

2010-08-23



# **Metodutveckling av virtuella byggnationer på Saab Automobile AB**

MOA SIKSTRÖM  
NATHALIE WISÉN

EXAMENSARBETE  
Maskiningjör med inriktning mot produktutveckling med design  
Institutionen för ingenjörsvetenskap  
Högskolan Väst, Trollhättan, Sverige

# EXAMENSARBETE

## Metodutveckling av virtuella byggnationer på Saab Automobile AB

### Sammanfattning

---

Saab Automobile AB i Trollhättan är i behov av en förbättrad metod för virtuella byggnationer som beredningen kan använda sig av i biltillverkningen. Genom att skapa en processtruktur i befintligt PLM-system som kan kommunicera och hämta data från den produktstruktur som redan finns skulle mycket arbete kunna sparas. Idag använder beredarna sig av ett visualiseringsprogram som man kopplar produktstrukturen till. Enligt nuvarande metod bygger beredarna upp en struktur i detta visualiseringsprogram som fungerar som en processtruktur inför varje ny projektgrind. Denna struktur går inte att enkelt uppdatera och därför måste en ny skapas inför varje ny projektgrind. På detta sätt blir de virtuella byggnationerna resursineffektiva.

Genom att skapa en processtruktur som är möjlig att enkelt uppdatera skulle strukturen kunna återanvändas vid ny projektgrind men även under löpande projekt. Detta stämmer väl överens med grundtankarna bakom att använda ett PLM system. Ett flertal problem återstår att lösa för att detta skall kunna bli möjligt.

Slutsatserna av studien är att i processtrukturen bör artiklarna finnas under de stationer och operationer där de monteras i den verkliga fabriken. Det finns ingen universell lösning för hur strukturen skall se ut. Den enda vägledning som finns är att den skall spegla fabriken processer. För att beredarna lätt skall kunna dra nytta av denna struktur bör även möjlighet finnas att söka upp artiklar genom ett namnfilter.

Beredare har idag ansvar för ett visst produktområde, t.ex. säkerhetsrelaterade artiklar. Alla artiklar från detta produktområde monteras i skilda avsnitt av fabriken. För att det skall vara möjligt att på ett effektivt sätt hitta var i produktstrukturen dessa artiklar monteras bör därför de olika operationerna namnges efter vilka olika produktområden artiklarna kommer ifrån. På detta sätt kan fördelning av olika system enkelt filtreras fram.

Ett förslag på temporärt arbetssätt har tagits fram och instruktionerna finns som bilaga A.

<b>Datum:</b>	2010-08-23
<b>Författare:</b>	Moa Sikström, Nathalie Wisén
<b>Examinator:</b>	Claes Fredriksson, Högskolan Väst
<b>Handledare:</b>	Daniel Egenvall, Lennart Malmsköld, Saab Automobile AB Henrik Johansson, Högskolan Väst
<b>Program:</b>	Maskiningenjör med inriktning mot Produktutveckling med Design
<b>Huvudområde:</b>	Maskinteknik <b>Utbildningsnivå:</b> grundnivå
<b>Poäng:</b>	15 högskolepoäng
<b>Nyckelord:</b>	Teamcenter, PLM, virtuell byggnation, struktur, tillverkning, process
<b>Utgivare:</b>	Högskolan Väst, Institutionen för ingenjörsvetenskap, 461 86 Trollhättan Tel: 0520-22 30 00 Fax: 0520-22 32 99 Web: www.hv.se

# BACHELOR'S THESIS

## Development of a method in virtual manufacturing at Saab Automobile AB

### Summary

---

Saab is in need of an improved method for construction of virtual buildings that the planner can utilize. By creating a process structure in the existing PLM system, that can communicate and consume data from the product structure that already exists, a lot of work could be saved. Presently, the planner uses a visualization program that is connected only to the product structure. The current method with this visualization software is that the planner builds a process structure for each and every new project gate. This structure cannot easily be updated and therefore a new structure must be created before the new project gate. Thus, the virtual builds become resource inefficient.

By creating a process structure that easily can be updated, the structure could be reused in new gates and projects. This is consistent with the basic ideas behind using a PLM system. There are several obstacles to master before this will be possible.

The conclusions of this study are that in the process structure, the articles should be placed under the stations and operations where they are mounted in the actual factory. There is no universal solution as to how the structure should be, but it should reflect the plant processes. In order for the planner to easily take advantage of this structure, it should also be possible to look up articles using a name filter.

Planners are currently responsible for particular product areas, such as safety related articles. All parts of this product field are installed in separate sections in the plant. In order to efficiently find all the articles in the process structure, the operations should be named after the articles that are assembled under the specific operation.

A temporary working method has been proposed and the instructions can be found in Appendix B.

<b>Date:</b>	August 23, 2010
<b>Author:</b>	Moa Sikstrom, Nathalie Wisén
<b>Examiner:</b>	Claes Fredriksson, University West
<b>Advisor:</b>	Daniel Egenvall, Lennart Malmskold, Saab Automobile AB Henrik Johansson, University West
<b>Programme:</b>	Mechanical Engineering, Product development and design
<b>Main field of study:</b>	Mechanical Engineering
<b>Credits:</b>	15 HE credits
<b>Keywords</b>	Teamcenter, PLM, virtual manufacturing, structure, process
<b>Publisher:</b>	University West, Department of Engineering Science, S-461 86 Trollhattan, SWEDEN Phone: + 46 520 22 30 00 Fax: + 46 520 22 32 99 Web: www.hv.se

## **Förord**

---

Som avslutande kurs på författarnas Maskiningenjörsutbildning, med inriktning mot produktutveckling med design 180 högskolepoäng på Högskolan Väst i Trollhättan, utförs ett examensarbete. Kursen sträcker sig över en läsperiod på tio veckor och motsvarar 15 högskolepoäng.

Detta examensarbete har utförts av Moa Sikström och Nathalie Wisén på uppdrag av monteringsberedningen på Saab Automobile AB. Projektet har bestått i praktiskt arbete i Teamcenter men även till stor del studier av litteratur i ämnet och av intern dokumentation hos företaget. Båda författarna har tagit lika stor del av arbetet i Teamcenter. Tillsammans har de diskuterat och testat sig fram till de resultat som projektet mynnat ut i. De har båda studerat den litteratur och den interna dokumentation som fanns tillgänglig för att båda skall ha lika god inblick i ämnet. När det gäller rapportskrivandet har arbetet delats upp mellan författarna för att uppnå ett effektivt genomförande. För att få ett gemensamt språk och flöde i texten har författarna läst, redigerat och haft synpunkter på varandras textstycken. Resultatet är att båda författarna har tagit lika stor del i alla de olika moment som projektet inneburit. Båda delar ansvaret för alla resultat och slutsatser som framkommit.

Vi vill rikta ett stort tack till våra handledare på Saab Automobile AB, Lennart Malmsköld och Daniel Egenvall för all hjälp och ert aldrig sinande engagemang.

Trollhättan, 2010-08-23.

