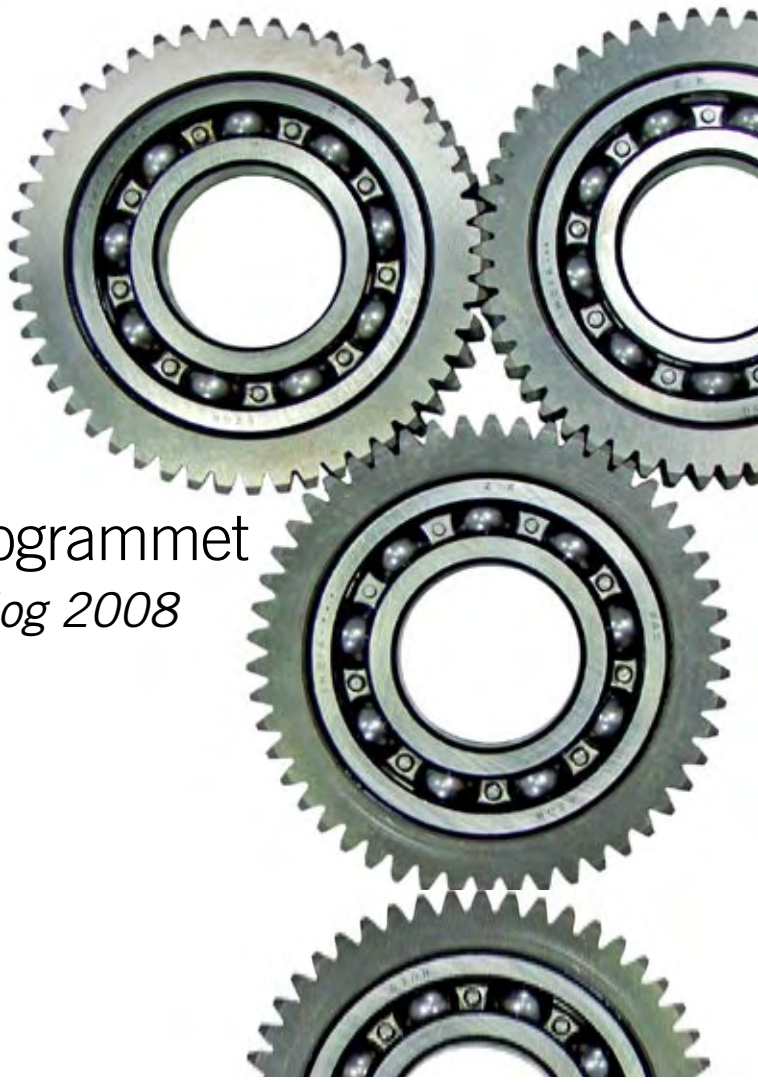
VINNOVA

VINNOVA INFORMATION
VI 2008:20



MERA-programmet

Projektkatalog 2008

SAAB VOLVO SCANIA FORDONS KOMPONENT GRUPPEN

VINNOVA NUTEK Verket för näringslivsutveckling VÄSTRA GÖTALANDSREGIONEN

Titel: MERA-programmet – Projektkatalog 2008
Serie: VINNOVA Information VI 2008:20
ISSN: 1650-3120
Utgiven: Oktober 2008
Utgivare: VINNOVA – Verket för Innovationssystem

VINNOVAs uppgift är att *främja hållbar tillväxt* genom finansiering av *behovsmotiverad forskning* och utveckling av *effektiva innovationssystem*.

Genom sitt arbete ska VINNOVA tydligt bidra till att Sverige utvecklas till ett ledande tillväxtland.

I serien VINNOVA Information publiceras informations- och presentationsmaterial som beskriver VINNOVAs verksamhet samt programbeskrivningar, projektkataloger, verksamhetsberättelser etc.

Forskning och innovation för hållbar tillväxt.

I VINNOVAs publikationsserier redovisar bland andra forskare, utredare och analytiker sina projekt. Publiceringen innebär inte att VINNOVA tar ställning till framförda åsikter, slutsatser och resultat. Undantag är publikationsserien VINNOVA Policy som återger VINNOVAs synpunkter och ställningstaganden.
VINNOVAs publikationer finns att beställa, läsa eller ladda ner via www.vinnova.se. Tryckta utgåvor av VINNOVA Analys, Forum och Rapport säljs via Fritzes, www.fritzes.se, tel 08-690 91 90, fax 08-690 91 91 eller order.fritzes@nj.se

VINNOVA´s publications are published at www.vinnova.se

MERA-programmet

Projektkatalog 2008

Förord

MERA-programmet är ett FoU-program inom produktionsteknik som drivs i samverkan mellan fordonsindustrin och offentliga finansiärer. Programmet startade under hösten 2005, och avslutas vid årsskiftet 2008. Programmet samlar över 50 forsknings- och utvecklingsprojekt med en total volym på över 800 miljoner kronor. Mer än 20 forskningsgrupperingar och mer än 60 företag deltar i de olika projekten, ofta i större konstellationer.

I den här projektkatalogen hittar du beskrivningar av de projekt som pågår eller har pågått inom MERA-programmet, där MERA står för Manufacturing Engineering Research Area. Katalogen ges ut i samband med programmets slutkonferens i oktober 2008, och finns i en svensk och en engelsk version. I texterna, skrivna av projektledarna, hittar du information om varje projekt. I katalogen finner du också en mer utförlig beskrivning av programmet och dess historik och genomförande.

Programmet har två huvudinriktningar, tillverkningsprocesser och produktionssystem. Det största antalet projekt utförs inom tillverkningsprocesser. Några exempel är projekt inriktade på verktygstillverkning, punktsvetsning, rullformning och laserhybridsvetsning. Inom produktionssystem finns projekt med inriktning på konceptuell fabriksutveckling och produktionssystem för svensk produktion. Det finns också flera projekt som är helt eller delvis inriktade på utbildningar inom det produktionstekniska området, till exempel inom montering och skärteknik. Projekten utgår alla från fordonsindustrins behov och prioriterade frågeställningar.

Vi vill med den här katalogen visa på den bredd och kompetens som svenska forskningsaktörer och företag har inom det produktionstekniska området. Vi vill också särskilt visa att samverkansforskning är ett långsiktigt effektivt tillvägagångssätt för att stärka svensk forskning och svensk industri. Vi hoppas också att resultaten från MERA-programmet kan komma många tillverkande svenska företag, även utanför programmet tillgodo och att det på både kort och lång sikt kan stärka möjligheterna att behålla och utveckla produktion och tillverkning i Sverige.

Under hösten 2008 och våren 2009 kommer resultat från programmet att spridas och presenteras vid flera tillfällen, först på programkonferensen i oktober och senare också genom ämnesinriktade seminarier som hålls på flera ställen runt om i landet.

Välkommen!

September 2008

Göran Johnsson
Ordförande i MERA-programmets styrelse

Margareta Groth
VINNOVA, Programledare
MERA-programmet

Innehåll

MERA-programmet i korthet	7
Organisation	13
Tillverkning av komponenter	17
OPTIMA – Optimerade material för robustbearbetning	19
Robotstyrd Metallbyggnad via Smältning, RMS	30
Etablering av och forskning inom Värmebehandlingscentrum, MERA-VBC	35
Induktionshärdning av uppkolade komponenter för högpresterande fordonsapplikationer	39
Ytbeskaffenhetens inverkan på resultatet vid nitrokarburering	42
Modern skärteknisk utbildning	46
Analys och optimering av skärvätskor inom Processvätskecentrum	51
KUGG	58
Fogning och formning av plåt	63
Metoder för modellering och simulering av process för samtidig formning och härdning av borstål	65
Kostnads- och ledtidsbesparande verktygstillverkning för fordonsindustrin	68
FE-simulering av plåtformning	76
En ny produktionsmetod för falsning – PROFAL	81
Rullfalsning av plåtdetaljer för medelhög och hög produktionsvolym.	87
Produktionsverifieringssystem för rullfalsning	90
Kvalitetssäkrad härdning av limmade karosser	94
Kvalitet, optimering och kosteffektiva svetsade strukturer – KOST-2010	98
Punktsvetsning av ultrahöghållfasta stål (UHSS)	104
Formblåsning och Härdning, Processutveckling	108
3D-rullformning av höghållfasta komponenter med varierat tvärsnitt	114
Produktionsutveckling med laserhybridsvetsning – PROHYB	117
Svensk handbok för Skruvförbandsteknik	119
Utveckling av Ultraljudsteknik för Sträckgränsmontering av skruvförband (UTSkruv)	121
Utveckling av konkurrenskraften för Saab Automobiles produktion i Sverige, domän I och domän II	125
Tekniker för geometrisäkring och mätteknik	129
Industrisatsning Geometrisäkring	131
SIMET – Swedish Industrial Metrology Forum	136
L-FAM, -Lightweight Fixtures and Grippers	142

Effektiv geometriverifiering genom parametriserade mättypsregler 144
Digitalt Länkad Process – Erfarenhetsåterkoppling, DLP-E 146
Mod-Fix – Modular fixture content creation 149

Produktionssystem för maskinverkstäder 153
ModArt – Modelldriven Artikeltillverkning 155
Simulering av orundhet av gjuten komponent efter bearbetning 162
Framtagning av handbok för stål och värmebehandling 166

Produktionssystem för plåtverkstäder inklusive ytbehandling 169
Kompetensutveckling inom produktionsmetoder och konstruktion av högpresterande produkter av stål 171
Produktionsprocesser för karosser i mixade lätta material 177
Virtuell Målning – Sprutmålning & tätning 182
Virtuell geometri, banoptimering och Stationslogik 185
Produktionseffektiv ljuddämpningsbehandling av karosser – Sprutbar ljuddämpning 188
Kvalitetssäkrad teknik för recirkulationav kemikalier och vatten från zinkfosfateringsprocessen 193
Optimering av industriella produktionssystem med hjälp av simuleringsteknik 196

Produktionssystem för montering 197
4D Ergonomics 199
Flexibel Processnära Materialförsörjning 207
Simulering och banplanering för flexibla material 213
Framtagning av konceptet ”Swedish Production System” (SwePS) 217
Effektiv Monteringsberedning 224
Automatiserad karossmaterialhantering 228
Implementering av hybridbilar i produktions-processen 232

Informationshantering 237
Effektiv informationsintegrering för Virtual Manufacturing (EVM) 239
Konceptuell Fabriksutveckling, FACTS 241
Interaktiv datorstödd operatörsträning samt återföring av produktionserfarenhet (IDO-P) 250

Konceptuella projekt 255
Utveckling av konkurrenskraften för Saab Automobiles produktion i Sverige, domän IV 257
Lean Produktion 261
Hur bryter man massproduktionskulturen i ett företag och inför Lean produktion 265

Projektdeltagare 272

VINNOVAs publikationer 274

MERA-programmet i korthet

MERA-programmet är ett FoU-program inom produktionsteknik som drivs i samverkan mellan fordonsindustrin och offentliga finansiärer. Programmet startade under hösten 2005, och avslutas vid årsskiftet 2008. Programmet samlar över 50 forsknings- och utvecklingsprojekt med en total volym på över 800 miljoner kronor. Mer än 20 forskningsgrupperingar och mer än 60 företag deltar i de olika projekten, ofta i större konstellationer.

Historik

Regeringen gav i oktober 2004 VINNOVA i uppdrag att lämna förslag till FoU-program inom områdena produktionsteknik och fordonstelematik för perioden 2005-2008. Syftet var att möjliggöra en fortsatt konkurrenskraftig fordonsindustri i Sverige genom att staten, regioner och näringsliv gör satsningar på bland annat forskning och utveckling (FoU). Arbetet med att föreslå ett FoU-program genomfördes i nära samverkan med fordonsindustrin. Dialogseminarier hölls också med företrädare för annan tillverkande industri och forskningsaktörer i Sverige. Ett förslag till FoU-program lämnades in till regeringen i mars 2005.

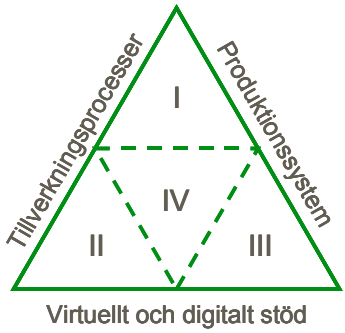
Under sommaren 2005 tecknades ett avtal mellan staten, Västra Götalandsregionen och fordonsindustrin om att driva ett FoU-program med inriktning Produktionsteknik, MERA-programmet (Manufacturing Engineering Research Area). Det övergripande målet med programmet är att öka industrins möjlighet att på ett konkurrenskraftigt sätt bedriva kunskapsbaserad produktion i Sverige. Programmet startade i september 2005 och pågår till och med 2008.

Teknisk inriktning

Under arbetet med att ta fram programmet genomfördes en industriell behovsinventering. Inventeringen pekar ut behov både på lång och kort sikt. Efter en prioritering och syntes kan de generella behoven och satsningens övergripande inriktning beskrivas utifrån tre huvudområden/huvudaxlar:

- Tillverkningsprocesser
- Produktionssystem
- Virtuell och digitalt stöd

Konkreta behov och tillämpningsområden inom industrin är oftast en kombination av minst två av ovan angivna områden. Programmet har därför en struktur med domäner där flera frågeställningar kan beaktas samtidigt, illustrerat nedan. Domänansatsen möjliggör också att spetssatsningar inom enskilda discipliner är möjliga att bedriva. Den tredje axeln, virtuellt och digitalt stöd, är ett integrerat område som inte kan studeras enskilt utan måste bedrivas tillsammans med någon av de andra huvudaxlarna. Inom områdena tillverkningsprocesser och produktionssystem kan spetsprojekt genomföras.



I. Specifika tillverkningsprocesser och integrerad produktionsutveckling
II. Utveckling och drift av tillverkningsprocesser med virtuellt och digitalt stöd
III. Styrning, verifiering, optimering av utrustning och liner med virtuellt och digitalt stöd
IV. Strategier, principer och metoder för tillverkning; konceptutveckling

Inom fordonsindustrin finns tre huvudsakliga tillämpningsområden där tillverkningsprocesser och produktionssystem är särskilt viktiga. Det är Komponenttillverkning, Kaross och hytt, samt Montering. De ovan beskrivna domänerna kan alltså fungera som vägledning för att strukturera upp produktionstekniska frågeställningar inom de olika tillämpningsområdena. Produktionsteknik är ett stort och komplext område som berör industriella frågeställningar inom såväl forskning och utveckling för producerande företag, som inom själva produktionen.

Programmets FoU-projekt

I programmet har mer än 50 projekt startat. De flesta projekt pågår till och med hela 2008, en del också en del av 2009. Utöver de 5 industriella parterna, där FKG representeras av ett antal leverantörsföretag, så deltar ytterligare ett 50-tal företag i olika projekt i programmet. Ett antal forskargrupper från 10 universitet och högskolor, flera industriforskningsinstitut samt IUC och andra lokala resurser deltar också i projekten. De flesta projekt är samverkansprojekt där tre eller fler företag jobbar tillsammans med en eller flera forskargrupper. Projekten har en total budgetvolym på över trekvarts miljard kronor.

De flesta projekt är inriktade på utveckling av befintliga och nya tillverkningsprocesser. Ett antal behandlar också simulering av tillverkningsprocesser. Utöver dessa finns också projekt med mer konceptuell inriktning och med ett mer strategiskt perspektiv

på produktion och tillverkning. Projekten samverkar genom kluster, baserade på tillämpningsområde, där resultat kan delas och spridas. Projekt inom olika områden kan på detta sätt hitta gemensamma nämnare och spridningsvägar.

Samverkansformer

Programmet är brett och riktar sig mot såväl forskningsutförare som industriella parter och övrig tillverkande industri. Det finns därför olika aktivitetsformer för att möjliggöra olika sorters aktiviteter och projekt som programmet kan ge stöd till:

- Starka forskningsmiljöer
- Samverkansprojekt mellan forskningsaktörer och industri
- Innovations och samverkansmiljöer
- Industriell teknik- och kompetensutveckling

Sammantaget har de olika samverkansformerna gett möjlighet till olika sorters projekt med såväl kortsiktiga som långsiktiga mål samt möjlighet till snabb implementering och långsiktig forskning, allt i samma program.

Organisation

Programmet drivs av en styrelse, sammansatt av de parter som tecknade avtal om att driva och finansiera programmet. Styrelsen har en oberoende ordförande, Göran Johnsson f.d. ordf. Metall. De industriella parterna i programmet är AB Volvo, Fordons Komponent Gruppen AB, Saab Automobile AB, Scania CV AB samt Volvo Personvagnar AB. De offentliga finansiärerna är Nutek, VINNOVA och Västra Götalandsregionen, VGR. Operationellt drivs programmet från VINNOVA, som administrerar programdriften och som ansvarar för att fatta formella beslut.

Industriell samordning och kluster

I programmet finns också en industriell samordningsgrupp som har styrelsens uppdrag att bidra till samordning och optimering av programmet genom att exempelvis initiera klustermöten för projekt med möjliga synergieffekter. Under programmets gång har den industriella samordningsgruppen skapat 10 ämneskluster för att skapa kritisk massa och konkurrenskraft inom forskning, utveckling och utbildning. Klustren täcker de viktiga tillverkningsprocesserna samt tvärfunktionella teknik och kompetensområden som utnyttjas av flertalet av tillverkningsprocesserna. Klustren styrs, samordnas och stöds av ”Strategy Governance Board” och ”the Operative Management Group”. Inom samordningsgruppen och klusterstrukturen har de industriella parterna identifie-

rat gemensamma frågeställningar och tagit fram förslag till framtida program inom det produktionstekniska området.

Budget och finansiering

I avtalet om programmet har parterna kommit överens om att industrin går in med minst lika mycket som den offentliga finansieringen. Den offentliga finansieringen är 305 miljoner kronor under perioden 2005-2008. Totalvolymen på programmet kommer alltså att uppgå till minst 610 miljoner kronor under perioden. Den industriella medfinanseringen vid programmets slut uppgår till över 500 miljoner kronor och ger en *totalvolym på över 800 miljoner kronor.*

Utöver finansieringen i FoU-programmet, gör VGR, tillsammans med Nutek, väsentliga insatser inom ramen för s k förstärkande aktiviteter som stöder och kan samspela och koordineras med MERA-programmet och andra verksamheter t ex inom PFF och VINNOVA.

