for building the component. It is always up to the user to evaluate the result. Other factors that are not included can make it unsuitable for an area to assemble the component despite the best result. Therefore it is recommended for the user to add those factors that are missing. Make sure the guideline is performed properly otherwise the result cannot be accurate obtained. Above all, the knowledge that the user has should be used to make the decision and have the guideline only as a basis for this decision.

8. Wordlist

In this list words that appear in the guideline is translated. Expand the list if necessary.

Translation	
Essential Conditions	Grundförutsättningar
Component Workshop	Komponentverkstaden
Fulfillment of factor	Uppfyllnad av faktorn
Fulfillment requirement	Uppfyllnad av krav
Required	Krävs
Weight	Viktning
Explanation	
Component	At least two articles assembled

XIII

[illegible]

XIV

KRAFTKABEL	Component workshop		Kit		Line	
	fulfillment of requirements		fulfillment of requirements		fulfillment of requirements	
	Needed		OK	NOK	OK	NOK
Essential condition	Machine ?	NO				
	Lifting tool?	NO				
	Nutrunner?	YES				
	Fixture?	YES				
	Leakage Test?	NO				
	Summary Essential condition					
Q	Weight	Comment	performance requirement		performance requirement	
	3		4	12	2	6
	3		2	6	4	12
	3		3	9	3	9
	3		2	6	3	12
	3		4	12	2	6
	5		4	20	4	20
	5		4	20	4	20
	0		0	0	0	0
	3		0	0	0	0
	5		4	20	4	20
	3		2	6	3	9
	1		3	3	0	0
	Summary Quality			114		111
S	1		3	3	3	3
	3		5	15	2	6
				0		0
				0		0
				0		0
				0		0
	3		4	12	2	6
	Summary Safety			30		15
	3		4	12	2	6
	3		1	3	3	9
				0		0
				15		3
				0		0
				0		0
C	3		4	12	2	6
	Summary Handling			30		15
	3		4	12	2	6
	3		1	3	3	9
	3			0		0
	3		5	15	1	3
	4		5	20	1	4
	1		2	2	4	4
	Summary Cost			52		26
	3		5	15	1	3
	5		3	15	1	5
				0		0
				30		8
	Summary Delivery			0		0
F	0			0		0
	2		5	10	1	2
	0			0		0
				10		6
				0		0
	Summary Features			10		2
Scenario summary:		236		162		248