Moa Sikström

Nathalie Wisén

## Innehåll

---

Sammanfattning .....	i
Summary.....	ii
Förord.....	iii
Nomenklatur.....	v
1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Problembeskrivning.....	2
1.3 Nulägesbeskrivning.....	3
1.4 Syfte och mål .....	3
1.5 Avgränsningar.....	3
2 Metod.....	5
3 Product Lifecycle Management.....	6
3.1 Syftet med PLM .....	6
4 Teamcenter.....	7
4.1 Produktstrukturverktyg .....	7
4.2 Processtrukturverktyg.....	7
4.3 Bill of Materials .....	8
4.4 Variantvillkor .....	8
4.5 Visualiseringsverktyg .....	10
5 Uppbyggnad av processtruktur .....	12
5.1 Befintlig processtruktur.....	12
5.2 Volvos arbetsätt .....	13
5.3 Generering av PLM XML-filer av strukturer.....	14
6 Resultat .....	15
6.1 Test av befintlig processtruktur .....	15
6.2 Framtida processtruktur.....	16
6.3 Arbetsätt med önskad processtruktur .....	18
6.4 Temporärt arbetsätt .....	19
7 Slutsatser och diskussion.....	21
8 Förslag på framtida arbete .....	22
Källförteckning.....	23

## Bilagor (Sekreteress)

- A. Instruktioner för konsumering av artiklar från VAS till MSE
- B. Skapa en Sessionfil

## **Nomenklatur**

---

BOM	Bill of Material, styckelista
CAD	Computer Aided Design
GA	General Assembly
GM	General Motors
IA	Installation Assembly
MSE	Manufacturing Structure Editor
PLM	Product Lifecycle Management
PSE	Product Structure Editor
Saab	Saab Automobile AB
TcVis	Teamcenter Visualization
VAS	Vehicle Assembly Structure
Volvo	Volvo Cars Corporation
VPPS	Vehicle Partitioning and Product Structure
PDM	Product Data Management
XML	Extensible Markup Language

## **1 Inledning**

I Sverige står fordonsindustrin för 12 procent av den totala industrins förädlingsvärde [1]. Med 14 procent av Sveriges varuexport är fordonsindustrin den näst största nettoexporten bland alla varugrupper. 140 000 personer i Sverige uppskattas vara sysselsatta inom branschen, då är leverantörer och underleverantörer inräknade [1]. Det råder ingen tvekan om att denna industri är viktig för Sverige.

Den 23 februari 2010 undertecknades ett köpekontrakt mellan General Motors, nedan kallat GM, och den nederländska sportbilstillverkaren Spyker Cars. GM hade då varit ägare till Saab Automobile AB, nedan kallat Saab, sedan 1990. I och med detta köp öppnades nya möjligheter för Saab, vilket innebär att de inte längre är bundna att följa GM:s riktlinjer, utan nu har möjlighet att bygga upp en verksamhet som går mer i stil med det varumärke som Saab vill lansera. I samband med bildandet av eget bolag görs en översyn av befintliga arbetsmetoder som finns i verksamheten.

### **1.1 Bakgrund**

Inom fordonsindustrin sker en ständig utveckling och optimering av tillverkningsprocesserna. I takt med att kunderna efterfrågar mer kundanpassade bilar måste biltillverkarna öka antalet varianter [3]. Samtidigt som varianterna ökar så ökar även kundernas önskemål och behov av kortare ledtider.

Genom att använda sig av ett verktyg för Product Lifecycle Management, PLM, kan företaget hantera produktinformationen på ett effektivare sätt. Genom verktyget har alla berörda avdelningar inom företaget tillgång till all relevant information och därför underlättas kommunikationen och informationsflödet mellan avdelningarna. Detta kan i sin tur leda till minskade ledtider och samtidigt underlätta produktutvecklingsprocessen såväl som beredningsarbetet [3].

För att skapa bättre förståelse till projektets uppkomst är beredarens arbete särskilt viktigt. Beredningen är den avdelning som ser till att det går att sätta samman de olika delarna som tillsammans skall skapa en färdig bil. Beredningen har också som uppgift att ta fram och installera nödvändig tillverkningsutrustning. Olika beredare har ansvar för olika fabriksdelar. I detta examensarbete berörs monteringsberedningens uppgifter främst, eftersom det är i monteringen som en fördjupning kommer göras.

En monteringsberedares uppgifter består i att se till att produkten uppfyller de ställda krav som finns samt att se till att rätt utrustning tas fram för monteringsfabriken. Beredaren planerar även i vilken ordning alla bilens delar skall sättas samman och ser till att det finns frigång vid montering av artiklar till deras rätta positioner samt att det finns utrymme att komma fram med de verktyg som krävs. Beredaren måste veta vilka specifika verktyg som behövs för att montera varje artikel och om det finns verktyg

som är fast monterade på en station i fabriken måste beredaren även ta hänsyn till det i sitt arbete.

En viktig del i beredarens arbete är att veta vilka artiklar som redan är monterade i bilen när den kommer till varje station. Dessa artiklar kan vara i vägen när ytterligare artiklar skall monteras. Ett exempel på detta är att om ratten monteras innan förarsätet är på plats finns det inte tillräckligt utrymme att föra in sätet i bilen. Genom att istället planera processerna så att ratten monteras i ett senare skede när sätet redan sitter på plats blir monteringen möjlig.

Ett verktyg som på senare år har börjat användas av beredningen är datorstödda analyser. Saab har under flera år jobbat med att utveckla processer kring virtuella byggnationer inför projektgrindar (avstämningpunkter) i nybilsprojekt. Genom att använda sig av virtuella byggnationer kan beredaren försäkra sig om att en bil är byggbar redan i ett tidigt skede. Detta effektiviserar framtagningen av nya bilar eftersom både tid och pengar kan sparas. Det leder även till att behovet av tillverkade prototyper minskar och man kan istället få en bild av hur en produkt i framtiden skall vara möjlig att producera [6]. Genom att sätta ihop bilen i den virtuella miljön för monteringsstationen kan beläggning, åtkomst, utrymme och ergonomi analyseras.

## **1.2 Problembeskrivning**

På Saab är man i behov av ett förbättrat arbetssätt för att hantera processer i det PLM-verktyg som man använder sig av. Idag saknas erfarenhet av och kunskap om hur en processtruktur som simulerar processerna i fabriken skall utformas för att fungera på bästa sätt. Frågor som hur uppbyggnaden bör se ut för att minimera laddtider och öka prestandan skall besvaras i detta arbete. Denna struktur går inte att enkelt uppdatera och därför måste en ny skapas inför varje ny projektgrind. På detta sätt blir de virtuella byggnationerna resursineffektiva. Nu önskar man att detta arbete skulle kunna sparas och återanvändas. Detta är en av grundtankarna med att införa ett PLM-system.

Det finns ett flertal problem som måste lösas för att detta skall kunna bli möjligt. En viktig aspekt som ska beaktas vid skapandet av ny processtruktur är hur företagets behov och möjligheter ser ut. Tre viktiga frågeställningar som ska besvaras innan arbetet med processtrukturen sätter igång är: Vad vill företaget få ut av den nya strukturen? Hur är de nuvarande strukturerna uppbyggda? Hur mycket resurser vill man lägga ner?

För att få överföringen mellan strukturerna att fungera krävs att artiklarna som finns i produktstrukturen kan föras över till processtrukturen och samtidigt behålla sin position i förhållande till bilen. Det skall därför utredas hur geometrier från produktstrukturen skall kunna kopplas till en processtruktur utan att dessa geometrier förlorar sin position.



I processtrukturen skall artiklarna finnas under de stationer och operationer där de monteras i den verkliga fabriken. Denna struktur behöver sedan bli möjlig att föra över till det visualiseringsverktyg som används. Lösningen bör innefatta ett arbetssätt som är så resurseffektivt som möjligt.

### **1.3 Nulägesbeskrivning**

Endast inledande och relativt ytligt arbete om hur en processtruktur skall byggas upp har tidigare gjorts, då detta är ett nytt arbetssätt på Saab.

Däremot har Volvo Cars, nedan kallat Volvo, under en treårsperiod lagt ner resurser för att komma igång med ett fungerande arbetssätt där Teamcenter är implementerat över hela verksamheten och fungerar som företagets PLM-verktyg. Ett samarbete har startats mellan Saab och Volvo för att de båda biltillverkande företagen skall kunna dra nytta av varandras kunskaper i ämnet. Volvo har redan infört en fungerande processtruktur som man på Saab nu vill dra lärdom ifrån. Volvo är intresserad av att tillsammans med Saab bli viktigare och större kund till Siemens som levererar programvaran eftersom det är dyrt att anlita konsulter.

I Sverige finns det idag bara ett fåtal konsulter som är utbildade inom Teamcenter. Volvo har kontrakt med dem alla eftersom det är dyrare att stå utan konsulter när behovet dyker upp. Men om Saab och Volvo samarbetar kan kostnader för konsulterna delas mellan de båda företagen.