Syfte och mål

Om Sverige ska kunna attrahera investeringar i produktion som medför höga förädlingsvärden måste det finnas kunskap och kompetens för att kunna utveckla och driva mer avancerade produktionssystem. En grundförutsättning för att det på lång sikt ska finnas god tillgång till kvalificerad kunskap är att det finns *forskning i världsklass*, vilket även är en förutsättning för att det ska vara möjligt att driva *högklassig utbildning* på universitet och högskolor. (*IVA – Produktion för konkurrenskraft, 2005*)

FoU-programmets övergripande syfte är att stärka svensk fordonsindustris konkurrenskraft genom att:

- verka för att långsiktigt stärka forskningsmiljöer kring utvalda och prioriterade forskningsområden inom produktionsteknik
- verka för att ny kunskap tas fram och implementeras, samt att befintlig kunskap implementeras i industriella tillämpningar

Effektivare utvecklingsarbete och mer resurssnål produktion ökar konkurrensförmågan och möjliggör ökad produktion och sysselsättning. Aktiviteterna i MERA-programmet ska främja ett effektivare samarbete mellan fordonsindustrin å ena sidan och universitet, högskolor och forskningsinstitut å den andra sidan. Ett särskilt syfte är att eftersträva ett ökat deltagande av system- och komponentleverantörer i FoU-projekt. FoU-programmet ska också vara relevant för övrig tillverkande industri. Företagsgemensamma forskningsprojekt bidrar till att effektivisera svensk forskningsstruktur inom produktionsteknik och kan ge konkurrensfördelar på en global marknad.

Mål

Hela programmet kommer att utvärderas med avseende på följande delmål:

- Omslutningen av industriell produktionsrelaterad FoU i Sverige
- Graden av samverkan inom fordonsindustrin samt mellan industrin och akademi (högskola, universitet, institut)
- Omfattningen av projektresultat som används för att förbättra de deltagande företagens produktionssystem
- Omfattningen av framgångsrikt genomförda demonstrationsprojekt
- Antal nya akademiska examina inom relevanta områden
- Antal nya utbildningar för studenter, forskarstuderande eller yrkesverksamma
- Antal industrianställda som har fått signifikant ökad kompetens genom programmets försorg
- Antal nya patent och antal publicerade industristandarder

Varje aktivitet och projekt skall dessutom ha konkreta, mätbara mål som är relaterade till innehållet i det enskilda projektet. Dessa mål skall verka i samma riktning som MERA-programmets övergripande mål. Dessutom utvärderas programmet på kvalitativa mål såsom:

- påverkan på den svenska teknikutvecklingen och det svenska produktionssystemets konkurrenskraft,
- i vilken mån programmet har medverkat till att öka kvaliteten på den produktionstekniska utbildningen inom relevanta civilingenjörsprogram,
- att internationella koncerner behåller FoU ansvar i Sverige och väljer att lägga ansvar för nya FoU-områden i Sverige.

Programmet ska på kort sikt bidra till att ytterligare stärka samverkan mellan industri och akademi och därmed ge goda förutsättningar för fortsatt god utveckling inom området. På lång sikt ska programmet verka för att den nationella kompetensförsörjningen tryggas samt att FoU med internationell konkurrenskraft etableras.

Kontaktpersoner programdrift

Margareta Groth, programledare
Tel: 08-473 31 83
Fax: 08-473 30 05
e-post:
Margareta.Groth@VINNOVA.se

Magnus Wiktorsson, handläggare
Tel: 08-473 30 45
Fax: 08-473 30 05
e-post:
Magnus.Wiktorsson@VINNOVA.se

Administrativa frågor:
Bengt Larsson
Tel: 08-473 3114
Fax: 08-473 30 05
e-post: Bengt.Larsson@VINNOVA.se

För allmänna frågor om programmet:
MERA@VINNOVA.se

www.VINNOVA.se/MERA

VINNOVA nås på:
VINNOVA
101 58 Stockholm

besöksadress:
VINNOVA,
Mäster Samuelsgatan 56, Stockholm

Tel. växel: 08-473 30 00,
Fax: 08-473 30 05
e-post: VINNOVA@VINNOVA.se
web: www.VINNOVA.se

Organisation

Programmet drivs av en styrelse, sammansatt av de parter som tecknade avtal om att driva och finansiera programmet. Styrelsen har en oberoende ordförande, Göran Johnsson fd ordf. Metall. De industriella parterna i programmet är AB Volvo, Fordons Komponent Gruppen AB, Saab Automobile AB, Scania CV AB samt Volvo Personvagnar AB. De offentliga finansiärerna är Nutek, VINNOVA och Västra Götalandsregionen, VGR. Operationellt drivs programmet från VINNOVA, som administrerar programdriften och som ansvarar för att fatta formella beslut.

I programmet finns också en industriell samordningsgrupp som har styrelsens uppdrag att bidra till samordning och optimering av programmet genom att exempelvis initiera klustermöten för projekt med möjliga synergieffekter.

Programstyrelse

Ordförande	Göran Johnsson
FordonsKomponentGruppen	Henry Mellgren
Saab Automobile AB	Freddy Ploj
Scania CV AB	Björn Bäckström
Volvo Personvagnar	Nader Asnafi
Volvo Powertrain	Urban Wass
Nutek	Lars-Håkan Jansson
VINNOVA	Ulf Holmgren
Västra Götalandsregionen	Bertil Törsäter

Samordningsgrupp

FordonsKomponentGruppen	Henry Mellgren
Saab Automobile AB	Lennart Malmsköld
Scania CV AB	Sven Hjelm, Björn Holmgren
Volvo Personvagnar	Nader Asnafi
Volvo Powertrain/AB Volvo	Magnus Granström, Johan Svenningstorp
VINNOVA, adj.	Magnus Wiktorsson

Klusterstruktur

Strategy Governance Board

FordonsKomponentGruppen	Henry Mellgren
Saab Automobile AB	Freddy Ploj

Scania CV AB	Björn Bäckström
Volvo Personvagnar	Mats Tharing & Nader Asnafi
Volvo Powertrain/AB Volvo	Katarina Lindström
Swerea IVF	Mats Lundin

Operative Management Group

FordonsKomponentGruppen	Henry Mellgren,
Saab Automobile AB	Lennart Malmsköld
Scania CV AB	Sven Hjelm, Björn Holmgren
Volvo Personvagnar	Nader Asnafi
Volvo Powertrain/AB Volvo	Magnus Granström
Swerea IVF	Jan Sjögren

Kluster Ledning och koordinatorer		
Kluster	**Industriella Kluster Ledare**	**Koordinatorer**
Component Manufacture	Sven Hjelm, Scania	Tero Stjernstoft, Swerea IVF
Body & Cab Manufacture	Lars-Ola Larsson, Volvo Cars	Elisabeth Sagström, Swerea IVF
Surface Treatment & Paint	Micael JO Larsson, Saab Automobile	Lars Österberg, Swerea IVF
Assembly	Ingemar H Nilsson, Saab Automobile	Björn Langbeck, Swerea IVF
Geometry & Quality	Björn Matsson, Volvo Cars	tbd
Automation & Control Systems	Stefan Axelsson, Volvo Cars	tbd
Logistics & Materials Handling	Henrik Brynzer, Volvo Cars	tbd
Virtual Engineering & MDM	Johan Svenningstorp, AB Volvo	Växlar mellan Chalmers, KTH och Högskolan i Skövde
Production Management	Lena Moestam, AB Volvo	tdb
Education	Tommy Nyström, Scania	B-G Rosén, Sv. Produktionsakademien

Mer information och kontaktuppgifter finns på
www.produktionskluster.se

Programdrift

VINNOVA	Margareta Groth
	Magnus Wiktorsson
	Bengt Larsson
Du når samtliga på:	MERA@VINNOVA.se

MERA-konferens 2008

Tillverkning av komponenter

OPTIMA – Optimerade material för robust bearbetning

Målet med OPTIMA är att ta fram ny kunskap avseende samspelet mellan material, materialframtagningsprocess och bearbetning. Genom samverkande kompetenser från ett antal olika teknikområden behandlas grundläggande frågeställningar där fokus ligger på sambandet mellan materialets mikrostruktur och dess bearbetbarhet. Experimentella studier i laboratorium och industri kombineras med teori och modelleringsarbete. Projektet innebär även en uppbyggnad av ett strategiskt nätverk och forskningsorganisation för att fordonsindustrin i Sverige skall ha snabb access till relevanta forskningsresurser med stöd av högskolor och forskningsinstitut.

Syfte

För fordonsindustrins skärande bearbetning av drivlinekomponenter är materialens bearbetbarhet mycket viktig för produktivitet och konkurrenskraft. **OPTIMA**, eller **OPTI**merade **MA**terial för robust bearbetning, skall ge grundläggande förståelse för sambanden och skapa förutsättningar för en robust bearbetningsprocess. Det övergripande syftet med projektet är att ta fram ny kunskap om samspelet skärande bearbetning – material – materialframtagningsprocess. Detta sker genom ökad kunskap på två sätt:

- Praktiska försök i produktionsmiljö i samverkan med materialleverantörer och verktygsleverantörer och där resultaten kan implementeras.
- Modellförsök, analys och modellering/simulering av de grundläggande sambanden med hjälp av doktorander och forskare på högskolor, universitet och forskningsinstitut.

Eftersom OPTIMA omfattar en stor materialbredd – från gjutjärn till höghållfasta material ökas kunskapsbredden och den generiska förståelsen. Projektet kan också ses som en grund för ett strategiskt nätverk och forskningsorganisation för att stärka tillverkningsteknik inom Sverige.

Specifika mål med projektet är:

- Ökad verkningsgrad i bearbetningsliner med 3-5 %[1] med stöd av projektresultaten
- Ett starkt nationellt nätverk för bearbetning av avancerade komponenter i avancerade material

1 Vilket motsvarar cirka 60-70 milj per år i minskade kostnader för industrin.

- Kunskap kring interaktionen materialframtagning – material – skärande bearbetning
- Förkortade ledtider och minskade kostnader i samband med införande av nya material
- Specifikationer för robust bearbetning genom ökade kunskaper om samspelet mellan material, bearbetning och produktionsutrustning
- Stärka fordonsindustrins underleverantörer och ökad konkurrenskraft genom projektens kunskapsspridning
- Rekryteringsbas för industrin av personal med mycket hög kompetens
- Fördjupning avseende skärtekniska experiment och utvärderingar avseende svårbearbetade legeringar
- Utökad kritisk massa avseende doktorander hos samverkande tekniska högskolor och forskningsinstitut.

Resultat

OPTIMA drivs i fyra parallella aktivititer: OPTIMA-segjärn, OPTIMA-CGI, OPTIMA-sätthärdningsstål, OPTIMA-höghållfasta legeringar. Forskningsfrågor som OPTIMA försöker besvara är t ex:

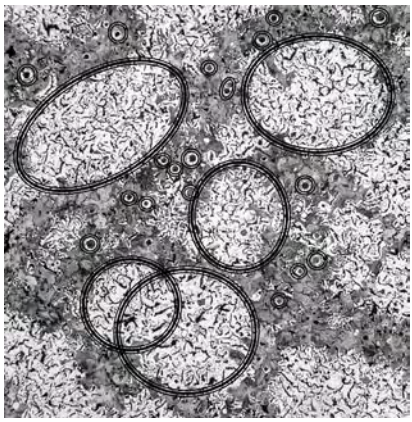
- Inverkan av materialstruktur på skärbarhet
- Skärmekanik, skärkrafter och termisk påverkan
- Styrning och kontroll av skärprocesser, kvalitetssäkring av tillverkningskedjor
- Förslitningsmekanismer hos skär, optimering av skärprocesser och verktyg, etc
- Prediktering av skärprocesser och förslitning
- Kvalitetssäkring av gjutprocess avseende material (CGI) och produktegenskaper

Gemensamt är deras betydelse för robust bearbetning och för kvalitetssäkring av komponentframtagning genom t ex gjutning. Projektet är i en mycket intensiv fas avseende tekniska och vetenskapliga resultat. Arbetet bedrivs genom att deltagande företag svarar för produktionsnära FoU, tjänster och material samt genom att högskolor och institut parallellt inriktar sitt arbete på experimentella studier och försök, simulering samt utvecklingsarbete avseende laboratorieförsök och metodutveckling avseende provningsmetodik. Nedan ges en kort översikt.

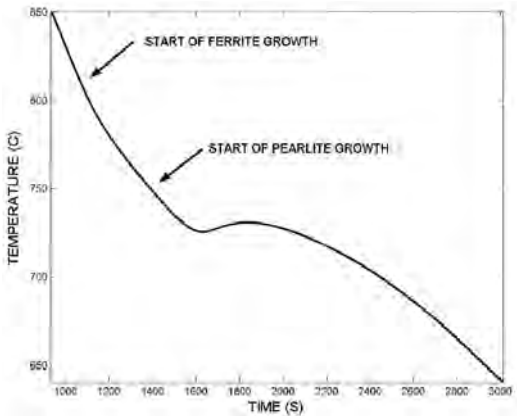
Inom *OPTIMA-segjärn* har en större produktionsuppföljning genomförts av Chalmers tillsammans med Bror Tonsjö och Volvo Car Corporation. Grundläggande kunskap om faktorer som påverkar bearbetbarheten hos segjärn har initierats. Fördjupade analyser följer ett material- och ett verktygsspår. Verktygsspåret har vidareutvecklats genom

försök hos Bror Tonsjö och hos Sandvik Coromant. Utvärdering sker tillsammans med Chalmers. Materialspåret skall ge en förstärkt kunskapsplattform för företagen. För detta ändamål tillverkas särskilda provkroppar för bearbetningsförsök via en extern leverantör. Målet med *OPTIMA-segjärn* är förbättrad produktivitet på 20-30 %, vilket bedöms som realistiskt att uppnå.

Kompaktgrafitjärn eller CGI (CGI = Compact Graphite Iron) har bättre mekaniska egenskaper än gråjärn i kombination med relativt god värmeledning. Bearbetbarheten hos CGI är och inte lika god som för traditionellt gråjärn. Eventuellt införande av CGI i större omfattning kräver därför ökad kunskap om dess bearbetbarhet vilket är målet med *OPTIMA-CGI*. En unik försöksmatris (16 varianter av CGI) har framtagits för bearbetningsförsök genom stora insatser från Volvo Powertrain, Scania CV, mfl, tillsammans med Novacast och Sintercast. Förarbetet har även innefattat försök vid SweCast. Framställning av CGI kräver mycket noggrann kontroll av materialsammansättning och gjutprocess. Därför bedrivs fördjupade studier av provmaterial i CGI vid JTH och Swerea-Swecast. Dessa innefattar utvärdering av svalningshastigheter vid gjutning och mikrostrukturutveckling för varierande materialsammansättning. Figur 1 till vänster nedan visar ett gjutet CGI-material med mikroceller. Figur 2 illustrerar data som från svalningsförsök i laboratorium. GM Powertrain Sweden arbetar med omfattande beräknings- och simuleringsarbete.



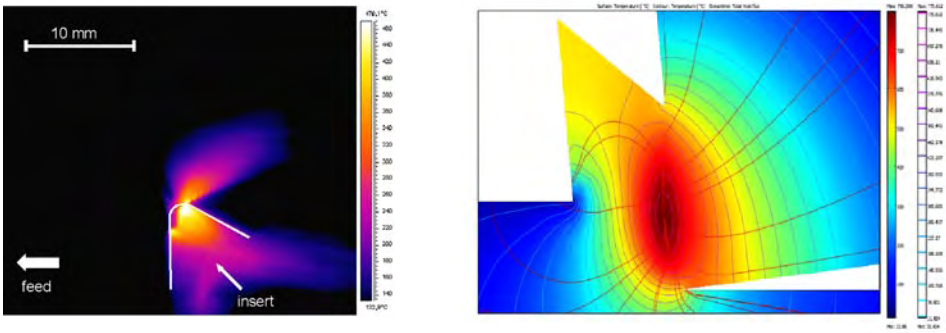
Figur 1. Mikro-celler i CGI.



Figur 2. Svalningskurva för CGI.

Fysikaliska villkor vid skärande bearbetning av CGI studeras med särskilda prov och försök utöver utvärdering av bearbetbarhet hos de nämnda 16 materialvarianterna. Arbetet innefattar både speciella försök (Quick-stop tester), spånutvärdering, kontaktarea (zoner, friktionsförhållande, påkletning) samt mer traditionell utvärdering av verktygsförslitning av ett doktorandteam vid Chalmers och KTH. För respektive doktorand planeras licentiatexamen under hösten 2008. Vidare sker mätning av skärkrafter, tem-

peraturmätning mha värmekamera, samt utvärdering av struktur och egenskaper i ytan hos bearbetat arbetsmaterial. Figur 3a visar temperaturmätning (IR-bild) och Figur 3b visar en simulerad bild av simulerad temperaturfördelning vid CGI-bearbetning.



a) b)

Fig. 3. IR-bild samt simulerad temperaturfördelning vid CGI-bearbetning.

En nydesignad unik komponentlik provkropp har därför designats och fysiskt tagits fram (se Figur 4). Orsaken är att kunna efterlikna en verklig produkt, både när det gäller geometri och materialstruktur och när det gäller testning av olika bearbetningsoperationer.

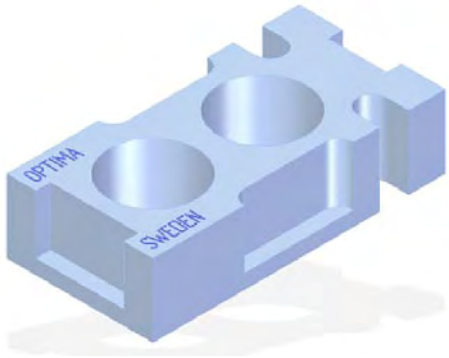


Fig. 4. Komponentlik provkropp designad och fysiskt framtagen inom OPTIMA för bearbetningsprovning.

En annan aktivitet syftar till att med utgångspunkt från olika bearbetningsprocesser ge specifika krav och rekommendationer på maskinutrustningens prestanda och utformning för att på ett optimalt sätt kunna bearbeta CGI-material. Aktiviteten omfattar val av kritiska operationer och studier av bearbetningssystemets statiska och dynamiska egenskaper och genomförs av en annan doktorand vid KTH.

Teoretiska och praktiska förutsättningar för direkt observation av materialpåverkan vid skärande bearbetning görs inom särskilt *OPTIMA-höghållfasta material*. Inom denna del sker även kunskapsutveckling avseende simulering av skärande bearbetning samt nyttjande av metoder och verktyg för materialmodellering. Simuleringsarbetet vid

Högskolan Väst indikerar att förslitningsmekanismer kan var annorlunda än vad som skulle kunna förväntas. Modellförsök med temperatur- och kraftmätningar vid bearbetningsförsök sker vid Chalmers. Doktoranden har praktiserat vid Volvo Aero och bedriver del av sina försök i denna miljö. Produktionsstudier bedrivs hos Siemens, Finspång. Försöksmatrisen för laborationsstudier vid Chalmers har spänts upp och olika materialvarianter har tagits fram genom designade värmebehandlingar. En licentiatexamen planeras till årsskiftet vid Chalmers.

Modellförsöken med att studera effekterna av mikrostruktur hos höghållfasta stål på förslitning av hårdmetallskär sker vid Chalmers efter omfattande metodutvecklingsarbete. Förslitningen av skären vid svarvning av materialet är försumbart kopplad till kornstorleken hos arbetsmaterialet. Olika typer av materialvetenskapliga undersökningar (spånor och bearbetat material samt skär) genomförs för att belysa förslitningsresultaten. Simulerings- och modelleringsstudierna på Högskolan Väst fokuseras på spånbildningsmekanismen för de aktuella materialen och modelleringsresultaten stämmer relativt väl med observationer vid experimentella svarvförsök. Modelleringsdoktoranden vid Högskolan Väst disputerade i september 2008.

Industridoktorandarbetet vid Siemens i Finspång befinner sig nu i ett noggrant karakteriseringsarbete när det gäller processkartläggning och utvärdering av bearbetning i industriell produktion. I arbetet ingår noggrann utvärdering av inkommande material och utvärdering av verktygsförslitning i verklig produktion.

OPTIMA-sätthärdningsstål har fokus på kopplingen mellan materialstruktur och bearbetbarhet. Dessutom har design av experiment och studier för grundläggande samband mellan struktur och bearbetbarhet adresserats. Arbetet är inriktat på att etablera kunskap om hur sätthärdningsstål skall specificeras för att skapa en robust och förutsägbar produktionsprocess där fokus är bearbetbarhet och härdförändringar. Bakgrunden är dels att variationer i skärbarhet mellan olika materialpartier medför produktionsstörningar (till exempel stopp i automatiserade bearbetningsprocesser) och dels problem med formförändringen efter härdning vilket gör det svårt att garantera måttoleranser.

Arbete är uppdelat så att Chalmers arbetar med koppling mellan materialstruktur och skärbarhet medan KTH ägnar sig åt att undersöka koppling mellan materialstruktur och distorsion. Volvos bearbetningstest (B-talstest) har valts som skärbarhetsmetod. Componenta har i samarbete med Chalmers och Scania värmebehandlat material för dessa skärbarhetstester. Utvärdering mha B-talstest fungerar väl och grundläggande inverkan av mikrostrukturen har klarlagts med särskilt fokus på stålets perlitstruktur som har varierats, se Figur 5. Spånbrytningstester samt skärkrafts- och ytfinhetsmätningar har utförts vid Sandvik Coromant. Doktoranden vid Chalmers avlägger licentiatexamen i september 2008.

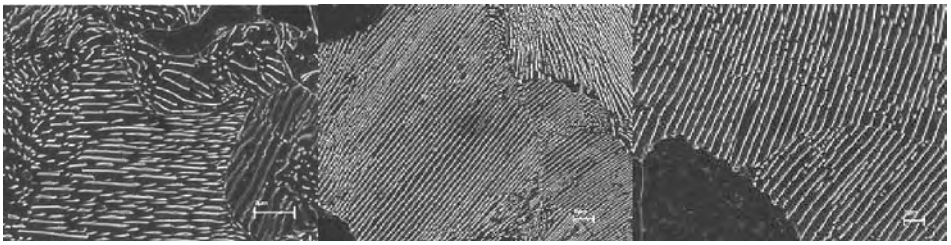


Fig. 5. Exempel på mikrostrukturer för vilka skärbarhetstester genomförs inom OPTIMA-sätthärdningsstål.

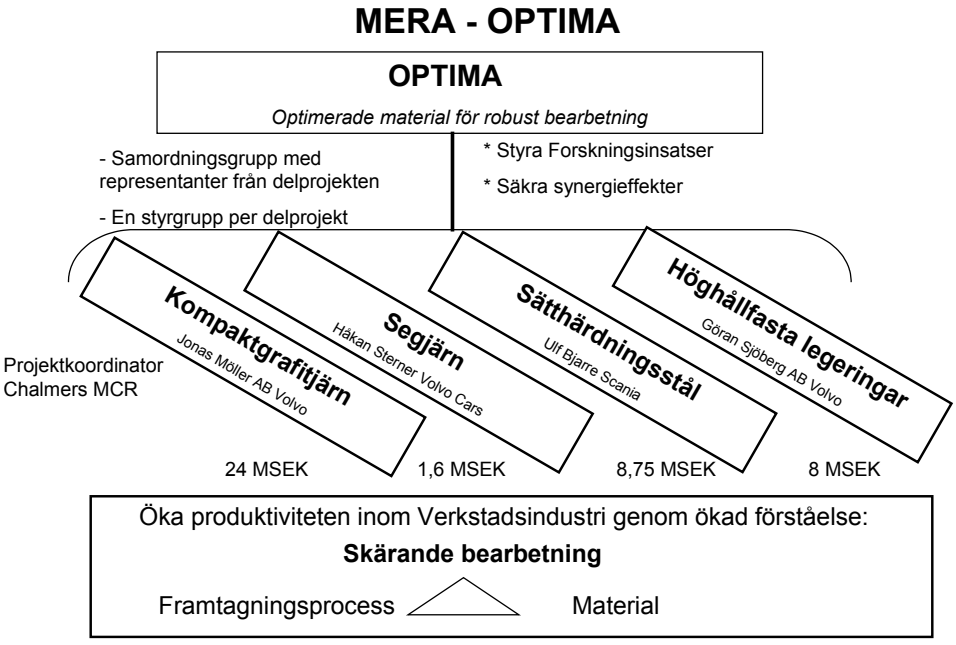
Genomförande

Projektet drivs som ett integrerat projekt med fyra parallella delprojekt enligt illustration nedan (Figur 6). Sökande fordonsföretag inom MERA och sammanhållande för industrin är Volvo Powertrain AB genom Jonas Möller. Projektledning och vetenskapligt ansvar innehas av Chalmers genom dess centrumbildning MCR (Metal Cutting Research and Development Centre) genom Lars Nyborg. Dessa stöds av en samordningsgrupp med följande medlemmar: *Jonas Möller (ordförande), Volvo Powertrain AB, Karl-Gustav Lurén,Volvo Powertrain AB, Uf Bjarre, Scania CV AB, Sven-Eric Stenfors, Scania CV AB, Håkan Sterner, Volvo Car Corporation, Raymond Reinmann, GM Powertrain Sweden AB, Göran Sjöberg, Volvo Aero Corporation, Anders Lenander, Sandvik Tooling, Lars Nyborg (projektkoordinator och vetenskaplig ledare), Chalmers*

Den kritiska massan avseende bearbetningsteknisk forskning vid högskolor och institutet förstärks genom nära samverkan mellan Chalmers-MCR, KTH-DMMS, Högskolan Väst, Tekniska högskolan vid Högskolan i Jönköping samt Swerea SweCast AB. Detta illustreras i Figur 7 som visar fördelningen av forskare och doktorander inom OPTIMA hos dessa aktörer. Utöver de 7 doktoranderna vid högskolorna finns det en industridoktorand vid Siemens inom OPTIMA. För respektive delprojekt inom OPTIMA finns det vidare en separat styrgrupp med ordförande från industrin, aktiva inom projektet och projektledare från högskola/institut enligt nedan:

Projekt	**Styrgruppsordförande**	**Projektledare**
CGI	Kent Eriksson, Volvo Powertrain	Magnus Wessén, JTH (gjutning) Hans-Börje Oskarson, Chalmers (bearbetning)
Sätthärdningsstål	Karl-Gustav Lurén, Volvo Powertrain	Uta Klement, Chalmers
Segjärn	Håkan Sterner, Volvo Cars	Kenneth Hamberg, Chalmers
Höghållfasta mtrl	Henrik Runnemalm, Volvo Aero	Göran Sjöberg, Volvo Aero

Projektkoordinatorn (Lars Nyborg, Chalmers) är vidare medlem i samtliga styrgrupper.



Figur 6. Övergripande struktur för OPTIMA.

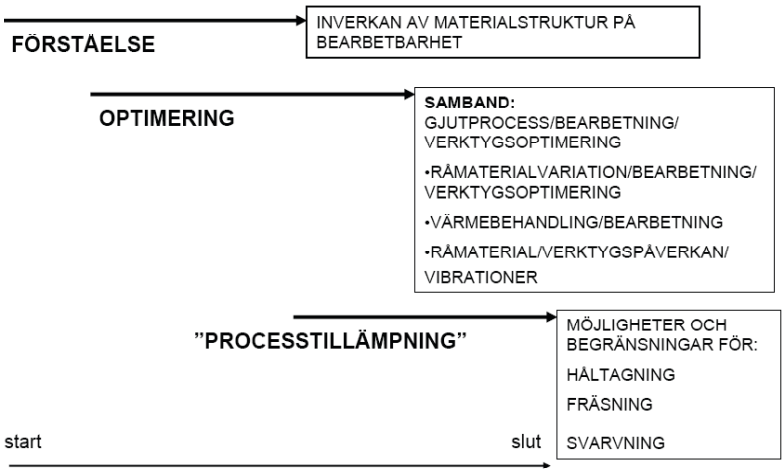
Delprojekt	CGI	Segjärn	Sätth. stål	**Höghållf. mtrl**
Chalmers MCR	1 doktorand + forskarstöd	seniora forskare	1 doktorand + forskarstöd	2 doktorander + forskarstöd**
KTH DMMS	1 doktorand + forskarstöd		1 doktorand forskarstöd*	
JTH, Jönköping	1 doktorand + forskarstöd			
Swerea-SweCast	1 senior forskare + tekniker			
HV				1 doktorand + forskarstöd*

* annan finansiering tillkommer
** varav en industridoktorand vid Siemens

Figur 7. Doktorander och forskarinsatser hos deltagande högskolor och institut.

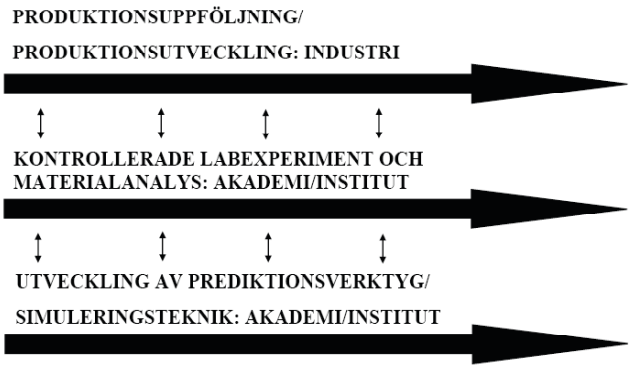
Den övergripande forskningsplanen för OPTIMA följer beskrivningen enligt Figur 8 nedan. Genom inledande studier skapas en ökad förståelse avseende kopplingen mellan skärande bearbetning, produktframtagning och material. Utgående från denna kunskap bedrivs sedan studier med fokus på generell optimering av bearbetningsprocesser. Slutligen provas kunskaper från optimeringsarbetet i reella operationer i industriell

miljö för att klarlägga möjligheter och begränsningar för kritiska bearbetningsoperationer. Samverkanstanken följer upplägget i Figur 9.



Figur 8. Övergripande strategi för OPTIMA.

Interaktion industriell och akademisk FoU



Figur 9. Industriell och akademisk produktionsrelaterad forskning inom OPTIMA.

Projekteffekter

Genom OPTIMA har en kritisk massa etablerats när det gäller gemensam FoU avseende skärand bearbetning kopplat till material- och produktförädling. Denna kritiska massa bygger på medverkan av centrala FoU-aktörer inom vid högskolor och institut, fordonsindustrin samt övriga strategiska industriella parter. OPTIMA-projektet har här varit en nödvändig förutsättning för att åstadkomma denna kraftsamling. Genom OPTIMA har vidare skapats ytterligare synergier där fler samarbeten har initierats och

kommer att initierats mellan deltagarna inom OPTIMA. Detta innefattar t ex andra projekt inom MERA-programmet, andra forskningsprogram eller internationell samverkan. Förväntande konkreta effekter innefattar:

1. Förbättrad kravspecifikation för befintliga material – medför på sikt minskade störningar och ökad produktivitet för tillverkande företag
2. Kunskap avseende bearbetning av nya eller utvecklade material – effektivare införande av nya och förbättrade produkter i befintlig maskinpark för tillverkande företag och nya möjligheter för materialleverantörer.
3. Förbättrade metoder och reducerad tid för bearbetningsprov genom standardiserade metoder och provkroppar, vilket ger kortare ledtider i FoU-arbete.
4. Ökad robusthet i tillverkning genom förstärkt kunskapsplattform avseende koppling material – process – produktframtagning.
5. Fördubbling av kritiska massan av forskare inom området genom start av stort antal doktorandprojekt
6. Ökad kompetens och erfarenhet brett inom organisationen att genomföra integrerade projekt över organisationsgränser i samverkan med andra företag, universitet

Samverkan har initierats med projekten KUGG och Värmebehandlingscentrum. Chalmers-MCR kommer att vara sammanhållande för området. Förutom deltagande FoU-aktörer inom OPTIMA sker därigenom samverkan med andra forskargrupper vid KTH och med IVF. Genom Chalmers-MCR, KTH-DMMS, Högskolan Väst och JTH Jönköping finns också en direkt koppling till grundutbildning inom tillverkningsteknik vid dessa lärosäten. Swerea-SweCast AB svarar för ingången till processnära utbildning när det gäller produktframtagning och gjutning.

För att stärka synergieffekterna inom OPTIMA ingår intern kunskapsspridning via workshops för bredare gruppering av medarbetare hos deltagande företag. Forskare inom OPTIMA deltar vid årliga konferenser som MERA-konferensen, Swedish Production Symposium, klusterkonferenser, etc, varvid kunskapsspridning sker utanför projektet.

Internationell samverkan med OPTIMA som bas kommer att sökas baserat på *deltagande företags behov och intresse* samt utgående från internationella nätverk med koppling till projektdeltagarna inom OPTIMA. Ett viktigt syfte är positionering inom EU-program. Möjligheter finns via kontakter med forskargrupper i Aachen, Darmstadt och Dresden. Vidare sker vidgade kontakter med andra FoU-aktörer inom bearbetningsteknisk forskning (Georgia Tech, Ohio State Univ.). Dessa kontakter utvecklas nu vidare genom Chalmers-MCR och PTC-Trollhättan som tillsammans med forskarskolan CAPE utgör parter i ett nytt VINNPRO-projekt. Möten och diskussioner med

GM Powertrain i Detroit har genomförts och besök har gjorts vid Safety och Tours University i Frankrike, där en doktorand där arbetar nära Sandvik Tooling i ett projekt som kompletterar CGI-projektet inom OPTIMA.

Deltagande parter och kontaktpersoner

Sökande och industrisamordning:
Jonas Möller
Volvo Powertrain Sweden
Industrial Development, Engine Production
541 87 Skövde
Tel: 0500-476077
E-post: jonas.moller@volvo.com

Projektkoordinator och vetenskaplig ledare:
Professor Lars Nyborg
Chalmers tekniska högskola
MCR, c/o Institutionen för material- och tillverkningsteknik
412 96 Göteborg
Tel: 031-7721257
E-post: lars.nyborg@chalmers.se

Deltagare i övrigt:

Scania CV AB:	Ulf Bjarre
	Kurt Forsberg
	Sven-Eric Stenfors
Volvo Powertrain AB, Skövde:	Kent Eriksson
Volvo Powertrain AB, Köping:	Karl-Gustav Lurén
Volvo Car Corporation:	Håkan Sterner
GM Powertrain Sweden AB:	Raymond Reinmann
Componenta Virsbo AB:	Renate Köhn
Bror Tonsjö AB:	Mats Tonsjö
Volvo Aero Corporation:	Göran Sjöberg
Sintercast AB:	Steve Wallace
Novacast Technologies AB:	Per-Eric Persson
AB Sandvik Coromant:	Anders Lenander
	Ibrahim Sadik
Siemens Industrial Turbomachinery AB	Pajazit Avdovic
Meritor HVS AB	Anders Berglund

Tekniska högskolan,	
Högskolan i Jönköping	Magnus Wessén
	Ingvar Svensson
	Mattias König
Swerea SweCast AB	Henrik Svensson
Högskolan Väst (HV)	Niklas Järvstråt
KTH (DMMS)	Mihai Nicolescu
	Stefan Jonsson
	Matilda Tehler
	Anders Berglund
Chalmers (MCR)	Hans-Börje Oskarson
	Uta Klement
	Karin Björkeborn
	Stefan Olovsjö

Robotstyrd Metallbyggnad via Smältning, RMS

En ny automatisk och flexibel metod för att bygga metallgeometrier direkt från ett CAD-underlag utvecklas. Tekniken är baserad på robotiserad lasersvetsning med tillsatsmaterial i form av tråd. Energikällan är en 6kW fiberlaser och flexibilitet erhålls bland annat genom robot- och manipulatorrörelser och möjlighet att använda olika slag av optik. Off-line-programmering tar automatiskt fram nominella svets- och robotparametrar medan sensorer mäter verkligt utfall och ett reglersystem kompenserar on-line när det uppstår avvikelser från önskade värden. Operatören övervakar processen på distans med hjälp av ett operatörsinterface, där kamerabilder och sensorinformation presenteras och möjlighet finns att manuellt påverka styrsignalerna.

Syfte

Utveckling av RMS-processen för att automatiskt och effektivt bygga metallgeometrier för prototyper, nyproduktion och reparation baserat på 3D-CAD-underlag.

Resultat

Industriella resultat:

- Utveckling av RMS-metoden – operatörsvänlig utvecklingscell med kameror, sensorsignaler, manövermöjligheter mm implementerad på Produktionstekniskt Centrum (PTC) i Trollhättan
- Processutveckling är utförd för flygmotormaterial och verktygsstål
- Processen demonstrerad på industriellt relevanta komponenter
- Systemarkitektur framtagen och demonstrerad för att gå från *CAD -> robotbanor -> reglerad process -> geometri*
- Stärkt samarbetsform mellan akademi/industri/PTC
- Ökad förståelse för möjligheter och begränsningar med automationslösningar
- Stärkta regionala, nationella och internationella nätverk inom automation och produktion

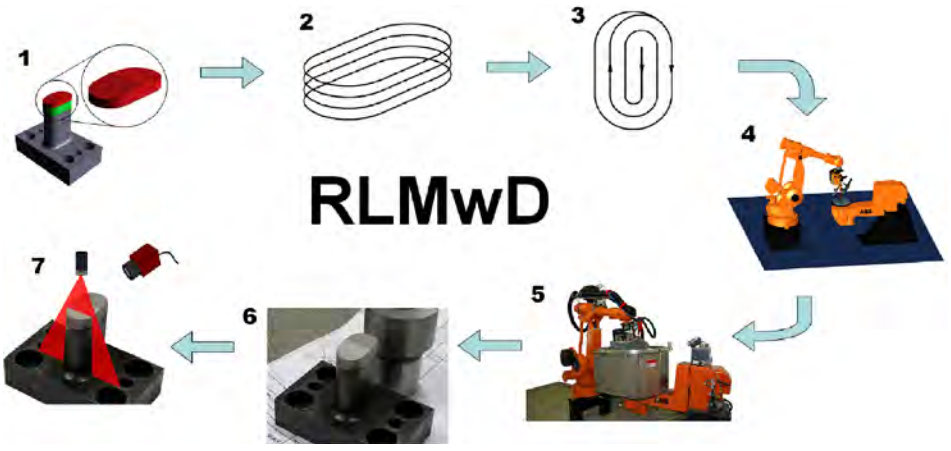
Akademiska resultat:

- En doktorand anställd med planerad licentiatexamen före projektets slut
- Utveckling av generellt mätsystem med databas för analys on- och off-line av processdata och därmed ökad kunskap om RMS-processen

- Sensor- och reglersystem framtaget för on-line reglering av önskad geometri (höjd/bredd) och off-line analys
- Användargränssnitt framtaget för automatisering av bangenerering av godtycklig geometri
- Ökad förståelse för produktionstekniska frågeställningar hos högskolans reglertekniker
- Publikationer:
  - Heralic, A., A.-K. Christiansson, et al. (2007). *Automation of robotized laser metal-wire deposition*. IASTED International Conference on Control and Applications, Montreal, Canada.
  - Heralic, A., A.-K. Christiansson, et al. (2007). *Freeform fabrication using laser metal-wire deposition*. Swedish Production Symposium. Gothenburgh, Sweden.
  - Heralic, A., M. Ottosson, et al. (2008). *Automation of a Robotised Metal Deposition System using Laser melting of Wire*. 18th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM 2008), University of Skövde, Sweden, Runit AB, Skövde
  - Heralic, A., A.-K. Christiansson, et al. (2008). *Control Design for Automation of Robotized Laser Metal-wire Deposition*. 17th IFAC World Congress, Seoul, Korea.
  - Heralic, A., M. Ottosson, et al. (2008). *Visual feedback for operator interaction in surface modification by means of robotiser laser metal deposition*. 22nd International Conference on Surface Modification Technologies. Trollhattan, Sweden.