### **1.4 Syfte och mål**

Syftet med arbetet var att bygga kunskap kring hur en processtruktur bör se ut genom att jämföra prestanda för olika strukturuppbyggnader. Det har även syftat till att utreda hur en geometri bör kopplas till processtrukturen utan att geometrin förlorar sin position i bilen.

Ytterligare ett syfte med arbetet har varit att prova och utvärdera hur det går att koppla en processtruktur till det visualiseringsverktyg som används av Saab.

Målet har varit att skriva en enkel instruktion kring hur konsumerings av komponenter skall gå till rent praktiskt samt en introduktion som kan användas som utbildningsunderlag för beredare. Slutligen skall utifrån de tester som gjorts och i samråd med handledare på företaget ett förslag på rollfördelning tas fram. Denna rollfördelning skall klargöra vem som skall ansvara för insamlingen av geometrier till en Assembly Tracking Vehicle.

### **1.5 Avgränsningar**

Projektet är avgränsat till att behandla ett specifikt linavsnitt i monteringsfabriken på Saab. Det linavsnitt som är utvalt för projektet är Chassi. Denna avgränsning är gjord

för att arbetet skall bli genomförbart under den tiden som är avsatt. Det ger även möjlighet att utföra tester med avseende på prestanda och laddtider för olika strukturuppbyggnader. Avgränsningen har bedömts vara tillräcklig för att kunna representera en hel struktur men samtidigt tillräckligt liten för att projektet skall vara genomförbart och möjligt att hantera.

## **2 Metod**

Projektet har bestått av både praktiska och teoretiska studier i Teamcenter för att bygga kunskap kring programmet. Parallellt har en litteraturundersökning kring PLM gjorts. Ett flertal böcker/rapporter [2-6] har lästs om ämnet för att skapa den kunskap som ansågs behövas för att fullfölja detta projekt. Den interna dokumentationen i Teamcenter har granskats och möten med användare av Teamcenter, till exempel Volvo, har gjorts för att bredda kunskaperna ytterligare. En stor del av denna litteratursökning har pågått under hela projektet.

Projektet har gått ut på att skapa en processtruktur som går att integrera med Saabs nuvarande produktstruktur. För att veta hur detta ska gå till har den processtruktur som tidigare var utvecklad använts. Tester har gjorts i hur lång tid det tar att ladda upp nivån chassi. Laddtesterna är utförda för att vid ett senare tillfälle kunna jämföra om de ändringar som gjorts i processtrukturen har varit till fördel eller nackdel för prestandan.

En metod som testades för att förenkla orienteringen i processtrukturen var namngivning av operationerna. Operationerna namngavs efter var i produktstrukturen som artikeln befinner sig.

Det har även undersökts huruvida det finns något enkelt sätt att föra över processtrukturen till ett visualiseringsprogram. Det finns ett arbetssätt för hur man ska föra över produktstrukturen till visualiseringsprogrammet men det går inte att göra på samma sätt när det gäller processtrukturen. Försök har gjorts i att föra över processtrukturen till visualiseringsverktyget genom att använda sig av produktstrukturens verktyg. Detta resulterade i att positionen på en del artiklar hamnade fel. I samarbete med vår handledare och IT-avdelningen löstes detta problem.

### 3 Product Lifecycle Management

Med hjälp av Product Lifecycle Management går det att styra resurser utifrån kundens krav och behov, detta tillämpas för att effektivisera informationshanteringen kring produkten från utvecklingsstadiet till återvinningsstadiet [4].

Bil- och flygindustrin var de två industrier som var först med att använda sig av PLM. Anledningen är att dessa två industrier har produkter med höga produktionskrav. PLM blev snart tillämpat i många olika sorters industrier så som IT, läkemedel och industriellt gods [3]. Idén med PLM växte sig stark och blev snart använt av världsledande industrier.

Begreppen Product Data Management, PDM, och PLM används ofta synonymt. Begreppen har stora likheter men det finns viktiga skillnader.

PDM innebär att all information kring en produkt lagras så att den blir tillgänglig och kan användas av flera funktioner på företaget. Information som rör produkten kopplas samman inom systemet och varje enskild artikel har dess tillhörande dokument kopplade till sig. Exempel på information som kan lagras i systemet är olika varianter av produktstrukturer, kravbeskrivningar, funktionsbeskrivningar, beskrivningar av geometrier, modeller och källkoder.

PLM är ett begrepp som används då information kring hela produktens livscykel, från idéfas till det att produkten avvecklas, hanteras i ett system. PLM innebär en utveckling och utökning av PDM, i PLM-begreppet innefattas även kundrelationer, materialflöden och redovisning.

#### 3.1 Syftet med PLM

PLM:s huvudsakliga syfte är att göra det enklare att skapa, bevara eller förbättra, återanvända och distribuera information som är relaterat till företagets produkter och aktiviteter [3]. Idag är därför PLM ett viktigt verktyg för att klara den globala konkurrens som råder inom industrin. Nya, bättre produkter måste ut på marknaden snabbare med större vinster och mindre arbete. Dagens önskemål om mer kundanpassade produkter kräver ett avancerat samarbete mellan företaget och dess leverantörer. Ett PLM-system kan effektivisera arbetet med att kontrollera och koordinera informationen kring produkten.

## 4 Teamcenter

Det PLM-verktyg som Saab använder sig av är Teamcenter [8]. Teamcenter gör att avdelningar över hela organisationen kan samarbeta genom att dela konstruktions- och produktinformation. Programmet gör det möjligt för företagets ingenjörer att öka effektiviteten under produktutvecklingen och designarbetet genom att alla använder sig av ett och samma verktyg. Informationsutbytet kan på så vis ske kontinuerligt då alla berörda parter har möjlighet att dela med sig och ta del av informationen.

Inom Teamcenter finns funktioner för olika användningsområden. Det finns en funktion för produktstrukturer och en funktion för processtrukturer. Denna uppdelning finns så att programmet kan anpassas efter de specifika behov som de olika användningsområdena har.

### 4.1 Produktstrukturverktyg

Produktstrukturverktyget som finns i Teamcenter är Product Structure Editor, PSE. I PSE kan man skapa, visualisera och modifiera produktstrukturer. Det är även möjligt att skapa en generisk styckelista, BOM, för att visa olika konfigurationer av artiklar. Vid användandet av en generisk BOM kan variantvillkor göra produktstrukturen variantspecifik efter användarens behov.

I PSE visas artiklarna i hierarkisk ordning där den fullständiga produkten är högst upp.

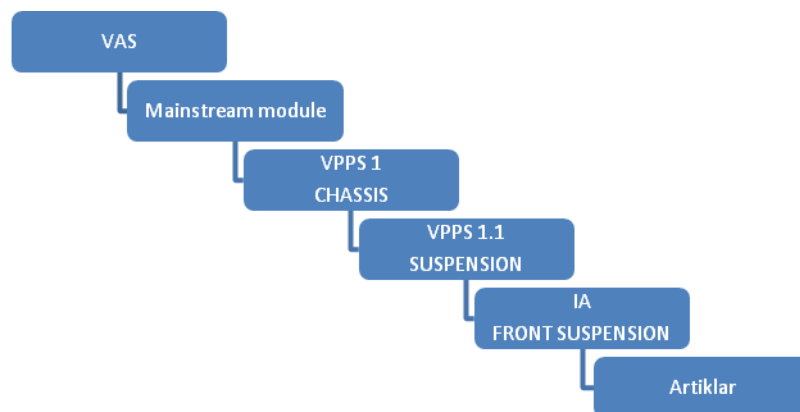
### 4.2 Processtrukturverktyg

Manufacturing Structure Editor, MSE, är det processtrukturverktyg som finns i Teamcenter. Här simuleras tillverkningsprocesserna för produkten med samma upplägg som i den verkliga fabriken eftersom processtrukturen skall återspegla hur produkten faktiskt tillverkas. Processtrukturen är uppbyggd av tre viktiga element. Det första elementet är produkten eller komponenten som skall bli tillverkad. Antingen som en enskild komponent eller som en sammanbyggnad av olika komponenter. Det andra som processtrukturen består av är processerna som används för att tillverka produkten. Detta är "subprocesser", operationer och specifika aktiviteter. Slutligen består processtrukturen av området i fabriken där processerna och aktiviteterna utförs.