Genomförande

Arbetet sker i nära samarbete mellan partnerföretagen och akademin, och en lasercell har byggts upp av Innovatum där verkliga försök utförs av industrins operatörer tillsammans med högskolans forskare. HV har, inom ramen för projektet, byggt upp en operatörsmiljö för att processen effektivt ska kunna följas med hjälp av kameror och sensorinformation. Processutveckling sker med lagring av sensordata för att effektivt kunna ta fram modeller för viktiga statiska och dynamiska parametersamband, som i sin tur utgör grund för framtagning av regleralgoritmer. Parallellt med detta pågår framtagning av miljö för automatisk generering av Off-Line-program för robotbanor och svetsparametrar. De olika systemdelarna kommunicerar över Profibus och programmeringsmiljön LabVIEW används för styrning och övervakning.



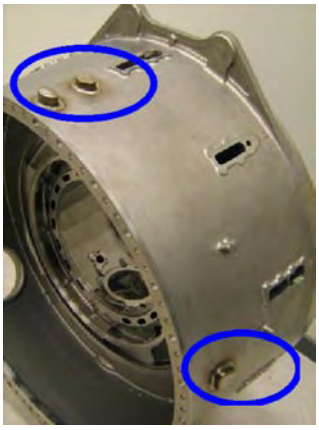
Arbetsgång för RMS-processen (RLMwD är förkortning för Robotised Laser Metal-wire Deposition)

Den tekniska lösning, som utvecklats, kan beskrivas med hjälp av arbetsgången i figuren ovan:

1. Utgångspunkt är CAD-data på den geometri som skall byggas.
2. Ett beredningsprogram utvecklas i projektet. Det delar upp geometrin i lager, vars höjd beror på material och valt processfönster, som beredaren får ange i ett användargränssnitt.
3. Robotbanor genereras automatiskt så att lagren fylls ett i taget med hjälp av beredningsprogrammet.
4. Robotbanorma simuleras och granskas så att det inte uppstår otillåtna situationer. Robotprogrammet laddas ner till systemet med nominella processparametrar.
5. Lasersvets bygger geometrin genom att trådmatning och lasereffekt regleras baserat på sensordata, så att rätt geometri åstadkoms. Operatören får stöd genom kamerainformation och presentation av mätvärden på en kontrollpanel, där också styringrepp kan göras. Samtliga mätdata och styringrepp lagras i databas för senare analys.
6. Beroende på krav på ytfinhet och form kan geometrin behöva efterbearbetas.
7. 3D-scanning utförs till sist som en verifiering av att rätt geometri erhållits.

Några exempel

RMS-projektet har fokuserat på två tillämpningar, geometrier byggda på flygmotormaterial och reparation av stansverktyg i vertygsstål. Processen är i dagsläget halvautomatiserad. För tillämpningar enligt figurer nedan har operatören reglerat processen manuellt med hjälp av on-line information från utvecklat sensorsystem.



Vänster: Bossar byggda på en komponent i flygmotormaterial
Höger: Hård påbyggnad i vertygsstål på ett stansverktyg (skall efterbearbetas)

Projektet har helautomatiskt reglerat bredd och höjd på raka strängar i flera lager i bredd och höjd.

Några svårigheter och begränsningar

Projektet har identifierat några svårigheter och begränsningar, som behöver hanteras innan processen är helt automatisk och industrialiserad för godtyckliga geometrier och material, exempelvis:

- Automatisk bangenerering för godtycklig geometri – Vilka geometrier behöver hanteras? Vilka delar behöver hanteras som specialfall och vilka kan generaliseras? Hur tas erfarenheter av processutveckling om hand? Vilka begränsningar har processutrustingen?
- Bredd- och höjdreglering – Vad avses med ”byggd bredd och höjd”? Hur mäter vi bredd och höjd för godtycklig bana? Processfönster och rutiner för vissa geometrier?
- Processutveckling – Hur snabba upp framtagning av processfönster för godtyckligt material?

Det finns frågeställningar som behöver lösas och svar på vissa av dessa kommer att finnas vid projektets slut. RMS projektet har varit lyckosamt och levererat enligt plan. En halvautomatisk process är i dagsläget utvecklad. En helautomatiserad process beräknas vara färdig för industriell implementering inom 2-3 år.

Projekteffekter

RMS processen har inom den tillverkande industrin stor potential för prototyp- och nytillverkning samt reparationer i metall. Exempel på områden är;

- Flyg- och rymdindustrin – processen bedöms viktig som delprocess för nya konstruktions lösningar, t ex ersätta stora gjutgods med fabricerade alternativ och där olika typer av geometrier kan byggas upp
- Landbaserade fordon – tillverkning av prototyper, nytillverkning och verktyg, t ex använda högpresterande material endast i kritiska områden och därmed minska material- och tillverkningskostnad.

Utöver det som nämnts som industriella och akademiska resultat för deltagande parter har processen uppvisat stort intresse hos ett otal antal besökare på Produktionstekniskt Centrum. Både företag och högskolor i befintliga nätverk har imponerats av resultaten, och nya nätverk är på gång – både nationella och internationella.

Samlokaliseringen till Produktionstekniskt Centrum är gynnsamt för att sprida kunskapen och insikten till andra parter.

Deltagande parter och kontaktperson

Projektledare:
Peter Jonsson, Tillverkningsteknisk Utveckling, Volvo Aero Corporation,
peter.ki.jonsson@volvo.com,
0520-93833
Övriga parter med kontaktperson:
Innovatum AB, Lillemor Lindberg, ordf ledningsgruppen
SAAB Automobile AB, Karl-Gunnar Larsson
Högskolan Väst, Anna-Karin Christiansson
Permanova Lasersystem, Lars-Erik Jansson
Volvo Powertrain, Jack Samuelsson
UGS Svenska AB, Lars Sveding
COOR Service AB, Jerker Andersson

Etablering av och forskning inom Värmebehandlingscentrum, MERA-VBC

”Etablering av och forskning inom Värmebehandlingscentrum”, MERAVBC, består av två huvuddelar:

- **Start och uppbyggnad av samverkansmiljön Värmebehandlingscentrum (VB-Centrum)**
- **Projektverksamhet inom MERAVBC bestående av tre projekt:**
  - **När behövs anlöpning?**
  - **Sätthärdning, nya material och förbättrad process**
  - **Induktionshärdning**

VBCentrum startades 2006 med tio medlemsföretag samt Swerea Kimab och Swerea IVF. Det övergripande målet med VBCentrum är att etablera en långsiktig och uthållig samverkan och forskningsverksamhet mellan FoU-aktörer och företag inom Värmebehandlingsområdet.

Samverkansmiljön för VBCentrum stärks genom att arbetet ska generera ökat samarbete mellan industri, högskola och universitet för forskning och utveckling inom värmebehandlingsområdet med en kontinuerlig kompetensuppbyggnad. Tyngdpunkten i forskningsverksamheten, som huvudsakligen bedrivs i projektform, ligger på hur konstruktion, material och process påverkar värmebehandlade produkters ledtid, kostnader, prestanda och miljöinverkan.

Syfte

Huvudsyftet med projektet MERAVBC är att skapa ett starkt och uthålligt VB-Centrum så att förväntade resultat enligt nedan nås. Detta görs dels genom uppbyggnad av samverkansmiljön dels genom FoU-verksamhet i projektform. Detta skapar en bas med nödvändiga förutsättningar för en långsiktig etablering av VBCentrum.

Det övergripande målet med VBCentrum är att etablera en långsiktig och uthållig samverkan och forskningsverksamhet mellan FoU-aktörer och företag inom Värmebehandlingsområdet. Inom VBCentrums tekniska verksamhet läggs tyngdpunkten på konstruktionens, materialets och processens inverkan på produkters ledtid, kostnader och prestanda där värmebehandling ingår i tillverkningssekvensen.

Resultat

Samverkansmiljö:

- Högskolekurs ”Industriell värmebehandling” framtagen. 2 kurser har genomförts på KTH under perioden med VBC-medlemmar som lärare.
- 4 nya medlemsföretag har tillkommit
- 1 examensarbete har genomförts och 2 nya pågår

Projektverksamhet ”När behövs anlöpning?”

- Provning och utvärdering av roterande böjprovning, kontaktutmattning, brottförlängning och slagseghet, torsionsprovning och slagseghet pågår. Trender finns att för vissa belastningsfall är det mer fördelaktigt, ur hållfasthetssynpunkt, att utesluta anlöpningen.
- Undersökning av risk för ev väteförsprödning. Provning utförd, utvärdering pågår.

Projektverksamhet ”Sätthärdning, nya material och förbättrad process”

- Nya stål med minskad tendens att bilda randoxider kommer att provas. Kugghjul framtagna.
- Försök med vakuumuppkolning och olika gaskylningssekvenser under martensitomvandlingen har genomförts. Avsikten är att studera hur kylningen genom martensitområdet påverkar utmattningsegenskaperna. Provning pågår.

Projektverksamhet ”Sätthärdning”

- Arbete med att studera kylningens inverkan på hårdhet och restspänningar pågår. Olika kylmedelsflöden och kylmedelsegenskaper (koncentration och temperatur) ingår som parametrar.

Genomförande

Samverkansmiljö:

- Nationell och internationell konferens- och områdesbevakning är en viktig aktivitet. Informationsspridning sker dels till VBCentrums medlemsföretag dels till Värmebehandlingsforums medlemmar. Värmebehandlingsforum är ett informationsnätverk som drivs av IVF sedan 1997, men som nu integreras i VBCentrum.
- Högskolekursen genomfördes inom KTH-kursen "Högpresterande stål och andra legeringar" där VBC-medlemmar var med och höll i fyra av nio kursavsnitt. Ett kurstillfälle hölls hos Bodycote i Älvsjö och ett hos Scania i Södertälje.

- Examensarbeten. Examensarbetarna är placerade hos något av företagen, men har även kontakt med andra företag inom VBC. De har en institutshandledare och en industriell handledare.

Projektverksamhet

- Framtagning av provdetaljer har utförts av företagen
- Provningen utförs dels på instituten dels på företagen
- Simulering av induktionshärdning med Sysweld.
- Regelbundna projektmöten via telefon. Vid behov fysiska möten.
- Två gånger per år har vi fysiska möten där alla projekten gås igenom.

Projekteffekter

Med stor hjälp av MERA-programmet har Värmebehandlingscentrum blivit etablerat, med märkbar forskningsvolym, och har varit aktivt under tre år. Medlemsföretagen betalar en medlemsavgift baserad på företagsstorlek och önskat antal andelar som de vill delta med. Medlemsavgifterna används till sk Programforskningsprojekt som röstas fram av medlemmarna.

Medlemmar i VBC är: Scania, Volvo, Atlas Copco Secoroc, Finnveden Powertrain, EFD Induction, Teknoheat, AGA, Bodycote, Parker Hannifin, Ovako, SKF, StressTech, Uddeholm Tooling, Sarlin Furnaces, Swerea Kimab och Swerea IVF.

Deltagande parter och kontaktperson

AGA Gas AB
Atlas Copco Secoroc AB
Bodycote Värmebehandling AB
EFD Induction AB
Finnveden Powertrain AB
Ovako Steel AB
Parker Hannifin AB
Scania CV
Teknoheat AB
Volvo Construction Equipment Components AB
KTH Industriell teknik och management
Swerea Kimab
Swerea IVF

Projektledare
Eva Troell
Swerea IVF, Mölndal
E-post: eva.troell@swerea.se
Telefon: 031-706 6077

Industriell projektledare
Erk Sandqvist
Scania, Södertälje
E-post: erik.sandqvist@scania.com
Telefon: 08-553 857 36

Induktionshärdning av uppkolade komponenter för högpresterande fordonsapplikationer

I projektet har en kombinerad värmebehandlingsprocess studerats med syfte att höja drivlinekomponenters utmattningsprestanda. Resultatet blev att den kombinerade processen har potential att höja prestandan med minst 30 %. Den totala kostnadsökningen blev för ett specifikt industriellt praktikfall 6-8 %. Denna kostnadsökning kan anses vara motiverad speciellt om kostsam ny- eller omkonstruktion går att undvika.

Syfte, Resultat och Genomförande

Projektets syfte har varit att studera hur en kombination av två olika typer av värmebehandlingsprocesser påverkar en drivlinekomponents utmattningsprestanda. De två processerna var de båda ythärdningsprocesserna uppkolning-sätthärdning och induktionshärdning. Båda dessa är vanliga att använda då höga krav på hållfasthet eftersträvas hos drivlinekomponenter i fordon såsom t ex axlar och kugghjul. Normalt används två olika typer av stål vid de olika processerna, sätthärdningsstål med kolhalt ca 0,2 % och vid induktionshärdning används s k seghärdningsstål med kolhalt ca 0,4 %.

Tidigare undersökningar som gjorts av andra forskargrupper har i vissa fall påvisat att prestandaökningar på i storleksordningen 15-30 % är möjliga att åstadkomma genom dylika processkombinationer. I dessa undersökningar har man dock i flera fall använt sig av okonventionella processer och ovanliga material. I denna undersökning har det i alla försöken använts befintliga, konventionella värmebehandlingsutrustningar och stålsorter.

För att studera resultatet efter sätthärdning kombinerat med induktionshärdning har försök genomförts på provstavar och en komponent. Utöver utmattningsprovning har även hårdhet, mikrostruktur, restspänningar och restaustenithalter utvärderats.

Den utmattningsprovning som genomfördes på provstavar visade att ytans hållfasthet ökade jämfört med referensfallet enbart sätthärdning med minst 30 % då sätthärdning/induktionshärdning kombinerat med dubbel-shot-peeening gjordes. I dessa fall erhölls inte vid något tillfälle brottinitiering i ytskiktet vilken istället skedde strax under den härdade zonen. Det skall dock poängteras att provstavar som enbart sätthärdats och dubbel-shot-peenats erhöll ca 40 % högre utmattningshållfasthet, men dessa hade initiering både i ytan och under det härdade skiktet.

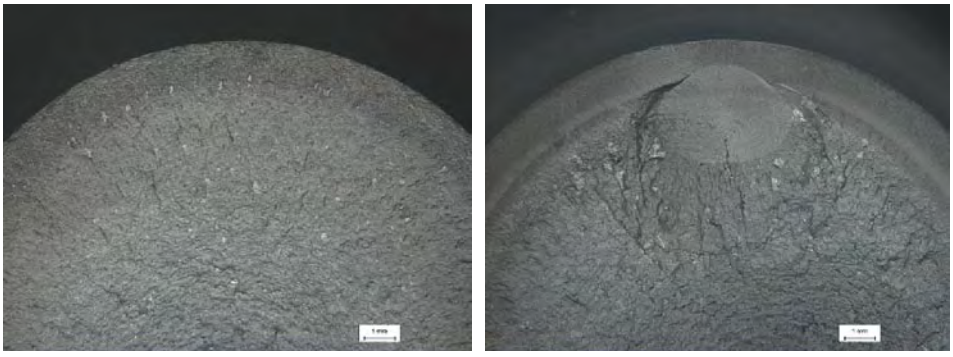
Orsaken till att skadeinitering sker strax under härdzonen är att materialet här har för låg hållfasthet/hårdhet eventuellt i kombination med ogynnsamma dragrestspänningar. Vid ythärdning fås normalt tryckspänningar i det härdade skiktet, vilket är positivt för att motstå utmattning, men dessa tryckspänningar balanseras av dragspänningar under härdskiktet, vilka kan påverka utmattnings prestandan negativt bl a beroende på hur spänningsprofilen ser ut i det aktuella belastningsfallet.

Det har också framkommit i de försök som gjorts att de höga tryckspänningar som normalt erhålles i ytskiktet efter induktionshärdning ej gått att åstadkomma hos sätthärdade provstavar. Orsaken till detta är ej fullständigt klarlagd. Den mest troliga orsaken är att de ytkolhalter, som erhållits efter sätthärdning, varit på en sådan nivå att den restaustenit som återstår i ytskiktet efter kylning ej medgett tillräcklig volymexpansion av martensiten i ytan. Detta är en av de effekter vid induktionshärdning av konventionella stål för ändamålet som ger uppbyggnad av höga tryckytrestspänningar.

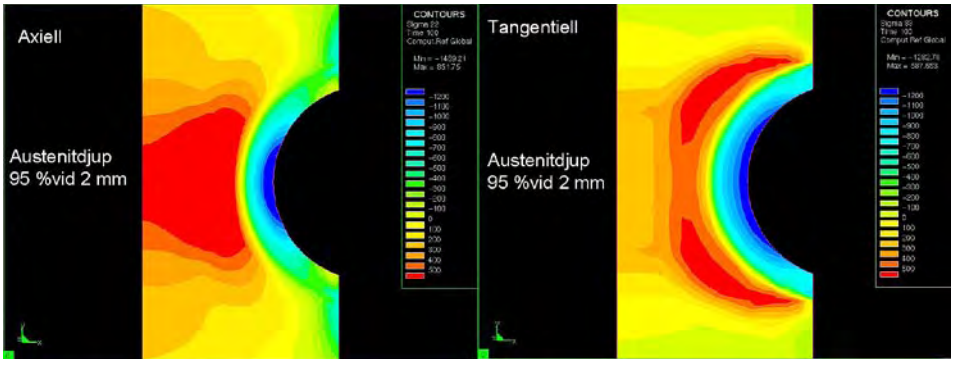
I fallet med en komponent, där ett medelkolhaltigt stål användes, kunde någon förbättrad utmattningshållfasthet inte påvisas. Detta trots att högre hårdhet och bättre mikrostruktur erhölls. En anledning till att resultaten inte blev bättre är troligen att stålsorten som användes innehöll för hög nivå på inneslutningar vilket i kombination med hög hårdhet gör att sprickinitering sker i ytan pga en ökad anvisningskänslighet. Man kunde också se att man vid enbart induktionshärdning av ouppkolad komponent erhöll de förväntade tryckspänningarna i ytan. Hos uppkolade komponenter ficks bara låga tryckspänningar och detta oberoende på hårdheten innan induktionshärdning (vilket skulle kunna ha en inverkan eftersom plasticering av området under härdzonen vid snabba uppvärmningsförlopp, såsom vid induktionshärdning, är en annan mekanism som medverkar till hur tryckspänningar byggs upp i ytskiktet).