I MSE kan en sammankoppling mellan BOM och en processtruktur göras, det vill säga mellan konstruktörens produktstruktur och fabriken processtruktur. En tom processtruktur skapas där det sedan är möjligt att lägga in artiklar utifrån var de ska konsumeras i processen. Eftersom processtrukturen är kopplad till BOM kan artiklarna läggas ut i processtrukturen utan att beredaren behöver tänka på var i BOM positioneringen är placerad.

### 4.3 Bill of Materials

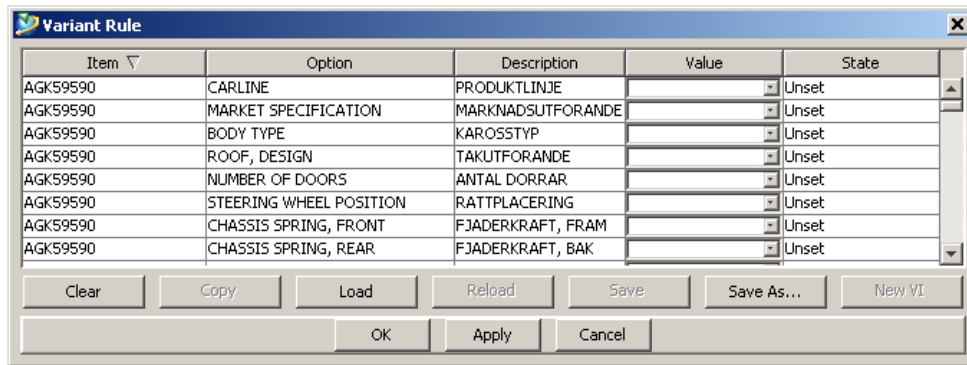
Bill of Materials, BOM, är en lista av artiklar som är hierarkiskt uppbyggd där översta nivån representerar en färdig produkt. Under den nivån delas produkten in i olika funktioner för att sedan uppdelas i mindre avsnitt. Inom Saab har en uppdelning gjorts efter vilken plattform bilen är byggd på. Det finns en så kallad Vehicle Assembly Structure, VAS, som är GM:s benämning för BOM, för varje plattform som innehåller geometrier till de bilar som är byggda på den specifika plattformen [2]. Genom att använda variantvillkor kan en specifik bilmodell filtreras fram. Till exempel kan en Saab 9-3, kombi, US-marknad, 2.0-motor filtreras fram. I VAS delas funktionerna upp under olika nivåer, se Figur 1. Under Installation Assembly-nivån, IA, kommer till exempel alla delsammansbyggnader och artiklar som tillhör funktionen FRONT SUSPENSION att placeras. I VAS-strukturen kan information som färg, placering och antal av den specifika geometrin finnas.



Figur 1 Schematisk illustration av Vehicle Assembly Structure

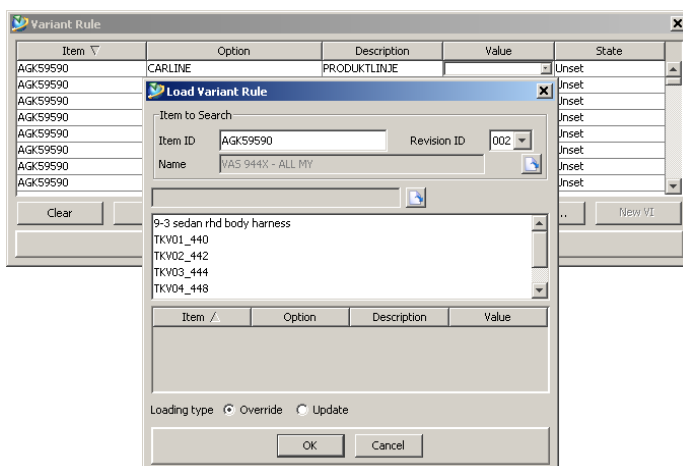
### 4.4 Variantvillkor

För att VAS-strukturen ska bli hanterbar används ett varianthanteringsverktyg. Konstruktorerna märker sina artiklar med variantvillkor, en variabel som beskriver när artikeln är giltig. Detta för att förenkla hanteringen av de många modellvarianter som finns i en bilindustri. Dessa villkor finns även för att det ska vara möjligt för en användare, till exempel en beredare, att sortera ut de artiklar som hör till just den modellen som önskas. Varianterna sorteras ut med hjälp av en variantregel som sätts på högt upp i produktstrukturen. När en variantregel läggs på produktstrukturen bestämmer variantvillkoret om vad som skall visas eller döljas i produktstrukturen. De artiklar som tillhör en annan variant blir då inte synliga i produktstrukturen. Produktstrukturen går från att visa alla varianter av bilar inom plattformen till att bli variantspecifik.



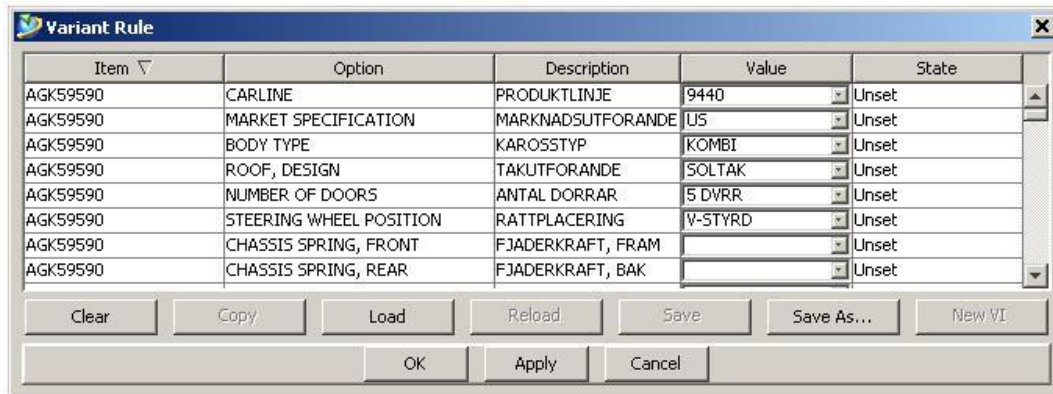
Figur 2 Manuell inmatning av variantregler

I variantreglerna bestäms allt från om det är en sedan eller kombi, med eller utan soltak eller andra variantskillnader. Dessa variantregler kan manuellt matas in av användaren i Teamcenter, se Figur 2. Men det finns även ett visst antal sparade filer med förbestämda variantregler, en sådan fil kallas för Tracking Vehicle, TKV, se Figur 3. Dessa filer finns sparade för att effektivisera arbetet för beredare. Beredaren får ett filnamn istället för en lång lista av variantregler.



Figur 3 Val av TKV

Efter ett val av TKV har gjorts kommer det att se ut som i Figur 4. Produktstrukturen blir variantspecifik efter vald variant, till exempel amerikansk marknad, kombi, motortyp och så vidare. Bara de artiklar som har variantvillkor som stämmer överens med variantregeln kommer nu att visas i produktstrukturen.