Sammantaget har det dock framkommit att en kombination av sätthärdning och induktionshärdning har potential att ge ökad hållfasthet hos ytskiktet hos en komponent. Hur stor denna ökning är kommer att provas i ett nytt projekt där härdzonen kommer att vara djupare och där anlöpningen kommer att ske vid lägre temperatur för att ge högre hållfasthet (hårdhet) djupare ner under ytan. Uppkolningen kommer att göras med en kolhalt som är lägre än 0,6 % för att ge minskad restaustenit i ytan och därmed högre tryckreststpänningar. Dessa åtgärder bör då medföra att brottinitiering flyttas ut till ytan, där initiering och spricktillväxt försvåras och blir fördröjd genom de inbyggda tryckspänningarna.

I den produktionsekonomiska bedömningen som gjordes för komponentfallet kunde det konstateras att den totala kostnadsökningen i det specifika fallet låg mellan 6-8 %. Det kan i vissa fall vara motiverat med en sådan kostnadsökning om det t ex betyder att vikt kan sparas eller att kund- eller lagkrav kan innehållas, framförallt om det innebär att dyr omkonstruktion kan undvikas.



Ytiniterat brott tillvänster vid konventionellt sätthärdad provstav och till höger brott initierat under härdzonen efter härdning enligt kombinationskonceptet



Beräknat restspänningsfält i provstavens anvisning efter genomförd kombinationhärdning

Deltagande parter och kontaktperson

HansHans Kristoffersen,
Projektledare
Värmebehandling AB
Hans.kristoffersen@swerea.se
031-706 60 74

Övriga deltagare

Pelle Olsson	BodycoteSwereaIVF
Joakim Fagerlund	AGA Gas AB
Leif Nordfelt	Atlas Copco Secoroc AB
Staffan Larsson	Finnveden Powertrain AB
Krister Johansson	Scania CV AB
Kristian Berggren	EFD Induction
Erik Sandqvist	Scania CV AB
Ninos Hawsho	Scania CV AB
Patrik Ölund	Ovako
Mats Randelius	Swerea KIMAB
Johan Åslund	Swerea KIMAB

Ytbeskaffenhetens inverkan på resultatet vid nitrokarburering

Nitrokarburering är en ythärdningsmetod som används för förbättrad slitstyrka, utmattningshållfasthet och korrosionsbeständighet samt låg friktion. Form- och dimensionsförändringarna är mycket små. Inom projektet har vi studerat orsaker till problem, kopplade till ytans beskaffenhet, som kan uppstå vid nitrokarburering. Problem som kan uppstå är otillräckliga mekaniska egenskaper hos skiktet, ojämn skikttjocklek och att skiktet inte får den uppbyggnad och hårdhet man eftersträvar. Fokus har varit att studera hur föregående operationer, t ex skär- och tvättprocesser, och ev rester från dessa, inverkar på skiktuppbyggnaden.

Av de provade kommersiella skärvätskorna orsakade samtliga mer eller mindre problem med skikttillväxten, framförallt om skärvätskan torkat in på ytan. Det sistnämnda var mer markant för oljor än för emulsioner. Av de provade kommersiella tvättmedlen orsakade fyra av fem ingen inverkan på skikttillväxten medan den femte medförde ojämn skikttillväxt.

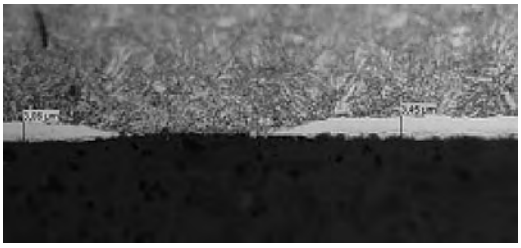
Syfte

Syftet med projektet har varit att studera hur och vid vilka nivåer ingående parametrar som beskriver ytbeskaffenheten inverkar på resultatet vid nitrokarburering och vilka av dessa som inverkar mest. Fokus har varit att studera hur föregående operationer, t ex skär- och tvättprocesser, och ev rester från dessa, inverkar på skiktuppbyggnaden.

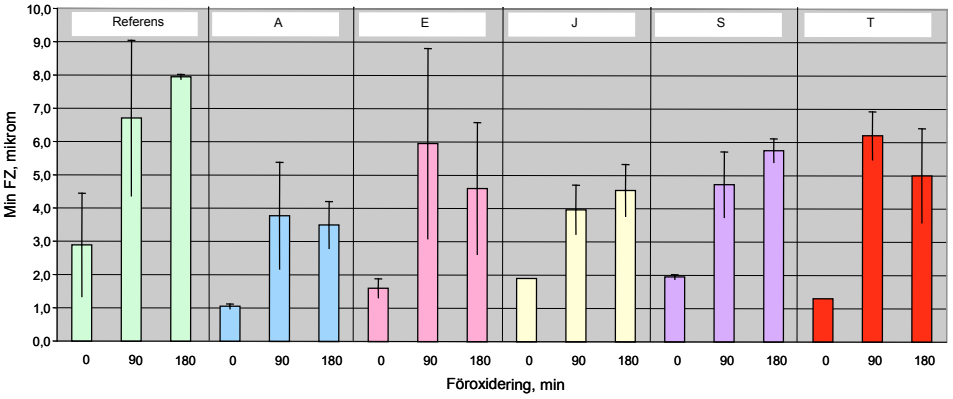
Resultat

- Föroxidering gynnar skiktinitiering och tillväxt vid nitrokarburering (se diagram nedan)
- 180 min föroxidering jämfört med 90 min (400 °C) gav ingen ytterligare positiv effekt på skikttillväxten → tiden för föroxidering kan optimeras
- Föroreningar och rester av kemikalier orsakar problem med skikttillväxt – passiva områden
- Föregående bearbetning med skärvätskor inverkar på skikttillväxten
- Negativ inverkan av S, P (oljor) and Ca, B (emulsioner) hos skärvätskor
- Vissa tvättmedel kan ha en negativ inverkan

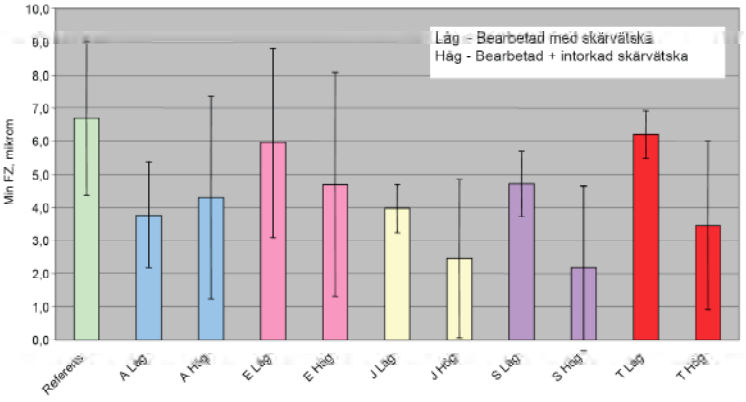
- Negativ inverkan noterades för fosfater och föroreningar
- Plastisk deformation av ytskiktet kan ge minskad skikttillväxt
- Oförstörande provning som utvärderades inom projektet
  - Virvelströmsmätning: fungerar bra för att mäta skikttjockleken efter nitrokarburering under förutsättning att kalibrering görs för aktuellt stål.
  - Elektrokemisk analys provades för att mäta en ytas renhet, men fungerade inte tillräckligt bra. Metoden fungerar för att särskilja en nyslipad och gammal yta.



Nitrokarburerat skikt med passivt område, som inte har fått någon skikttillväxt.



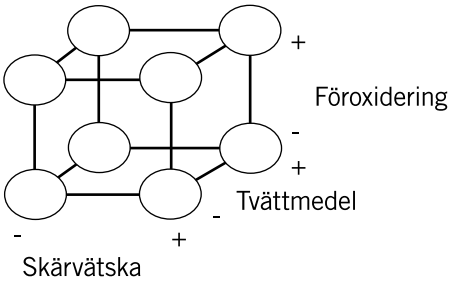
Föroxideringens inverkan på skikttillväxten för olika provade skärvätskor. A, E och J är emulsioner och S och T är skäroljor.



Inverkan av skärvätskor på skikttillväxten vid nitrokarburering. A, E och J är emulsioner och S och T är skäroljor. Föroxidering 90 min vid 400 °C.

Genomförande

Projektet inleddes med en litteraturstudie. Därefter genomfördes en större försöksdel. Försök genomfördes, bl a med SFP, för att identifiera de viktigaste faktorerna som beskriver ytbeskaffenheten. Dels provades separata kemikalier dels gjordes en större försöksserie där fem kombinationer av olika skärvätskor och tvättmedel, som användes hos deltagande företag, provades.



	Låg	Hög
Skärvätska	Bearbetad	Intorkad
Tvättmedel	Nej	Intorkat
Föroxidering	Ingen	90 min

SFP-försök för att studera inverkan av skärvätska, tvättmedel och föroxidering.

Provprepareringen utfördes genom att provstavar i stål SS2244 svarvades med aktuell skärvätska/-olja. För att motsvara hög nivå enligt SFP fick skärvätska och/eller tvättmedel torka in på ytan.

Nitrokarbureringen utfördes vid 580 °C i 45 min i en atmosfär av 35 % NH_3, 5 % CO_2 och 60 % N_2. Föroxidering utfördes i luft vid 400 °C i 0, 90 eller 180 min.

Ytorna analyserades optiskt samt med GDOES före och efter föroxidering samt nitrokarburering. Kemikalierna analyserades med ICP (Inductively Coupled Plasma). De nitrokarburerade skikten utvärderades visuellt i mikroskop.

Försök genomfördes för att utvärdera specifika kemikalier/additiv som används i skärvätskor och tvättmedel, t ex S, P och B. Tillsatta kemikalier provades på en ”normal” nivå och en nivå som var 10 gånger högre. I princip alla provade tillsatser hade en negativ inverkan på skikttillväxten.

Projekteffekter

Renhet för nitrokarburering är avgörande för skiktets egenskaper. Föregående operationer som skärande bearbetning och tvättoperationer inverkar på efterföljande värmebehandling. För att säkerställa ett bra resultat är det nödvändigt att ha kontroll på sin tvättprocess, vad det är som ska tvättas bort, och vid behov införa t ex ytterligare sköljsteg.

Deltagande parter och kontaktperson

AGA Gas AB
Atlas Copco Secoroc AB
Bodycote Värmebehandling AB
Nordic Lubricants AB (Castrol)
Finnveden Powertrain AB
Parker Hannifin AB
Volvo Construction Equipment Components AB
Volvo Powertrain AB
Swerea Kimab
Swerea IVF

Projektledare
Eva Troell
Swerea IVF
E-post: eva.troell@swerea.se
Telefon: 031-7066077

Industriell projektledare
Mikael Fällström
Bodycote Värmebehandling, Älvsjö
E-post: mikael.fallstrom@bodycote.se
Telefon: 08-55 62 07 57

Modern skärteknisk utbildning

God kunskap i skärande bearbetning är viktigt för svensk tillverkningsindustri och för en god rekrytering av kunniga ingenjörer. Idag är många kurser baserade på ett utbildningskoncept från 1970-talet. Kurser inom ämnesområdet för fortbildning på en högre nivå saknas eller är föråldrade. Detta projekt har skapat en modern och intresseväckande kurs i skärande bearbetning för kunskapsspridning både till universitetens grundutbildning och för fortbildning av redan yrkesverksamma ingenjörer och tekniker. Kursen är utvecklad av de medverkande högskolorna i nära samverkan med de medverkande industriparterna.

Syfte

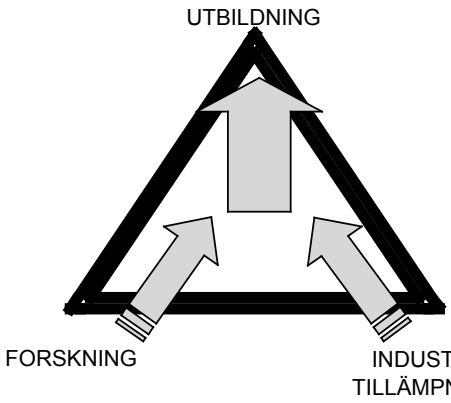
Öka kunskapen om skärande bearbetning för nyutbildade ingenjörer och för redan yrkesverksamma ingenjörer i svensk tillverkningsindustri. Göra skärande bearbetning intressant och populär.

Förväntat resultat

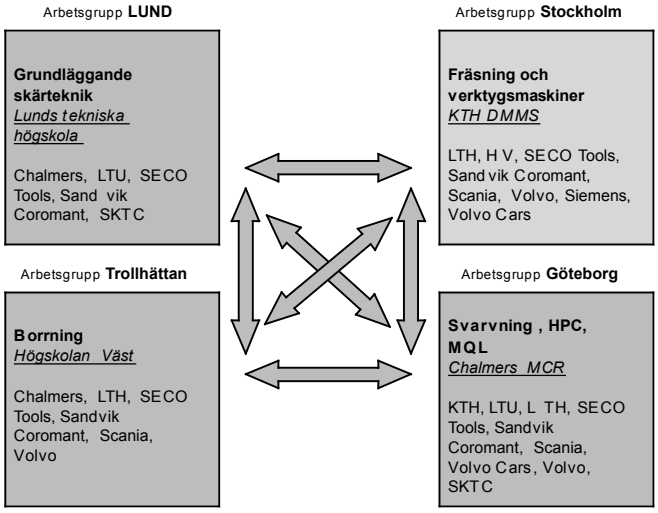
1. Utveckla ett nivågrupperat kurskoncept inom skärande bearbetning användbart för högskolor och industrin för att på ett intresseväckande sätt höja kunskapen inom bearbetningsteknik inom svensk verkstadsindustri.
2. Använda modern simuleringsteknik för att visualisera processer och förlopp inom skärtekniken.
3. Skapa ett starkt nationellt nätverk mellan högskolor och verkstadsindustri med kunskapsutveckling inom skärteknik som verksamhetsområde.
4. Efter projektets avslut etablera en samarbetsform för att vidareutveckla och uppdatera kurskonceptet under en tioårsperiod.

Genomförande

Utvecklingen av kursmomenten har genomförts i fyra olika arbetsgrupper som leds av Chalmers, KTH, Lunds tekniska högskola och Högskolan Väst. Grupperna är direkt anslutna till forskningsaktiviteter inom respektive område på de fyra högskolorna.



I dessa arbetsgrupper är också företagsparterna aktiva. Projektledare är Chalmers MCR (Hans-Börje Oskarson) och projektet leds av en styrgrupp med Scania som ordförande (Kurt Forsberg).



Hemsida
http://msu.iip.kth.se

Resultat

Projektet inleddes med en kartläggning av

- existerande kurser inom området skärande bearbetning.
- Kunskaps- och utbildningsbehovet som företagen har inom bearbetningsteknik.

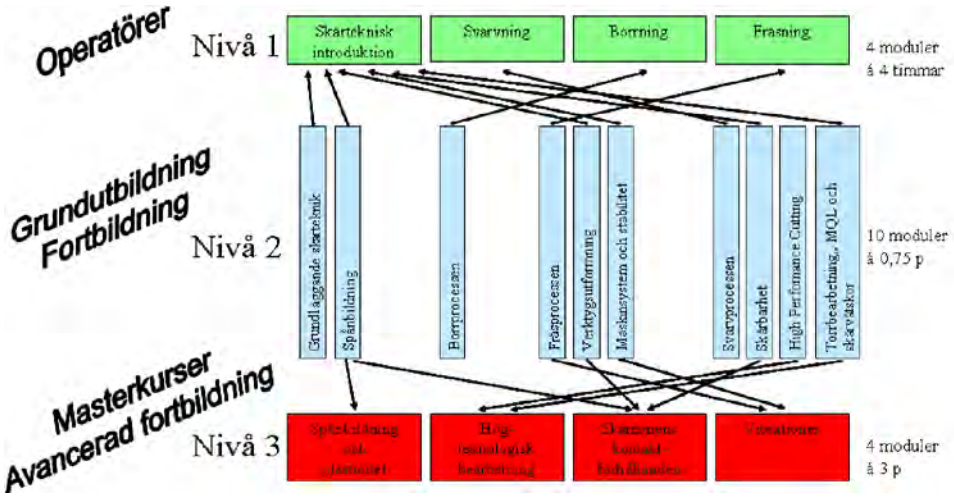
Nomenklatur och enheter för utbildningen är fastställda.

Ett utbildningskoncept är beslutat av styrgruppen. Modern skärteknisk utbildning är modulindelad i tre olika kunskapsnivåer.

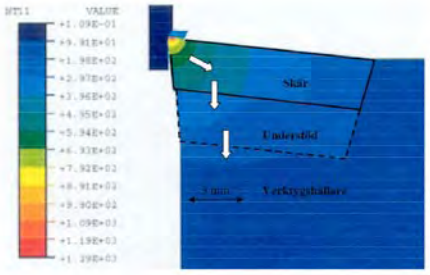
Nivå 1: Fyra olika utbildningsmoduler. Var modul har en omfattning av 4 lektionstimmar. Målgruppen är maskinoperatörer.

Nivå 2: Tio olika utbildningsmoduler. Var modul har en omfattning av 0,75 högskolepoäng. Målgruppen är studenter inom grundutbildningen för ingenjörer och fort- och vidareutbildning av produktionstekniker.

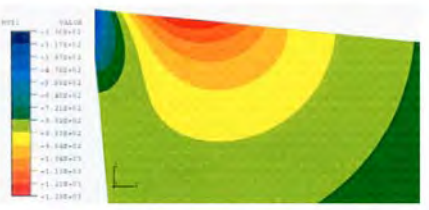
Nivå 3: Fyra olika utbildningsmoduler. Var modul har en omfattning av 3 högskolepoäng. Målgruppen är studenter på mastersprogram, doktorander och fort- och vidareutbildning av kvalificerade produktionstekniker.



Beräknad temperatur i skärverktyget m.h.a. FEM



Beräknad temperaturfördelning i ett 2-dimensionellt snitt med värmeflöde till skärets understöd och vidare i verktygshållaren.



Exempel på beräknad temperatur-fördelning med FEM baserad på mätta skärkrafter.

Källa: Sturesson P-O (1998)

© Jan-Eric Ståhl
Industriell Produktion

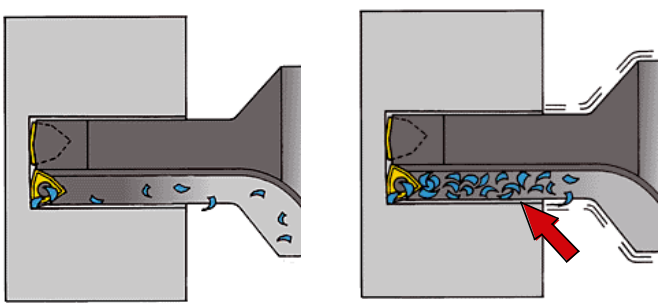
MERA skärteknik

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

Historik
Definition
Introduktion
Borrmetoder
Produktivitet
Kvalitet
Håltyper
Hålkvalité
Maskiner
Mekanik Borrning
Spiralborr
Vändskärsborr
Pipborr
Ejectorborr

Vändskärsborr

- Spånbildningsproblem, Kortaspånor



- Öka kylvätsketrycket och flödet
- Minska skärhastigheten
- Minska matningen

M S U | B o r r n i n g 1 3

© M S U 2006

Exempel på några utbildningssidor från utbildningsmaterialet

Deltagande parter och kontaktpersoner

Scania CV	Kurt Forsberg (ordf.)	kurt.forsberg@scania.com
AB Volvo	Johnny Falk	johnny.falk@volvo.com
Volvo Cars	Håkan Sterner	hsterner@volvocars.com
Sandvik Coromant	Mikael Lundblad	mikael.lundblad@sandvik.com
SECO Tools	Håkan Stenmark	hakan.stenmark@secotools.se
Siemens Ind. Turbomachinery	Pajazit Andovic	pajazit.avdovic@siemens.com
Skärteknikcentrum Sverige AB	Åke Ahlström	ake.ahlstrom@skarteknikcentrum.nu
Chalmers/MCR	Hans-Börje Oskarson	hans-borje.oskarson@chalmers.se
KTH/DMMS	Mihai Nicolescu	mihai@iip.kth.se
Lunds tekniska högskola	Jan-Eric Ståhl	jan-eric.stahl@mtov.lth.se
Luleå tekniska universitet	Lars-Erik Lindgren	lars-erik.lindgren@cad.luth.se
Högskolan Väst	Tomas Beno	tomas.beno@htu.se

Analys och optimering av skärvätskor inom Processvätskecentrum

Specifikt avser vi i projektet att öka kompetensen avseende samband mellan miljöanpassade skärvätskor och processdata inkluderande funktionalitet i bearbetningsprocessen samt att ha gemensamt strukturerat och utrett ett antal viktiga frågeställningar avseende regelverk, anläggningsutformning och rening, förbättrad arbetsmiljö, minskad miljöpåverkan och teknik/system/metoder för kontroll av mikroorganismer.

Genom projektets breda deltagande av företag och universitet utvecklas samarbetet inom processvätskeområdet samtidigt som tillverkningsindustrins beställarkompetens stärks och ny samlad kunskap utvecklas. Projektet syftar till att examinera forskarstuderande med tvärvetenskaplig kompetens inom området och att implementera ny kunskap i grundutbildning inom högskolan och i fortbildning för yrkesverksamma. Genom projektet etableras en samordnad FoU-aktivitet som kan länkas strategiskt till andra initiativ inom området.

Syfte

Inom verkstadsindustrin används processvätskor i princip i alla bearbetningsoperationer. Rätt användning och hantering av dessa produkter är viktiga faktorer för en god produktivitet och för minskade kostnader. Nya krav ställs ständigt på dessa processvätskor som förbättrad arbetsmiljö, miljöanpassad hantering och minskade totalkostnader samtidigt som kraven skärps när det gäller bearbetningsprestanda för nya bearbetningsteknologier och svårbearbetade arbetsmaterial. Att utveckla miljöanpassade processvätskor och hanteringssystem för ökad konkurrensförmågan för svensk verkstadsindustri kräver forskningsinsatser i kombination med tillämpade utvecklingsprojekt för industrin. Detta projekt innefattar arbete med inriktning på analys och optimering av framtida processvätskor. Syftet med projektet är att stärka en gemensam kunskapsbas hos svensk fordonsindustri, övriga teknikföretag och leverantörsföretag.

Målet med projektet är att ha sammanfattat denna bas i ett gemensamt utbildningsmaterial och att ha utvecklat metodik och fördjupad kunskap när det gäller utvärdering av framtida processvätskor för avverkande metallbearbetning.

Särskilt avser vi i projektet att öka kompetensen avseende samband mellan miljöanpassade skärvätskor och processdata inkluderande funktionalitet i bearbetningsprocessen samt att ha gemensamt strukturerat och utrett ett antal viktiga frågeställningar avseen-

de regelverk, anläggningsutformning och rening, förbättrad arbetsmiljö, minskad miljöpåverkan och teknik/system/metoder för kontroll av mikroorganismer.

Specifika mål för projektet är:

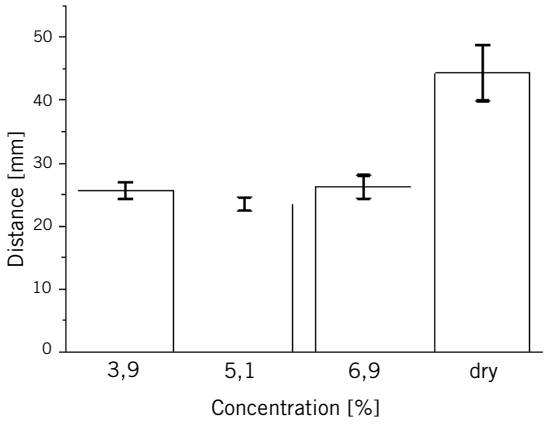
- att ha utvärderat förutsättningar för framtida skärvätskor som t ex bor- och biocidfria alternativ, syntetiska vätskor etc;
- att ha utvärderat och föreslagit miljöanpassade tillsatser till processvätskor med beaktande av anläggnings- och systemhanteringskrav i syfte att ge vätskorna en ekonomisk livslängd.
- att ha utvärderat och fastställt kritiska parametrar avseende processvätskors prestanda vid skärande bearbetning;
- att ha fastställt lämpliga nivåer för kritiska skärvätskeparametrar samt föreslagit en maximal tillåten variation.

Resultat

Inledningsvis har en förstudie genomförts och problemställningar hos samtliga deltagande företag har sammanställts genom systematisk kartläggning. Denna kartläggning har inriktats specifikt mot problemställningar för processvätskeanvändare och processvätskeleverantörer. Resultaten av förstudien ligger till grund för arbetet som sedan har genomförts. I en del av projektet pågår ett kartläggningsarbete avseende system- och anläggningsfrågor. Ett verktyg för sådan kartläggning har framtagits och finns tillgängligt via web-portal (KTH-DMMS). Kartläggningen sker annars främst genom internseminarier där även externa experter bjuds in för att bryta frågeställningar med projektgruppen. Internseminarier har genomförts med projektgruppen avseende bor- och biocidfria alternativ, arbetsmiljö och anläggningsfrågor samt återvinningsaspekter.

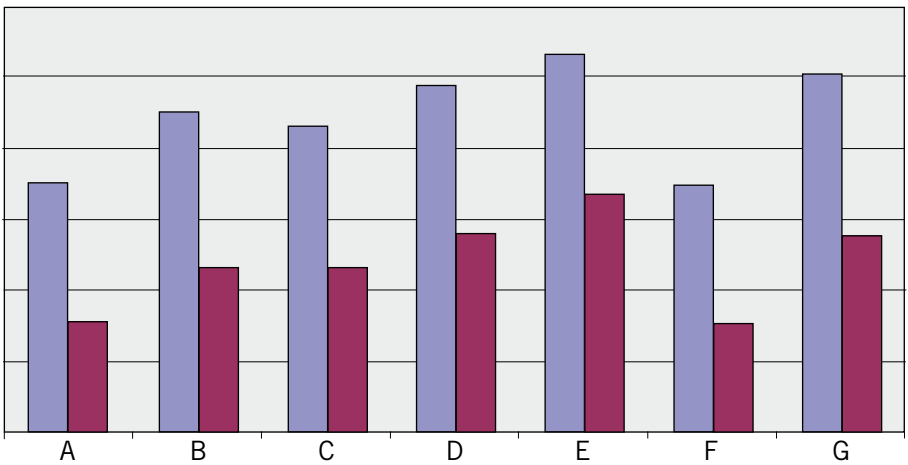
I den andra delen av projektet sker studier av ranking av skärvätskor i laboratorium. Ett alternativt test för utvärdering av skärvätskors funktion har framtagits. Testet har visat på möjligheten att rangordna skärvätskor vid ett och samma försök med varierande skärhastigheter. Det har visat sig att positionen där så kallad löseggsbildning uppträder är så skarp att denna kan kopplas till processparametrar, se t ex Figur 1 nedan.

Provmaterial för jämförande rangordningsprov har levererats av SKF och Volvo Cars. Rangordningsstudier genomförs genom deciderat gängningsprov (tapping torque test) av Henkel i samverkan med Chalmers. Vid Chalmers sker borrprov för livlängdstest och mha av KTH sker ytterligare tester. I proven utvärderas både friktionsföhållanden, krafter och verktygsförslitning. Skärvätskeleverantörerna svarar för vätskor som ingår i testerna. Exempel på resultat ges i Figur 2. Figuren visar skärkrafter vid borrning i provmaterial med olika skärvätskor. Från figuren kan man se variationen mellan dessa skärvätskor.



Figur 1. Avstånd från periferi mot centrum längs ändsvarvad yta där löseggsbildning uppstår. Jämförelse mellan torrbearbetning och bearbetning med skärvätska med varierande koncentration.

Vidare sker även en kartläggning av skärvätske- och anläggningsdata i samverkan mellan KTH, Chalmers och AB Volvo. I samverkan med Scania har en kartläggning om anläggningsfrågor inletts.



Figur 2. Avkodade resultat från utvärdering av skärvätskors funktionalitet. Staplarna avser uppmätta skärkrafter vid borrning i provmaterial med vätskorna A-G. Inga enheter anges på staplarna.

Genomförande

Projektledning och vetenskapligt ansvar innehas av Chalmers genom dess centrumbildning MCR (Metal Cutting Research and Development Centre). Sökande fordonsföretag inom MERA och sammanhållande för industrin är Scania CV AB. Övriga fordonsföretag är Volvo Car Corporation och AB Volvo. Övrig akademisk part är

DMMS-KTH. Projektets övriga industriparter utanför MERA-ramen är AB Sandvik Coromant, SKF Sverige AB, AB Svenska Shell, Henkel Norden AB, AAK/Binol, Nordic Lubricants AB (Castrol), Tool Center Försäljnings AB samt Alfa Laval Tumba AB.

Sökande och industrisamordnare är Kurt Forsberg, Scania CV AB. Projektkoordinator är Lars Nyborg, Chalmers. För projektet finns det en styrgrupp med representanter från parterna för projektstyrning och uppföljning. Projektet engagerar en heltidsdoktorand vid Chalmers och delar av en doktorand vid KTH.

MCR – Metal Cutting Research and Development Centre – är ett kompetenscentrum inom området metallers bearbetning. MCR har inom området material- och ytteknologi en stark ytteknikkompetens inkluderande tillämpad ytanalys (kemi, yttopografi, etc), och generella yttekniska frågeställningar avseende materials interaktion med olika media inkl. t ex korrosion.

Deltagande forskare och resurser:

Professor Lars Nyborg, projektledare och handledare

Hans-Börje Oskarson, bearbetningsteknisk expertis

Varun Nayyar, doktorand

examensarbetare och forskningsingenjörer

KTH bildat utbildnings- och forskningscentret Design and Management of Machining Systems – DMMS vid skolan för industriell teknik och management. DMMS har tillkommit genom ett gemensamt initiativ från KTH, Scania och Sandvik Coromant. DMMS arbetar med tillverkningsprocesser, tillverkningssystem, virtuellt och digitalt stöd för produktionsutveckling och drift samt arbetsmetodik. I detta projekt arbetar DMMS med system- och anläggningsrelaterade frågeställningar.

Deltagande forskare och resurser:

Professor Mihai Nicolescu, expertis inom bearbetning och produktionssystem/maskinsystem

Lorenzo, Daghini, doktorand

Övriga forskare och forskningsingenjörer vid behov.

Vid Institutionen för Kemi- och bioteknik, Chalmers, finns forskare som fokuserar korrosion, miljökemi samt industriell materialåtervinning. Den ytteknologisk expertisen vid MCR kompletteras därmed genom tillgång till expertis avseende karakterisering som t ex metallförekomst, jonkoncentrationer, samt återvinningsfrågor.

Deltagande forskare och resurser:

Professor Lars-Gunnar Johansson, oorganisk miljökemi

Forskningsingenjörer mm som utför tester vid behov.

Projektet är etappindelat. Denna etappindelning gäller för båda delarna enligt ovan. Första etappen (t o m månad 12) avser metod- och kunskapsutveckling. Andra etappen (t o m månad 24) avser tillämpning av metodik/utvärdering på potentiellt intressant framtida processvätskor genom olika skärtekniska försök och kompletterande utvärderingar samt syntes av kunskap från internseminarier avseende system/anläggningsfrågor/hanteringsproblematik. Tredje etappen (t o m månad 30) avser implementering av projektresultat och generell kunskap i gemensamt utbildningsmaterial. Slutmålet med projektet är leverans av en gemensam kompetensplattform för fortsatt FoU och kompetensutveckling.

I projektet deltar doktoranderna Lorenzo Daghini vid KTH och Varun Nayyar vid Chalmers. Daghini avlade licentiatexamen våren 2008 inom området och Nayyar kommer att avlägga licentiatexamen vid årskiftet 2008/2009.

Projekteffekter

Genom projektets breda deltagande av företag och universitet utvecklas samarbetet inom processvätskeområdet samtidigt som tillverkningsindustrins beställarkompetens stärks och ny samlad kunskap utvecklas. Projektet syftar till att examinera forskarstuderande med tvärvetenskaplig kompetens inom området och att implementera ny kunskap i grundutbildning inom högskolan och i fortbildning för yrkesverksamma. Genom projektet etableras en samordnad FoU-aktivitet som kan länkas strategiskt till andra initiativ inom området.

Genom projektet stärks därmed en tvärvetenskaplig FoU-samverkan som är nödvändig för projektets komplexa frågeställningar. Även om projektet har en nationell bas bör noteras att deltagande leverantörsföretag inom ramen för projektet kopplar upp till sina globala nätverk internt och externt. Projektet har sålunda en fördel av en stark internationell koppling och tillgång till expertis för de komplicerade frågeställningar som studeras. Möjligheterna till implementering och kvalitetssäkring av nya processvätskor förstärks därmed.

Projektet har gett ett antal spin-off effekter redan. Rangordningsstudierna visar på samstämmighet när det gäller olika skärbarhetstestmetoder. Arbetsmiljöfrågor har diskuterats och lett till ett möjligt närmande till Sahlgrenska Universitetssjukhuset. Chalmers satsning inom industriell materialåtervinning kan även vara av intresse. Intressanta tekniska lösningar för att kontrollera mikroorganismer i skärvätskor har

identifierats genom internseminarierna. Eventuellt kommer dess att utvärderas ytterligare inom projektet.

Upplägget med att driva en interseminarieserie parallellt med ett fördjupat FoU-arbete har visat sig vara mycket bra för att hantera ett brett kunskapsbehov samtidigt med krav på leverans av forskningsresultat i frontlinjen. Arbetssättet kan rekommenderas generellt för industriella samverkansprojekt.

Projektet vilar vidare på en nyskapad nationell bas genom etableringen av Processvätskecentrum. De allra flesta företagen inom Processvätskecentrum deltar i projektet, dock inte alla. Nätverket som finns inom Processvätskecentrum innebär att det finns goda förutsättningar för vidare spridning av resultat och erfarenheter från projektet. Särskild plattform för resultatspridning är därför etablerad redan innan projektstart. *När det gäller Processvätskecentrum finansieras detta och drivs oberoende av projektet.* Synergier är dock tydliga. Processvätskecentrum har formerats oberoende av projektet och kommer att verka för att t ex initiera kompletterande FoU-aktiviteter.

Deltagande parter och kontaktperson

Sökande och industrisamordning:
Kurt Forsberg
Production Engineering, Consulting
Industrial Development
Scania CV AB
151 87 Södertälje
Tel: +46 8 553 855 91
E-post: kurt.forsberg@scania.com

Projektkoordinator och vetenskaplig ledare:
Professor Lars Nyborg
Chalmers tekniska högskola
MCR, c/o Institutionen för material- och tillverkningsteknik
412 96 Göteborg, Sweden
Tel: +46 31772 1257
E-post: lars.nyborg@chalmers.se

KTH-DMMS
Institutionen för industriell produktion – Professor Mihai Nicolescu

Användare med kontaktpersoner
Scania CV AB – Kurt Forsberg
SKF Sverige AB – Lars Arvidsson

AB Sandvik Coromant – Göran Mårtensson
Volvo Car Corporation – Håkan Sterner
Volvo Powertrain AB – Petri Anttila
Volvo Technology AB – Martin Kurdve

Leverantörer med kontaktpersoner
Nordic Lubricants AB (Castrol) – Mats Johnsson
AB Svenska Shell – Mats Enmark
ToolCenter Försäljnings AB – Hans Landberg
Henkel Norden AB – Kenneth Andersson
Alfa Laval Tumba AB – Staffan Holm
AAK/Binol – Thomas Kandell

KUGG

Kuggväxlar är och kommer alltid att vara viktiga delar av fordons transmissioner, oberoende av vilken energikälla som utnyttjas. Orsaken till det är bl a att kuggväxlar har en mycket god verkningsgrad. Genom att behålla tillverkningen av kugghjul i landet, bedöms svenska fordonstillverkare och andra högpresterande maskintillverkare ha den bästa förutsättningen att lyckas i en internationell konkurrens. Det övergripande målet med projektet KUGG är att se till att avancerad tillverkning av kugghjul fortsättningsvis sker i Sverige. För att lyckas med det kommer kunskap om kuggtillverkning att förbättras både industriellt och akademiskt med hjälp av följande tre huvudaktiviteter: Nätverksaktiviteter, Forsknings- och utvecklingsaktiviteter samt Utbildningsaktiviteter.

Syfte

Syftet med projektet KUGG är att skapa förutsättningar för att avancerad tillverkning av kugghjul fortsättningsvis kan utföras i Sverige.

Förväntat resultat

Ökad produktivitet och ökad kompetens och kunskap om kuggtillverkning förväntas som resultat både industriellt och akademiskt. De konkreta mål, som har formulerats, är i första hand baserade på de aktiviteter som kunde förutsägas vid projektets start. De konkreta målen är att:

Identifiera och utvärdera ’flaskhalsar’ och slöserier i de kuggproducerande företagens produktion.

Reducera stillestånd hos dyra maskiner med 15 %.

Öka medellivslängden hos dyra skärverktyg såsom hobbar med 25 %.

Reducera antalet stopp, orsakade av felaktig förbehandling av verktyg, med 50 %.