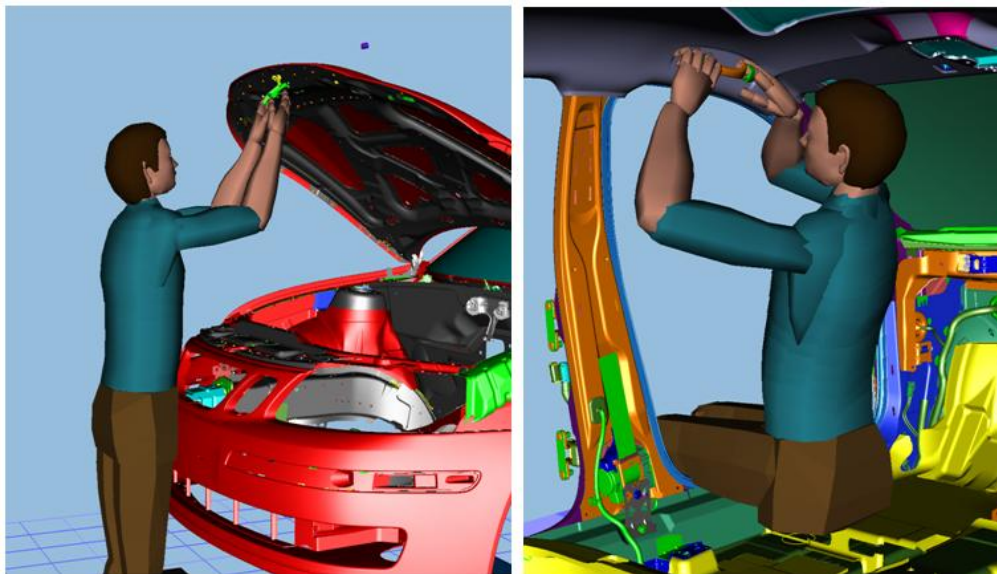
Item	Option	Description	Value	State
AGK59590	CARLINE	PRODUKTLINJE	9440	Unset
AGK59590	MARKET SPECIFICATION	MARKNADSUTFORANDE	US	Unset
AGK59590	BODY TYPE	KAROSSTYP	KOMBI	Unset
AGK59590	ROOF, DESIGN	TAKUTFORANDE	SOLTAK	Unset
AGK59590	NUMBER OF DOORS	ANTAL DORRAR	5 DVRR	Unset
AGK59590	STEERING WHEEL POSITION	RATTPLACERING	V-STYRD	Unset
AGK59590	CHASSIS SPRING, FRONT	FJADERKRAFT, FRAM		Unset
AGK59590	CHASSIS SPRING, REAR	FJADERKRAFT, BAK		Unset

Figur 4 Valda variantregler

## 4.5 Visualiseringsverktyg

En CAD-fil innehåller bland annat information om geometri, position, volym och material. En del av denna information är onödig för användare som bara vill se själva modellen. För att undvika långa väntetider för att läsa in all denna information finns det ett visualiseringsverktyg som förenklar geometrierna. Modellerna består nu av mindre information än CAD-modellerna och blir därför lättare för datorn att hantera.

Teamcenter Visualization, TcVis, är det visualiseringsverktyg som används på Saab [7]. Med hjälp av visualiseringsverktyget blir det möjligt att visa och analysera 3D-modeller. Med TcVis går det att visualisera en komplett virtuell bil i 3D. Detta gör det möjligt att utföra analyser på hela produkten samtidigt. Med hjälp av en virtuell människa, kallad Jack, kan avancerade ergonomi och monterbarhetsanalyser göras, se Figur 5.



Figur 5 Hjälpmedel för ergonomianalyser, "Jack"



Andra exempel på vad TeVis kan användas till är toleransanalyser, jämförelser av olika versioner av samma del och analyser av monterbarhet [7]. Med hjälp av programmet kan beredningsanalyser förenklas och effektiviseras. Vyer av modellen kan sparas och vid ett senare tillfälle jämföras med den aktuella revisionen av bilen.

### **PLM XML**

PLM XML är ett Extensible Markup Language, XML-baserat PLM-format skapat av Siemens [7]. Huvudsyftet med filformatet är att integrera processerna kring produktens livscykel med hjälp av ett standardprotokoll. På så sätt görs processerna kompatibla med varandra och PLM XML-filen förenar produkten, de olika delarna och processinformation. Filen innehåller inte bara produktstrukturen så som CAD-modeller, BOM och visualiseringsapplikationer utan också information som rör hela PDM-systemet.

### **Sessionfiler**

Sessionfiler består bland annat av snapshots av 3D-geometrier. Ett snapshot är en 3D-vy av modellen som kan sparas i sessionfilen. Modellen bevaras i den position den har då snapshoten sparas. Flera snapshots kan sparas av samma modell. Efter att ett snapshot har blivit sparat kan användaren fortsätta vrida och vända på modellen. Om användaren vid ett senare tillfälle vill se vyn igen kan denne återvända genom att klicka på det snapshot som önskas. Det går även att skapa alternativa hierarkier, animationer och mycket annat för att underlätta arbetet för beredarna. Hur en sessionfil skapas beskrivs i Bilaga A.

## 5 Uppbyggnad av processtruktur

Den produktstruktur som Saab har beskriver hur produkten, i Saabs fall bilen, är uppbyggd. Översta noden i produktstrukturen visar vilken plattform bilen är byggd på och under detta delas produktstrukturen upp i olika produktområden i bilen. Ju längre ner i produktstrukturen man kommer desto mindre blir grenarna för att slutligen endast visa enstaka artiklar.

En processtruktur behandlar all processrelaterad information med utgångspunkt i hur fabriken processer går till. Produktionsföljden blir det som bestämmer hur processtrukturen skall byggas upp. Processtrukturen innehåller information om var en operation utförs och vilka artiklar och andra resurser som finns inom denna operation. Genom att all processrelaterad information finns samlad i en och samma struktur förenklas sökandet efter denna information avsevärt eftersom sökningen endast behöver göras i processtrukturen.

Anledningarna till att man vill ha en processtruktur är flera. När en ny bil skall börja tillverkas behöver processerna ses över. Nya artiklar kommer till och gamla försvinner. Åtkomst, tider och mycket annat behöver analyseras innan bilen kommer in i produktion. Även vid modellårsändringar behöver denna typ av analyser göras. För att möta efterfrågan och andra svängningar på marknaden på bästa sätt kan produktionsvolymerna behöva justeras. Detta kan göras genom att öka eller minska produktionstakten. Det kan också innebära att man väljer att ändra i antalet produktionsskift. Alla dessa förändringar kan kräva förändringar på linan i form av fler eller färre resurser eller att operationer flyttar från en station till en annan.

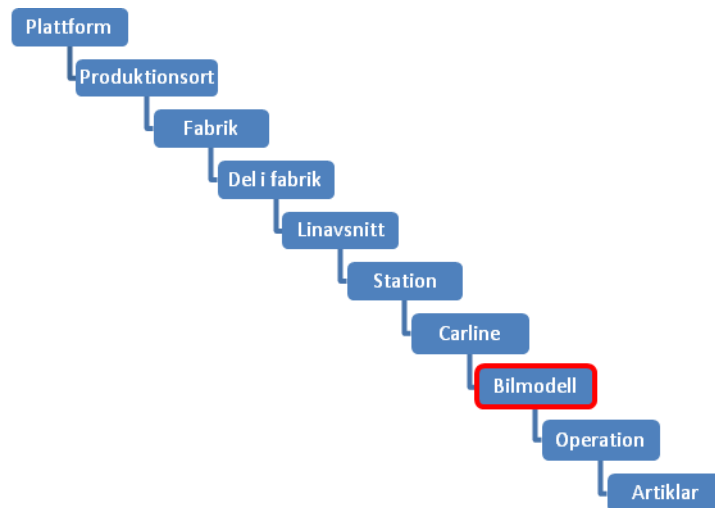
Eftersom bilen är en produkt som består av många olika parametrar som ska beaktas strävas det efter en förenkling. Detta mål kan nås genom att använda en processtruktur i arbetet med virtuella byggnationer som förenklar sekvensläggningen.

### 5.1 Befintlig processtruktur

Saab har byggt upp en processplaneringsstruktur som de planerar att börja använda. Processtrukturen är uppbyggd i flera olika nivåer. Detta för att en operatör manuellt ska kunna avgränsa sin sökning i strukturträdet genom aktiva val i olika grenar, se Figur 6. Första nivån visar vilken plattform bilen i processtrukturen är byggd på. Andra nivån visar vilken produktionsort processen skall ha. Denna nivå finns för att det skall vara möjligt att använda sig av samma processtruktur om bilar skall produceras på flera olika orter. Tredje nivån beskriver vilken fabrik som väljs, press, kaross, måleri, eller montering. I detta projekt kommer monteringen, som i processtrukturen heter General Assembly, GA, att bearbetas.

Artiklar till alla varianter är med i trädstrukturen ända ner till sista noden, alltså den nivå som håller artiklar och inte är en artikel i sig självt. Detta kan innebära att

processtrukturen har en lång laddtid vilket i sin tur orsakar ineffektiv arbetstid hos konstruktörer och beredare.



Figur 6 Variantval i den befintliga processtrukturen

## 5.2 Volvos arbetssätt

För att få en större förståelse för hur andra användare använder sig av Teamcenter har Saab och Volvo diskuterat hur man skulle kunna samarbeta och ta lärdom av varandra. Volvo har under en tidsperiod på cirka tre år gjort en satsning för att implementera Teamcenter i företagets alla steg. De har med hjälp av konsulter från Siemens byggt upp en plan för hur de ska införa arbetssättet.

Volvos tanke kring hur de ska kunna använda sig av Teamcenter är att man inte ska behöva använda sig av till exempel en Powerpoint-presentation utan istället kan man öppna modellen i Teamcenter med en gång där man kan vrida och vända på de olika artiklarna.

I Volvos produktstruktur är artiklarna indelade i leveransenheter. En leveransenhet är en sammanbyggnad av artiklar och representerar de sammanbyggnader som kommer in i processen. Eftersom att produkt- och prosesstrukturen är indelade på samma sätt gör det att överföringen mellan de två strukturerna går enklare. I dessa leveransenheter läggs alla artiklar som tillhör sammanbyggnaden, för alla olika varianter. Vilket innebär att med hjälp av ett variantvillkor så kan den valda varianten visas i strukturen. Tack vare att Volvo har valt att dela in sin produktstruktur på detta sätt går det att undvika det eviga arbetet med att föra över en artikel i taget, se Figur 10.

### **5.3 Generering av PLM XML-filer av strukturer**

För att användaren ska kunna använda sig av processtrukturen är det viktigt att en PLM XML-fil ska kunna genereras från strukturen. Om en sådan kan skapas kan strukturen skickas till TcVis och på så sätt öka visualiseringsmöjligheten. Möjligheten finns då att kunna öppna modeller av artiklar och verktyg på ett snabbt sätt, jämfört med om man skulle öppna det i Teamcenter.

För att kunna skapa en PLM XML-fil av en processtruktur måste ett översättningsprotokoll användas, ett så kallat Collaboration Context. För att kunna använda detta måste personen som ska generera PLM XML-filen ha behörighet som databasadministratör.

Om användaren som vill generera en PLM XML-fil inte har denna behörighet kan en PLM XML-fil genereras från PSE. Anledningen till att man inte använder sig av PSE vid generering av PLM XML-fil av processtrukturen är att positioneringen tappas. Detta beror på att positioneringen ligger i nivån under IA-nivån i BOM. I processtrukturen ska de artiklar som går in på varje station in under motsvarande nivå i strukturen. Detta kan medföra att enskilda artiklar som ligger långt ned i produktstrukturen läggs till utan att positionsinfo i överliggande noder följer med. Denna artikel har då tappat sin positionering och kommer att hamna i origo vid öppnandet av strukturen i PSE.

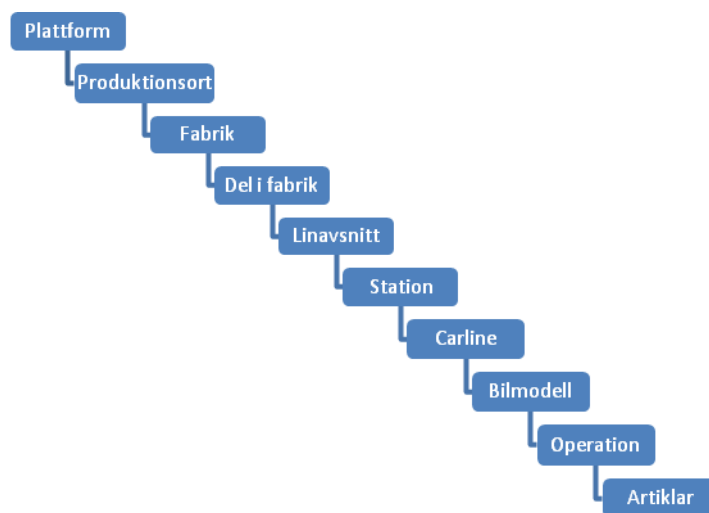
Ytterligare en anledning till att man vill ha en PLM XML-fil är att en namnfiltrering kan göras i TcVis. Med hjälp av denna funktion kan beredaren söka på den artikelgrupp som önskas och på så sätt få fram under vilka operationer artikelgruppen införs i processen. Detta underlättar beredarens arbete. Utan namnfiltrering måste beredaren hålla reda på vilka operationer som är av intresse för artiklarna. Alternativet är att söka igenom hela strukturen manuellt, vilket innebär ineffektiv användning av värdefull arbetskraft.

## 6 Resultat

I detta kapitel redogörs för de resultat som erhållits från tester som utförts på processtrukturer med avseende på prestanda. De tester som gjorts presenteras i styckena nedan. Här redovisas även förslag till framtida strukturer samt förslag på ett temporärt arbetssätt som Saab kan använda sig av till dess att arbetet med en processtruktur fungerar.

### 6.1 Test av befintlig processtruktur

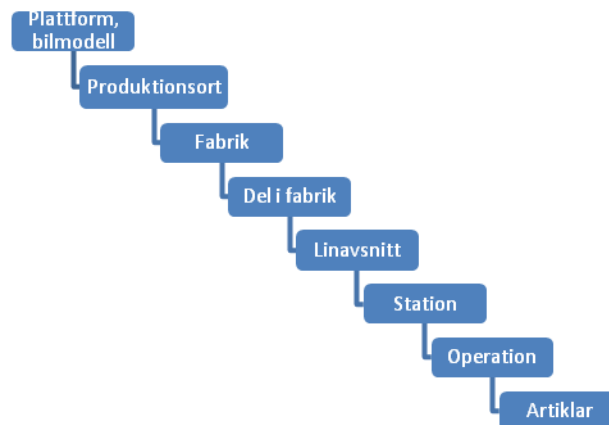
Saab har sedan innan projektets start skapat en processtruktur, se Figur 7, som skulle kunna fungera. Denna struktur är dessvärre trög att arbeta med då prestandan är otillräcklig och laddtiderna är långa. För att kunna veta vad problemet är med strukturen görs en utvärdering. Det är viktigt att lära av tidigare misstag och förbättra den befintliga strukturen.



Figur 7 Den befintliga processtrukturen

Genom att låta varje bilmodell ha en egen processtruktur kan flera nivåer i den ursprungliga processtrukturen tas bort. I befintliga strukturen finns under varje enskild station en nivå som heter "Carline". Denna nivå samlar del olika bilmodellerna. Under "Bilmodell"-nivån väljs vilken bilmodell som skall visas. Detta val behöver med befintliga strukturen göras under varje station, vilket resulterar i mycket klickande för den som arbetar i strukturen. Om varje bilmodell får en egen processtruktur kan därför både "Carline"- och "Bilmodell"-nivån tas bort under "Station" se Figur 7. Valet av bilmodell görs vid öppnandet av processtrukturen och därför räcker det med att välja en gång under arbetets gång. Det leder även till att antalet noder i processtrukturen minskar. Genom detta förväntas laddtider minska och därmed blir arbetet effektiviserat.

Under ”Station”-nivån finns en nivå som heter ”Operation” och därunder kommer alla artiklarna ligga i processtrukturen. Operationen namnges efter de artiklar som monteras på stationen. Denna namngivning gör det möjligt att göra namnsök på namnet på artiklarna och på så vis få fram under vilka stationer dessa ligger. För att se mer ingående hur namngivningen går till, se Bilaga A.



Figur 8 Befintlig processtruktur som utvecklats

Laddtester har gjorts för att utvärdera om den nya strukturen blivit bättre än den gamla med avseende på tid. Det som avgör detta är prestandan och hur effektivt det är att arbeta med en struktur där alla bilmodeller är inkluderade jämfört med en struktur som bara innehåller en bilmodell. Laddtesterna visar tydligt på en förbättring, se Tabell 1. Dessa visar på en minskad laddtid på 30 %.