Genomförande

För att lyckas med målsättningen har projektledningen bedömt att det krävs att följande tre huvudaktiviteter initieras och bedrivs i projektet, nämligen:

1. Nätverksaktiviteter. Att se till att det finns ett nätverk för svenska kuggtillverkare, deras kunder och underleverantörer.

2. Forsknings och utvecklingsaktiviteter. Att initiera och utföra forsknings- och utvecklingsaktiviteter i produktionsteknik.

3. Utbildningsaktiviteter. Att utveckla och genomföra utbildning i kugghjulsframställning, som är anpassade till ingenjörer och tekniker på företag samt till forskarstuderande med ambitioner att arbeta med industriuppgifter.

Resultat

Nätverksaktiviteter

Ett nätverk för svenska kuggtillverkare, deras kunder och underleverantörer har successivt förbättrats genom att de personer som arbetar med kuggproduktion träffas och lär känna varandra på KUGG möten och deltar i olika undersökningar och andra aktiviteter inom KUGG projektet. Information av olika slag sprids huvudsakligen via projektets hemsida, där alla som deltar i projektet kan hitta vad som är på gång och vad som har hänt i projektet. Adressen är: www.kugg.itm.kth.se.

11 KUGG träffar har genomförts inom projektet. På några KUGG träffar har inbjudna talare från bl a. Tyskland presenterat relevanta och mycket intressanta föredrag. Antalet deltagare har successivt ökat på träffarna. Den senaste träffen hölls i Köping och hade fokuserades på utbildning. 'Gear Technology Centre' i Köping invigdes.

Forsknings och utvecklingsaktiviteter

Följande delprojekt pågår:

'Ytbehandling och ytbeläggning av verktyg'. Delprojektet leds av T.Dr. Mats Larsson, Primateria AB. Doktoranderna Julia Gerth, Ångströmlaboratoriet, Uppsala Universitet och Mathias Werner, KTH Industriell Produktion arbetar i delprojektet.

'Kartläggning och analys av kuggproduktion'. I delprojektet har en inledande studie genomförts av Mats Bejhem, KTH Industriell Produktion tillsammans med doktoranden Mathias Werner. I vilken omfattning som kugghjul och kuggväxlar tillverkas i Sverige har undersökts av två teknologer från KTH Industriell Ekonomi i ett examensarbete. Ytterligare fyra teknologer har studerat produktionsflödet i företagen Leax och Swepart Transmission. Teknologerna var både från KTH och från LTH. Tre av de fyra är anställda av de företag, där de gjorde sina studier.

'Tillverkning av kugghjul'. Detta delprojekt omfattar följande tre aktiviteter:

Beredning av transmissionsartiklar. Detta område behandlas av industridoktoranden Mats Bagge, Scania. Han beräknas avlägga Lic.examen under 2008.

Funktionell tillverkning av kugghjul. Detta område behandlas av doktoranden Ellen Bergseth, KTH Maskinkonstruktion. Hon förväntas avlägga Lic.examen i slutet av 2008 eller i början av 2009.

Kuggytors egenskaper och tillverkning. Detta område behandlas av Sören Sjöberg, som är industridoktorand vid Volvo Powertrain i Köping.

Utbildningsaktiviteter

Strävan är att utveckla och genomföra utbildning i kugghjulsframställning för ingenjörer och tekniker och operatörer på företag samt för forskarstuderande. Viss utbildning i allmän kuggteknik finns på alla Högskolor men tillverkning av kugghjul nämns knappt på någon Högskola. Utbildningsfrågan har under det senaste året intensifieras. Mart Öhr har anställts vid Swerea IVF för att hålla i denna del mm. Operatörsutbildning kommer att genomföras under 2008 i Köping vid 'Gear Technology Centre'. En kurs i Kuggteknik för doktorander har genomförts vid KTH.

Projekteffekter

En hemsida initierades tidigt i projektet för att sprida relevant information till deltagande företag m.fl. Adressen till hemsidan är: www.kugg.itm.kth.se. Hemsidan har uppgraderats av projektledaren och allt som projektledaren har känt till har noterats.

Elva KUGG träffar har genomförts. De platser, där KUGG träffarna har hållits, är:

Scania, Södertälje
GM Powertrain, Göteborg
Erasteel Kloster, Söderfors
Volvo Powertrain och Leax, Köping
KTH, Stockholm
SwePart Transmission, Liatorp
Scania, Södertälje
Ångströmlaboratoriet, Uppsala
Volvo CE, Eskilstuna
Albin Componets, Kristinehamn
Gear Technology Centre, Köping

Doktoranderna Julia Gerth, Mathias Werner och Ellen Bergseth har gjort verkstadspraktik både på Volvo Powertrain och Scania, för att få bättre industriell förankring och förståelse för industriella problem. Julia och Mathias har utfört vissa bearbetningsförsök tillsammans. De har även gjort en undersökning av skador på hobbar, som har använts på några av de medverkande företagen.

Industrirelevansen i forskningsverksamheten har förstärkts med de två industridoktoranderna Mats Bagge och Sören Sjöberg, som deltar i projektet.

Flera genomförda examensarbeten i produktionsteknik har lett till anställning vid de företag där studierna har genomförts.

Under 2008 kommer utbildning för operatörer att genomföras i Köping vid 'Gear Technology Centre'. Inledande iordningställande av lokaler och maskiner har genomförts och en pilotkurs har hållits. En doktorandkurs i Kuggteknik har genomförts på KTH.

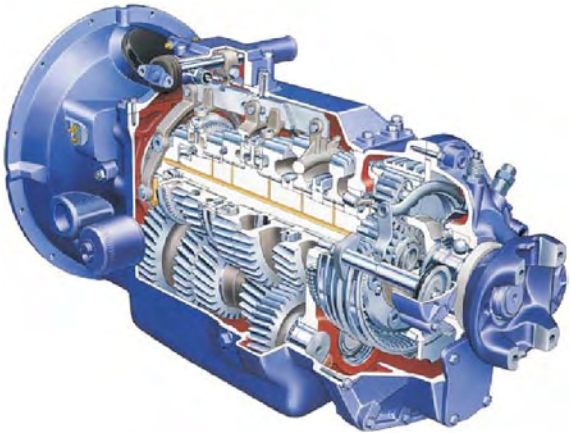
Deltagande partners och kontaktpersoner

Följande partners deltar i KUGG projektet

Företag	**Kontaktperson**
Scania CV AB	Ulf Bjarre
Volvo Powertrain Sweden AB	Shiva Käck
Volvo Construction Equipment AB	Mats Andersson
GM Powertrain Sweden AB	Ulf Svensson
Albin Components AB	Robert Johansson
SwePart Transmission AB	Hans Hansson
Leax AB	Åke Zetterberg
SVA AB	Jan Svensson
Erasteel Kloster AB	Johan Ahlberg
Meritor HVS AB	Ulrica Hellsten
Primateria AB	Mats Larsson
Swerea IVF	Mart Öhr
Akademi	
KTH Industriell Teknik och Management	Sören Andersson
Ångströmlaboratoriet, Uppsala Universitet	Sture Hogmark
Övriga deltagande företag	
Getrag	Joakim Johansson
Oerlikon Balzers	Susanna Weinberger
Ionbond	Greger Håkansson
Höganäs AB	Anders Flodin

Kontaktpersoner för projektet

Ordförande för projektet: Ulf Bjarre, Scania AB
Projektledare: Sören Andersson, KTH Maskinkonstruktion
Kontaktperson vad gäller utbildning: Mart Öhr, Swerea IVF AB
Kontaktperson vad gäller ytbehandling: Mats Larsson, Primateria AB



Kuggväxel

En belagd hobb för kuggfräsning

KUGG möte den 24 augusti 2006

MERA-konferens 2008

Fogning och formning av plåt

Metoder för modellering och simulering av process för samtidig formning och härdning av borstål

Projektets mål är att utveckla material- och processmodellering för att med hög precision kunna prediktera slutlig form, materialstruktur och materialegenskaper vid utveckling av nya processtekniker och komponenter i presshärdat ultrahöghållfast borstål. Speciellt studeras värmeövergången som sker mellan den varma plåten och kalla verktygen vid samtidig formning och härdning. En experimentell utrustning är framtagen för att kunna testa olika processparametrar inverkan på värmeövergången. Resultat ifrån experimenten tillsammans med inversmodellering används för att ta fram en modell för värmeöverföringen som används vid termomekaniskt kopplade formningssimuleringar.

Syfte

Modern process- och produktutveckling förlitar sig mer och mer på numeriska simuleringar. Detta gäller även presshärdningstekniken där en ständig utveckling sker av beräkningsverktygen för bl a formningssimuleringar. Ett område där mycket lite är gjort och publicerat är beskrivningen av värmeöverföringen mellan den varma plåten och kalla verktygen som detta projekt speciellt inriktar sig på. Värmeöverföringen är en nyckelprocess inom presshärdningen som påverkar materialets mekaniska egenskaper under och efter formningen, materialstruktur samt slutlig form på produkten. Syftet med detta projekt är att ta fram en modell som beskriver värmeöverföringen som kan användas i termomekaniskt kopplade FE-simuleringar för att noggrannare prediktera den slutliga produktens mekaniska och mikrostrukturella egenskaper samt slutgiltig form. Dessa kan sedan användas för noggrannare beskriva en komponents egenskaper vid t ex krocksimulering av en hel bil.

Resultat

Projektet har resulterat i att en provutrustning och metodik har utvecklats där olika processparametrar effekt på värmeöverföringen kan testas. Exempel på processparametrarna är plåtkvalité, kontakttryck och ytstruktur. Utrustningen är relativt robust och ger god repeterbarhet. De experimentella resultaten tillsammans med numerisk inversmodellering används för att bestämma värmeövergångstalet som funktion av de olika processparametrarna. Slutsatser om värmeövergångstalet som tidigare antagits, t ex

tryckberoendet, materialberoendet etc har bekräftats i detta projekt. Resultaten har implementerats som en rutin till det olinjära FE-programmet LS-Dyna och kan användas vid termomekaniskt kopplade formningssimuleringar vid Gestamp HardTech.

Genomförande

Provutrustningen som utvecklats inom ramen för detta projekt består enkelt utav en varm plåtbit som pressas mellan två kalla verktyg, se bild 1. Under kylning och härdning mäts temperaturresponsen i verktygen. Denna temperaturrespons används vid numerisk inversmodellering för att bestämma värmeövergångstalet genom att återskapa provresultaten i en termomekaniskt kopplad FE-beräkningsmodell. I bild 2 framgår resultatet ifrån inversmodelleringen där ett normaliserat värmeövergångstal presenteras som funktion av kontakttryck och plåtkvalitet. Dessa resultat används i en ny subrutin i LS-Dyna som beskriver värmeövergångstalet som funktion av olika processparametrar.

Bild 1. Provutrustning

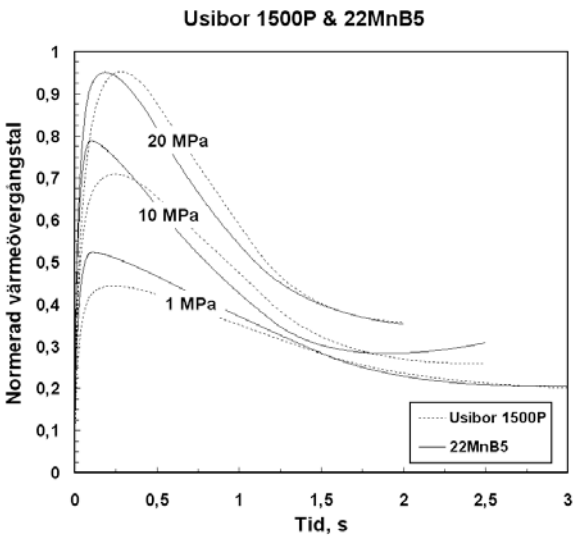


Bild 2. Normerat värmeövergångstalet som funktion av olika processparametrar (22MnB5=obelagt borstål, Usibor 1500P=AlSi belagt borstål)

Projekteffekter

Projektet har resulterat i att kunskapen om vad som påverkar värmeövergångstalet och att noggrannheten i de termomekaniska formningsanalyserna har ökats. Även fräsningen av formdelarna till presshärdningsverktygen har modifierats vilket ger en robusta-

re inkörning av ett nytt verktyg. Den utvecklade subrutinen i LS-Dyna som beskriver värmeövergångstalet som funktion av olika processparametrar är också implementerad i beräkningsmiljön på Gestamp HardTech.

Deltagande parter och kontaktperson

Projektledare Jan Krispinsson, Forskningschef, Gestamp HardTech
jan.krispinsson@hardtech.gestamp.com
0920-47 42 00

Mats Oldenburg, Professor Hållfasthetslära, LTU
mats.oldenburg@ltu.se
0920-49 10 00

Per Salomonsson, Doktorand Hållfasthetslära, LTU
per.salomonsson@ltu.se
0920-49 10 00

Kostnads- och ledtidsbesparande verktygstillverkning för fordonsindustrin

De allt högre produktkraven som minskad vikt, bättre säkerhet, lägre emissioner, har lett till att fler karosseri-/och hyttkomponenter måste tillverkas i avancerade höghållfasta plåtmaterial. Detta har i sin tur resulterat i ett kraftigt ökat verktygsslitage i våra pressverkstäder. Samtidigt blir produktlivslängden kortare och seriestorlekarna mindre vilket innebär att färre antal produkter ska bära kostnaden för verktygsframtagningen. Genom detta projekt kan ett paket av lösningar presenteras för att möta dessa industriella utmaningar. Ledtid och kostnad reduceras med nya strategier för val av material, härdmetoder, verktygsytor och ytbeläggningar. Beräkningar visar att ledtid och kostnader kan reduceras upp till 60 % resp 30 %. Reduktionen är beroende på detaljkomplexiteten.

Syfte

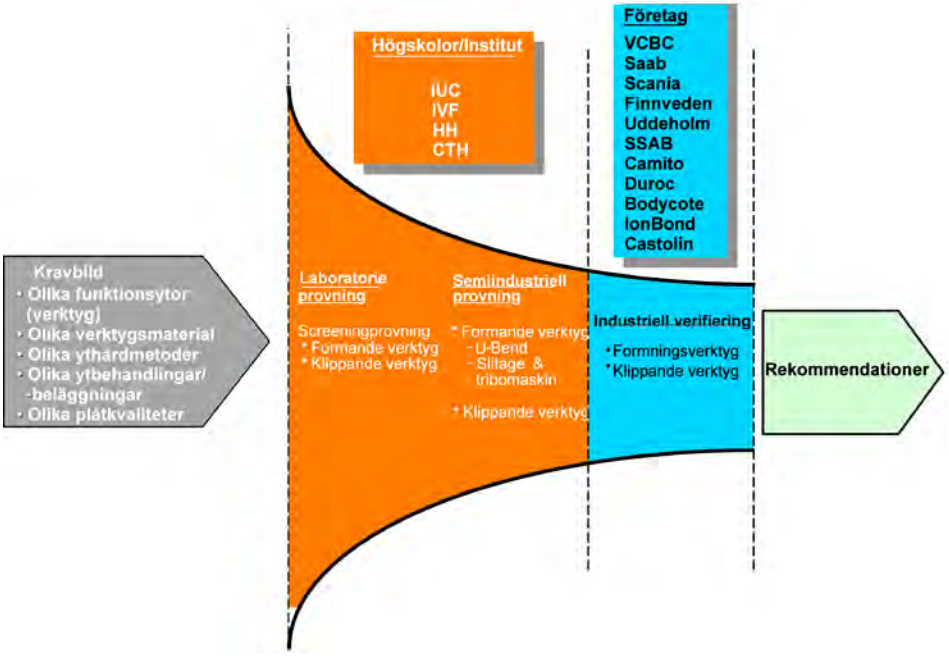
Verktyg står för en stor del av den globala produktframtagningen. År 2000 omsattes 580 000 miljoner USD i verktyg globalt. Fordonsindustrin står för en stor del av denna summa. Den totala kostnaden för pressverktyg till en ny bilmodell, dvs. formande och klippande verktyg för framtagning av karosser och hytter, uppgår till 100-140 miljoner USD. Pressverktyg utgör m a o en stor investeringskostnad vid framtagning av nya bil-/hyttmodeller.

Produktlivslängden blir allt kortare. För bilar har den beräknade produktlivslängden minskat från 7 till 5 år. Alltfler modeller ska marknadsintroduceras allt snabbare. Time-to-Market blir kortare, detta ställer stora krav på fordonsindustrins förmåga att utveckla nya modeller på kortare tid. Verktygsframtagningen utgör en stor del av produktframtagningstiden.

Syftet med detta projekt är att kartlägga kostnads- och ledtidsbesparande ”guidlines”/ verktygskoncept för formande och klippande plåtbearbetningsverktyg.

Genomförande

Tre olika steg har gjorts för att förbättra dagens verktygsstandarder i detta projekt. Syftet är att snabbt och på ett kostnadseffektivt sätt begränsa antalet möjliga alternativ. Stegen är, laboratorieprovning, semiindustriella tester samt industriella verifieringar, se Figur 1



Figur 1. Valt tillvägagångssätt

Utifrån en kravbild samt olika funktionsytor (verktygsytor), möjliga verktygsmaterial, ythärdningsmetoder och ytbehandlingar/-beläggningar mm. genomfördes ett screeningsarbete (laboratorieprovning) för att finna möjliga laboratoriemässigt fungerande lösningar för formande och klippande verktyg. I nästa steg genomfördes semiindustriella försök (U-bocks- och klipprovning) som var mer komplicerade och verklighetsnära. Även enklare simuleringar utfördes för att välja processparametrar som gör provningen så industrilik som möjlig.

De semiindustriella provningarna resulterade i att antalet möjliga lösningar begränsades ytterligare, vilket är av stor vikt eftersom den industriella verifieringen är kostsam och tidskrävande. Resultatet från den industriella verifieringen kommer att resultera i rekommendationer med avseende på funktionsytor, verktygsmaterial, ythärdning, ytbeläggning, svetsning m m. för formande och klippande verktyg vid tillverkning av detaljer i olika plåtkvaliteter (hållfasthet, tjocklek, belagd eller obelagd plåt) och serielängder.

Resultat

Funktionella verktygsytor

För att kunna skapa funktionella verktygsytor till den ”torra pressverkstan” har de tribologiska förhållandena kartlagts i ingående labbstudier. Resultaten visade att de hydrodynamiska effekterna var betydande trots att rostskyddsoljan applicerades i mycket små mängder (0,1-1,0 g/m^2). Härigenom blev ett av resultaten att polerriktningen skall appliceras tvärgående emot glidriktningen för att minska friktion och slitaget i pressverktyg, se Figur 2.

Idag utgörs ca 80 % av plåtmaterialet i en modern bil av MS- och HSS-plåt. I de flesta applikationerna används nodulärt segjärn som verktygsmaterial för att forma detaljerna. Det är därför av stor vikt att klargöra hur ett nodulärt järn skall designas för att verktygsytan skall fungera väl tribologiskt. Försök i ett U-bocksverktyg visade att motståndskraften mot galling blev avsevärt bättre om nodulerna var små och hade en hög täthet, se Figur 3.