Tabell 1 Test av prestanda

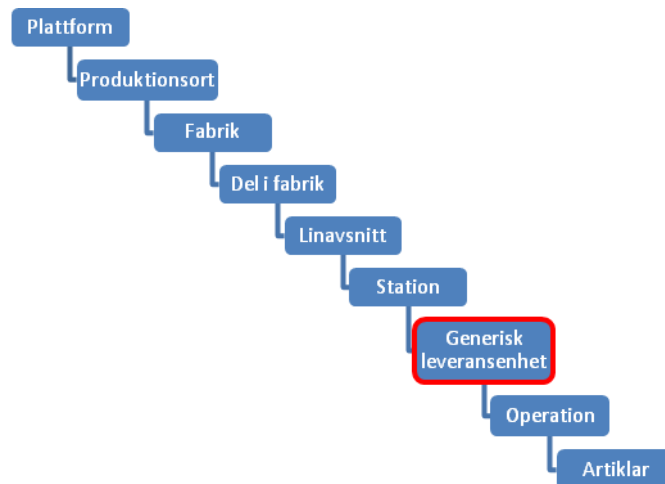
Laddtider Chassi (min)		
	Befintlig struktur	Utvecklad struktur
Försök 1	2,5	1,54
Försök 2	2,36	1,51
Försök 3	2,37	1,52
Försök 4	3,01	1,51
Försök 5	2,41	1,52
Genomsnitt:	2,44	1,52

## 6.2 Framtida processtruktur

Med hjälp av generiska leveransenheter, se Figur 9, kan man ha samma struktur till alla bilmodeller. Detta gör användningen av strukturen enkel eftersom det bara finns en struktur att söka artiklar i. Med hjälp av variantvillkor görs processtrukturen variantspecifik och användaren behöver inte undersöka vilken struktur som ska

användas för att hitta en specifik variant. Varianten bestäms genom att användaren skapar variantvillkor och filtrerar fram just den modellen som är av intresse.

Detta ger en användarvänlig struktur som kan användas över hela organisationen.

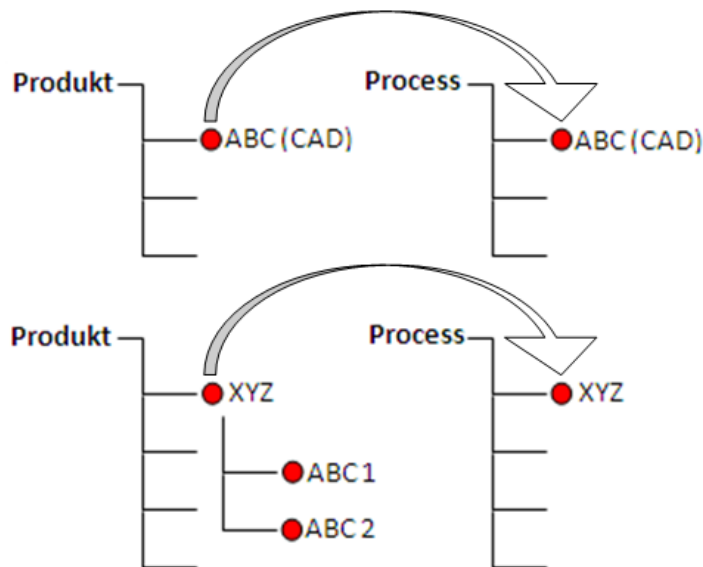


Figur 9 Processtruktur med generisk leveransenhet

En generisk leveransenhet fungerar genom att den nivån i processtrukturen är direkt kopplad till en leveransenhetsnivå i produktstrukturen. Detta innebär att alla olika varianter kommer ligga under samma nod. Genom att variantspecificera visas endast de artiklar som hör till vald variant. Till exempel en bromsskiva kommer inte kopplas till processtrukturen som en enskild artikel utan kommer att kopplas i den leveransenhet som den ingår i. Med en leveransenhet menas den delsammanbyggnad av artiklar som tillsammans kommer in i produktion. I den virtuella byggnationen menas de geometrier som tillsammans förs in i processtrukturen.

Hanteringen av 3D-geometrier i strukturen kommer att förenklas eftersom en artikel läggs in under dess leveransenhet. Vid överföringen till processtrukturen behövs alltså bara en koppling till produktstrukturen istället för en koppling till varje artikel, se Figur 10.

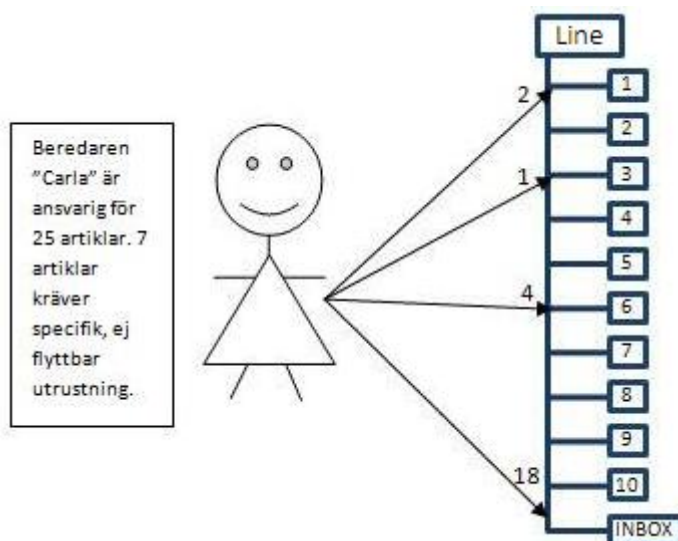
I den nya processtrukturen är det viktigt att namngivningen av operationerna sker standardiserat. Alla operationer namnges efter den VPPS-nivå som de artiklar som kommer till operationen tillhör, se Bilaga A. Detta möjliggör användandet av den namnfilterfunktion som finns i TcVis. Denna funktion sorterar ut de operationer som innehåller namnet som sökning avser.



Figur 10 Funktion för en generisk leveransenhet

### 6.3 Arbetssätt med önskad processtruktur

Det arbetssätt som kan bli aktuellt med den framtida processtruktur som Saab strävar efter föreslås se ut på följande vis, se Figur 11. Beredaren har ett visst antal artiklar i sitt ansvarsområde. Dessa kommer beredaren att utvärdera och avgöra huruvida de behöver särskilda verktyg för sin montering i bilen. Om så är fallet, avgörs om de särskilda verktygen är fasta eller om de är flyttbara. Vid en artikel som har behov av ett särskilt, fast verktyg ska beredaren kunna gå in i processtrukturen och själv leta upp på vilka stationer som denna artikel ska monteras. I processtrukturen kommer det alltså att finnas både verktyg och artiklar. Då kan beredaren även planera in montering med avseende på utrymme, vid den station som har det specifika verktyget.



Figur 11 Användning av framtida arbetssätt

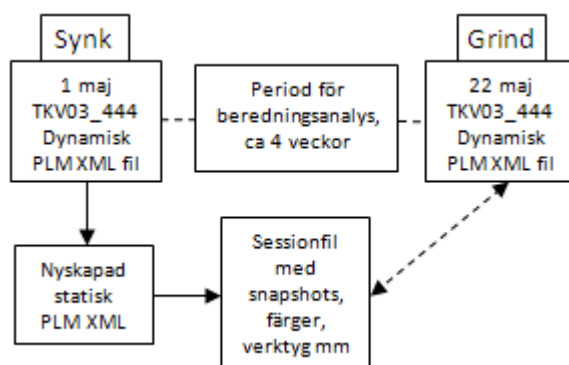


De artiklar som monteras med standardverktyg läggs in under plattshållaren INBOX i processtrukturen. På så sätt kan arbetsuppgifter fördelas ut i fabriken och ett pilotteam blir ansvarig över att placera ut resterande artiklar på linan.

## 6.4 Temporärt arbetssätt

Att integrera ett fungerande PLM-system på Saab är en lång process och kommer att ta tid. Framförallt när det gäller att få igång ett fungerande system där process- och produktstruktur är sammankopplade. Det kräver att man är överens om hur produktgeometrierna ska matas in i både produkt- och processtruktur. Saab är i behov av något kommunikationsmedel mellan konstruktörer och beredare omgående vilket föranlett oss att undersöka huruvida sessionfiler är ett bra alternativ. Sessionfiler är inget nytt i sig men har haft en begränsad funktionalitet i globala strukturer. Enligt projektets handledare<sup>1</sup> verkar förutsättningarna vara mycket bättre i lokala VAS-strukturer. Miljön för sessionfilerna är TeVis, vilket är en miljö som både beredarna och konstruktörerna är vana vid. Alltså verkar detta kunna vara ett bra alternativ fram till dess att ett fullt fungerande PLM-system kan introduceras. Hur ett arbetssätt kring användandet av TeVis och sessionfiler kan se ut kan läsas i Bilaga A där ett exempel kring användandet behandlas.

Sessionfilerna kommer att underlätta arbetet för beredare och konstruktörer i den beredningsanalys som pågår mellan synkroniseringspunkt och projektgrind. En statisk PLM XML-fil, som ej uppdateras, skapas vid tidpunkten för synkronisering, se Figur 12. Det är sedan denna fil som används i arbetet med sessionfiler. Vid tidpunkten för projektgrind väljs den dynamiska PLM XML-filen vid öppnandet av sessionfilen. Detta görs för att det tydligt ska gå att se om en del av de fel som hittades i beredningsanalysen är åtgärdade eller om ett arbete med förändring av den felaktiga artikeln måste påbörjas.



Figur 12 Arbetmetod för användning av sessionfil

<sup>1</sup> Lennart Malmsköld, Engineering manager på Saab Automobile AB, handledarmöte den 20 maj 2010.

För att kunna använda sig av den dynamiska PLM XML-filen när man har sessionfilen kopplad till en statisk PLM XML-fil måste en del inställningar göras. Dessa görs för att programmet ska fråga efter vilken PLM XML-fil som ska användas. Hur detta går till kan läsas i instruktionerna som finns i Bilaga A.

Efter att ha gjort ett undersökningsarbete i den interna dokumentationen som finns i Teamcenter har det framkommit att en PLM XML-fil kan skapas genom att spara den redan existerande PLM XML-filen med nytt namn [10]. Detta skulle innebära att innehållet i den nyskapade PLM XML-filen kommer att bevaras så som den tidigare PLM XML-filen var vid just den tidpunkt som sparandet ägde rum. Det vill säga att man fryser PLM XML-filen så att den inte uppdateras i samband med att den aktiva dynamiska PLM XML-filen uppdateras [2]. I och med detta är det möjligt att använda sig av ett arbetssätt som kräver den statiska PLM XML-filen. En instruktion för hur ett arbetssätt med sessionfiler kan gå till finns i Bilaga A.

## **7 Slutsatser och diskussion**

Saab har mycket att lära av Volvo och tillsammans kan de två biltillverkande företagen bli starkare och viktigare kund till Siemens. Ett samarbete är av stor vikt i det framtida arbetet att bli konkurrenskraftiga på den globala marknaden.

En åtgärd som Saab måste börja med är att först bestämma sig för hur en framtida processtruktur skall se ut. En sak som framkommit under detta projekt är att om man vill ha en processtruktur som exakt återspeglar hur den verkliga fabriken processer ser ut så måste även arbetssättet med hur geometrier läggs in i produktstrukturen ändras. I nuläget läggs positioneringen av artiklarna under IA-nivån. I de fall där artiklar längre ner i strukturen än IA-nivån monteras på en station så förlorar artiklarna sin positionering och placeras därmed i origo, där artikeln har sin egen positionering. Artikeln förlorar sin position i bilen. Det är viktigt att artiklarna har rätt positionering då beredarna skall utföra sina analyser. När väl positioneringsproblematiken är löst och alla på företaget använder sig av samma arbetssätt kring hur geometrierna förs i strukturen kan arbetet med hur processtrukturen skall vara uppbyggd i framtiden börja.

Ett förslag är att när konstruktören lägger in geometrier i produktstrukturen bör artiklarna positioneras i leveransenhetsnivå. Det vill säga, i den nivå där de kommer in till montering. Genom att dela in produktstrukturen i leveransenheter blir produkt- och processtrukturerna mer lika varandra och på så vis garanteras att artiklarna aldrig tappar sin positionering i förhållande till resten av bilen. Detta innebär att man måste komma överens mellan produktutvecklingssidan och beredningen om ett gemensamt mål för hur strukturerna skall kopplas samman.

Resultatet av de tester som gjort under projektets gång har visat att en enkel uppbyggnad är att föredra. Laddtider och användarvänlighet optimeras då enkelheten får råda i företagets annars så komplicerade värld.

Ett annat förslag är att hitta ett sätt att förenkla genereringen av PLM XML-filer från MSE. Detta skulle medföra att arbetet med en framtida processtruktur blir väl fungerande i TcVis. I TcVis finns i dag både kunskap och vana inom företaget för hur programmet fungerar. Genom att arbeta med en färdig processtruktur i TcVis hade detta arbete förenklats och effektiviserats mycket.

## **8 Förslag på framtida arbete**

Ett förslag på framtida arbete är att utveckla ett arbetssätt kring införandet av generiska leveransenheter i produktstrukturen. Utformningen av detta arbetssätt behöver utredas både på produktutvecklingssidan och på beredningen. Att finna ett gemensamt sätt att gruppera geometrier som leveransenheter som kan fungera över hela företaget.

Ett annat framtida arbete skulle kunna vara att fortsätta utredningen av hur genereringen av PLM XML-filer kan genereras på ett lättare sätt från MSE.

## Källförteckning

---

### Böcker/rapporter

1. Nutek (2009), *Fordonsindustrin i nationell och regional belysning*. Stockholm: Ordförrådet AB.
2. Johansson, Kristoffer & Rengstedt, Mikael (2006). *Virtual Training*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
3. Grieves, Michael (2006). *Product Lifecycle Management*. New York: McGraw Hill Professional.
4. Lumsden, Kenth (2006). *Logistikens grunder*. Lund: Studentlitteratur AB.
5. Saaksvuori, Antti & Immonen, Anselmi (2004). *Product Lifecycle Management*. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin.
6. Ulrich, Karl T. & Eppinger, Steven D. (2008) *Product Design and Development*. New York: McGraw Hill/Irvin.

### Elektroniska källor

7. (2010) *Lifecycle Visualization Mockup*. [Elektronisk]. Siemens PLM Software AB.  
Tillgänglig:  
<[http://www.plm.automation.siemens.com/en\\_us/Images/3235\\_tcm1023-79838.pdf](http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/Images/3235_tcm1023-79838.pdf)> [2010-04-27]
8. (2010) *Manufacturing process management*. [Elektronisk]. Siemens PLM Software AB.  
Tillgänglig:  
<[http://www.plm.automation.siemens.com/en\\_us/Images/11753\\_tcm1023-46603.pdf](http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/Images/11753_tcm1023-46603.pdf)> [2010-04-27]
9. (2007) *Open product lifecycle data sharing using XML*. [Elektronisk]. Siemens PLM Software AB.  
Tillgänglig:  
<[http://www.plm.automation.siemens.com/se\\_se/Images/plm%20xml%20wp%20W%203\\_tcm741-11521.pdf](http://www.plm.automation.siemens.com/se_se/Images/plm%20xml%20wp%20W%203_tcm741-11521.pdf)> [2010-05-19]

### Företagsinterna källor

10. (2005) *Help Library*. [Elektronisk]. Teamcenter 2007.  
Tillgänglig:  
<C:\temp\dzvxsx\tcserver.exe9943cd4.jnl> [2010-05-28]

## **A. Instruktioner för konsumering av artiklar från VAS till MSE (Sekretess)**

## **B. Skapa en Sessionfil (Sekretess)**