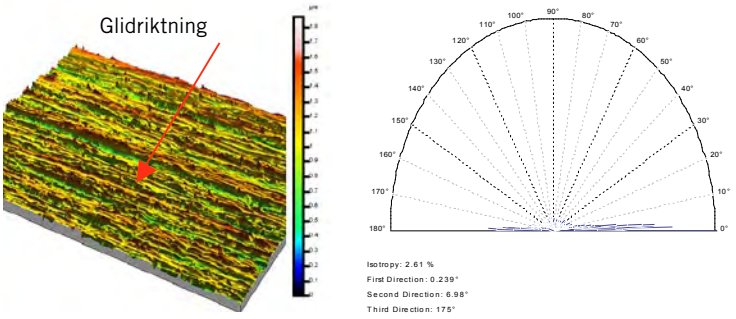
Semiindustriella prover samt industriell verifiering

För att uppnå de högt uppsatta projektmålen har stort antal olika kvalitéer av verktygsmaterial med tillhörande värmebehandling och ev. ytbeläggning testats mot olika plåtmaterial kvalitéer (MS till UHSS) i OSAS semiindustriella formnings- (U-bock) och klipplinje.

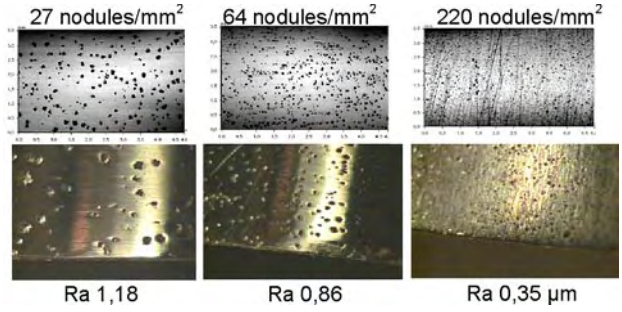
Testerna har analyserats/utvärderats med hänsyn till bl a abrasivt och adhesivt slitage, detalj kvalitet, ytförändring, klippeggsradie, slitage på klippegg, klippspel samt gradhöjd.

De semiindustriella resultaten visar att det är möjligt att reducera kostnaderna och ledtiderna vid verktygsframställning genom att öka användandet av gjutna material (stål och järn) samt användandet av ythärdning (laserhärdning). Laserhärdningen ger tillräcklig support för formande och klippande verktyg, dessutom ger laserhärdningen tillräcklig bärighet i substratmaterialen för att bära ett PVD skikt oberoende om stålet är gjutet eller valsat.

Semiindustriella prover med godkänt resultat har valts ut för industriell verifiering. Figur 4 och 5 visar ett exempel på industriell verifiering för formande verktyg där verktygskonceptet är gjuten Carmo (W.-Nr 1.2333) med laserhärdning och lågtemperatur PVD. Plåtmaterialen är 2660, t=3.0 mm, $Rp_{02} \approx 490$MPa (Figur 4), och Dogal 600 DP, t=1.7 mm, $Rp_{02} \approx 300$MPa (Figur 5). Figur 6 visar ett exempel på klippverktyg där verktygskonceptet är segjärn (GGG70L) med laserhärdning, plåtmaterialet är DC04, t=1.4 mm, Rm ≈ 300MPa.



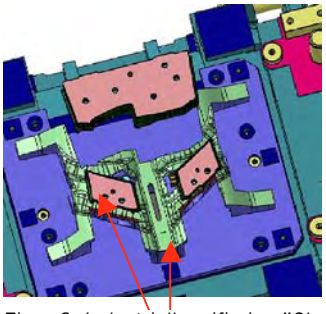
Figur 2. Polerriktningen skall appliceras tvärgående emot glidriktningen för att minska friktion och slitage i pressverktyg.



Figur 3. Bilderna visar på varianter av nodulära segjärn som har testats.

Figur 4 Industriell verifiering ”Towing eye” (Finnveden)

Figur 5. Industriell verifiering ”Crossmember Firewall” (Volvo)



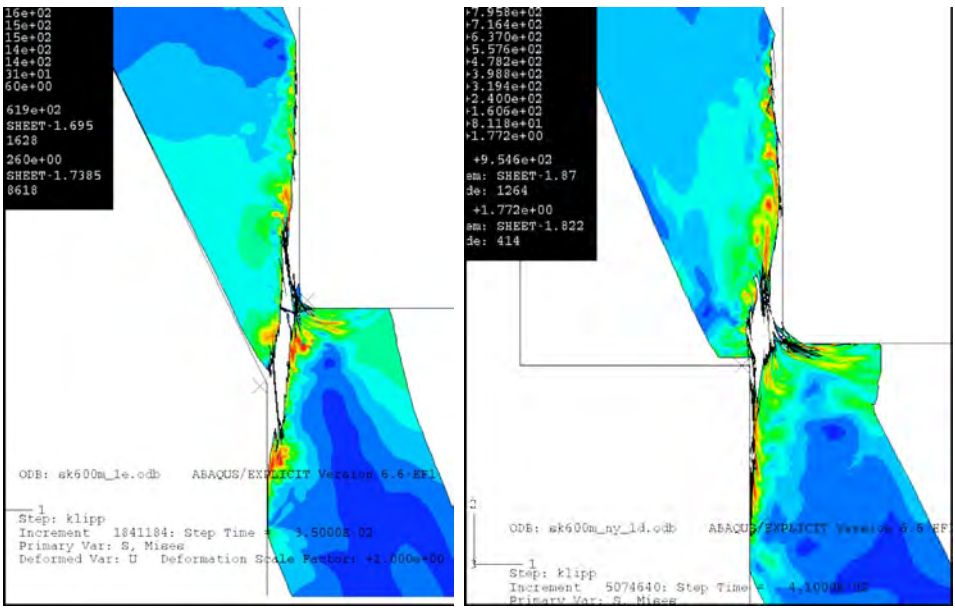
Figur 6. Industriell verifiering ”Closer Brace” (Volvo)

Utvärdering av klippeggsgeometrier

En utredning av klippeggens geometri har genomförts i två olika undersökningar. Vid klippning i normalens riktning undersöktes hur den initiala klippeggsradien samt vinkel på övre klippstålet påverkar processen med avseende på detaljkvalite, verktygsslitage och klippkraft. Vid klippning i ”ej” normalens riktning utvärderades hur klippeggsutformningen på det undre klippstålet påverkar detaljkvalitén.

Resultatet från de semiindustriella testerna påvisade inte att en ökning av den initiala eggradien från 20µm till 80µm gav ett lägre slitage. Däremot visar erfarenheter från industrin att en större eggradie kan minska risken för urflisning under inslitningsfasen. En vinkel på 93 grader istället för 90 grader på det övre klippstålet resulterade i att klipparbetet minskade med ett par procent. Resultaten från FE-simuleringen stämde väl överens med det semiindustriella testen.

Resultatet från utvärderingen av klippning i ”ej” normalens riktning visar att en alternativ utformning av den nedre klippeggsgeometrin ger en förbättring av detaljkvalitén samtidigt som sidokraften minskas. Exempel på resultat från simulering av klippeggsgeometri visas i Figur 7, här syns tydligt att detaljens klippta kant blir mindre vass när en alternativ geometri på nedre klippeggen används. Detta har även verifierats i de semiindustriella testerna. Detta resultat visar att kostnadsbesparingar vid verktygstillverkningen kan göras i och med att skyttelklipp kan ersättas med klipp i ”ej” normalens riktning.



Figur 7. Simulerat resultat vid klippning av Docol 600DP t=1,2 mm, klippt vid en vinkel av 60°. Vänster: Traditionell form på klippeggen. Höger: Klippegg med en 1,5 mm stor ”hylla”.

Svetsning

Svetsningen är en viktig del vid verktygsframställning för formnings- och klippverktygen, därav har en utredning utförts med syftet att öka kunskapen för val av tillsatsmaterial (elektrodval). Målet är att skapa en rekommendationstabell. Resultat visar att plåtmaterial kvalitén måste tas i beaktande och inte bara svetsbarheten i substratmaterialet.

Projekteffekter

Industriella verifieringarna med godkänt utfall resulterar i koncept rekommendationer (”guidlines”), Tabell 1 visar exempel på rekommendationer för formande verktyg till 150 000 slag för EHSS plåt. Tabell 2 visar exempel på rekommendationer för klippandeverktyg till 150 000 slag för HSS.

Tabell 1. Verktygskoncept för formning av EHSS plåt, upp till 150 000 slag.

		Docol 600 DP (EHSS), 150 000 strokes			
		Sheet thickness, t<1.2		Sheet thickness, t>1.2 mm	
		Coated	Uncoated	Coated	Uncoated
Present Guidelines	Punch	GGG70L[1]	GGG70L[1]	GGG70L[1]	GGG70L[1]
	Lower Die	GG25	GG25	GG25	GG25
	Inserts	Calmax[2]+Nitr Sleipner[2]	Calmax[2]+Nitr+PVD[5] Sleipner[2]+PVD[5]	Calmax[2]+Nitr Sleipner[2]+Nitr	Calmax[2]+Nitr+PVD[5] Sleipner[2]+PVD
	Blank holder	GGG70L	GGG70L[3] Calmax[4]+Nitr+PVD[5] Sleipner[4] + PVD[5]	GGG70L[3] Calmax[4]+Nitr Sleipner[4]+PVD[5]	GGG70L[3] Calmax[4]+Nitr+PVD[5] Sleipner[4]+PVD[5]
New Guidelines	Punch	GGG70	GGG70[6]	GGG70	GGG70[6]
	Lower Die	GGG70L[7]	GG25	GGG70L[7]	GG25
	Inserts	-	Calmax[7]+PVD[8]	-	Calmax[7]+PVD[8]
	Blank holder	GGG70L[7]	GGG70L[7]	GGG70L[7]	GGG70L[7]
Circa saving	Lead time	-60%	-45%	-60%	-45%
	Cost	-30%	-20%	-30%	-20%
Comments	[1]Steel inserts at expected wear areas. [2]All insert through hardened. [3]Without drawbeads. [4]With drawbeads.		[5]PVD = CrN or TiAlN. [6]If there is material transport change to GGG70L [7] Laser Surface hardening [8] Low temperature PVD (TiAlN)		

Tabell 2. Verktygskoncept för klippning av MS+HSS plåt, upp till 150 000 slag.

	MS+HSS, 150 000 strokes			
	Previous guidelines		New guidelines	
	t≤1,2 mm	t≤2 mm	t≤1,2 mm	t≤2 mm
Upper Die	Fermo	Fermo	GGG70	GGG70L
Lower Die	Fermo	Fermo	GGG70	GGG70L
Savings	Calculations are ongoing			
Comments	Induktionhardening		Laserhardening	

Tekniskspridning

Grunden till en Databas där val av verktygskoncept för formande och klippande verktyg mot olika plåtmaterialkvalitéer och volymscenarier har arbetats fram. Där fler verktygskoncept kan erhållas.

Se. http://hefaistos.ivf.se/totalansvar/utveckling/

Publicerade vetenskapliga artiklar

- ”Die materials, hardening methods and surface coatings for forming of high, extra high & ultra high strength steel sheets (HSS/EHSS/UHSS)”, IDDRG 2006, Porto (Portugal)
- ”On laser hardening of trimming tools & dies”, IDDRG 2006, Porto (Portugal)
- ”Measuring strategies for smooth tool steel surfaces”, 2008, Chemnitz (Germany)
- ”Guidelines for die materials, hardening methods and surface coatings for forming of high, extra high & ultra high strength steel sheets HSS/EHSS/UHSS)”, IDDRG 2008, Olofström (Sweden)
- ”Improved nodular iron for forming dies to obtain functional die surfaces, IDDRG 2008, Olofström (Sweden)
- ”A friction model of sheet metal forming evaluated with results from a bending-under-tension test”, Nordtribs 2008 Tampere (Finland)
- ”Cutting AHSS materals in the non normal direction of the sheet material”, Swedish Production Symposium 2008, Stockholm (Sweden)

Deltagande parter och kontaktperson

Industriell projektledare
Kenneth Kjellsson
Technology Area Leader – Stamping Dies
Volvo Car Corporation
kkjellss@volvocars.com
+46 (0) 454 26 49 30

Projektpartners	**Kontaktperson**
Saab Automobile AB	Karl Gunnar Larsson
	Mats Larsson
Scania/Oskarshamn	Anders Nilsson
	Lars Månsson
Finnveden Metal Structures AB	Krister Svensson
	Thomas Andersson

Uddeholm Tooling AB	Odd Sandberg
Camito AB	Andreas Svensson
IonBond Sweden AB	Greger Håkansson
	Peter Hyden
Industriellt Utvecklings Centrum	Janni Dimovski
I Olofström AB/ OSAS	Magnus Liljengren
	Per Jonsson
BodyCote Värmebehandling AB	Mikael Fällström
	Matts Jogin
Duroc Tooling i Olofström AB	Jan Kvist
SSAB Tunnplåt AB	Lars Troive
	Peter Alm
Castolin Scandinavia AB	Hans Bengtsson
	Hans Liljenfeldt
IVF Industri forskning och utveckling AB	Hans Kristoffersen
	Boel Wadman
Högskolan i Halmstad	Bengt-Göran Rosén
	Daniel Wiklund

FE-simulering av plåtformning

Ett samverkansprojekt mellan Volvo Personvagnar, SAAB Automobile, Scania, Finnveden Metal Structures, SSAB, Chalmers Tekniska Högskola, Linköpings Universitet, Tekniska Högskolan i Jönköping, IVF och IUC i Olofström. Detta projekt syftar till ytterligare stärka Sveriges goda anseende inom området plåtformningssimulering genom att både förbättra noggrannheten hos dagens formningssimuleringar samt utveckling av nya simuleringsapplikationer för framtagning av pressverktyg för tunnplåtskomponenter. Projektets totala budget är på 34,5 MSEK, varav 15,99 MSEK kommer från VINNOVA och resterande del bidrar de industriella parterna med.

Syfte

Syftet med detta projekt är att utveckla tekniken med FE-simulering av plåtformning för att på så sätt ytterligare minska ledtiden för framtagningen av pressverktyg samt dessutom öka robustheten i tillverkningsprocessen av tunnplåtskomponenter. Visionen är att FE-simulering av plåtformning efter projektets avslutande skall kunna:

- Ge korrekt information om fler resultat parametrar än idag, t ex geometri hos pressad detalj, inverkan av spridning av materialparametrar och processtörningar, etc. Detta skall göras för alla plåtmaterial som används idag, samt för nya avancerade material av typen flerfasmaterial, exempelvis TWIP och TRIP.
- Ge ökad noggrannhet och tillåta större komplexitet utan en kraftig ökning av ledtiden för beräkningarna.
- Möjliggöra att slutresultaten från formningssimuleringarna exporteras till andra CAE-grupper och används som input för deras analysarbete.
- Möjliggöra optimering av pressverktyg med hänsyn tagen till gjutprocessen, samt förbättra beräkningsmodellen för plåtformningssimulering genom att ta med verktygets styvhet i analysen. Resultat och erfarenheter skall även förbättra dagens designregler som används av verktygskonstruktörer.

Resultat

Resultat från projektet har till och med 2008-09-30 presenterats i en doktorsavhandling och tjugofem stycken artiklar som har presenterats på konferenser och i vetenskapliga tidskrifter.

I Delprojekt 1 har doktoranden tillsammans med IUC i Olofström och Växjö Universitet tagit fram materialparametrar för de plåtmaterial som ingår i sitt arbete (ett mjukt stål, ett IF-stål och två stycken olika DP600 material). Han är även engagerad i ett examensarbete vilket syftar till att studera elasticitetsmodulens påverkan av plastisk bearbetning. Dessutom har han tagit fram en ny, effektiv metod för att bestämma hårdnandeparametrar för plåtmaterial från trepunkts böjprov.

I Delprojekt 2 har arbetet under senare delen av hösten 2007 koncentrerats på FLEX-Rail verktyget från Simuformprojektet. I detta arbete gjordes en mindre studie av flytytans inverkan på formningsprocessen och återfjädringen. Därefter har doktoranden planerat framtida provning av DP600 där man skall försträcka plåtar och ur dessa skära ut dragprov vilka på så sätt kan ges en oproportionell töjningsväg. Provresultaten ska senare användas för simulering av formning i FLEX-Rail verktyget.

I Delprojekt 3 är arbetet med spänningsharpan är nu avslutat och sammanfattat i en tidskriftsartikel. Vidare är arbetet med restspänningsanalyser av ett standard respektive ett topologioptimerat pressverktyg avslutat. Resultaten från beräkningarna visar att restspänningsnivåerna kan vara så stora som 200 MPa i 1:a huvudspänningsriktningen. Dessa nivåer bör ej försummas vid dimensionering och härdning av verktyg, se Figur 1.

I Delprojekt 4 fortsätter arbetet med metodutveckling för variationsanalyser samt att bestämma material- och processparametrarnas variationer. Framtagning av statistiska data för ett DP600 material har genomförs hos IUC i Olofström. Analytisk studie av materialparametrar och deras beroende egenskaper är genomförd för materialmodellen YLD2000 men metoden kan utvidgas för andra typer av konstitutiva samband. Ett pilotprojekt med Scania i Oskarshamn inom plåtformning och stokastisk FE-simulering är genomfört. Arbetet och forskningsresultat inom delprojektet presenterades vid ett besök på Ohio State University, avdelning för Design and Manufacturing.

I Delprojekt 5 har ett projekt startats upp tillsammans med Hållfasthetslära på KTH. Syftet med projektet är att prediktera brott i plåtmaterial med hjälp av brottmekanik.

Hos företagen har arbete fokuserats på två områden, prediktering av lokalisering och framtagning av materialdata för formningsimulering. I Figur 2 visas ett provverktyg med kameror för töjningsmätning som finns på IUC i Olofström. Detta verktyg används vid framtagning materialdata för formningssimulering. Data från provningar i detta verktyg tillsammans med nya, mer avancerade materialmodeller har redan visat stora förbättringar av formningssimuleringens noggrannhet, se Figur 3.

Genomförande

Arbetet i projektet genomförs på följande sätt:

- Tre stycken doktorandprojekt
  - Delprojekt 1: Prediktering av återfjädring, Chalmers Tekniska Högskola.
  - Delprojekt 2: Materialmodeller för formningssimulering, Linköpings Universitet.
  - Delprojekt 3: Optimering av verktygsstrukturer, Tekniska Högskolan i Jönköping.
- Ett forskningsprojekt på IVF om stokastiska simuleringar och prediktering av processrobusthet (Delprojekt 4).
- Några kortare studier (Delprojekt 5).
- Gemensamma studier hos de olika företagen.

Projekteffekter

Ett viktigt industriellt mål med projektet är att sänka kostnaden för framtagningen av pressverktyg. Därför har det här projektet gemensamma intressen med MERA-projektet ”Kostnads- och ledtidsbesparande verktygstillverkning för fordonsindustrin”, för en mer komplett bild hänvisar vi läsaren att även ta del i det projektets förväntade resultat.

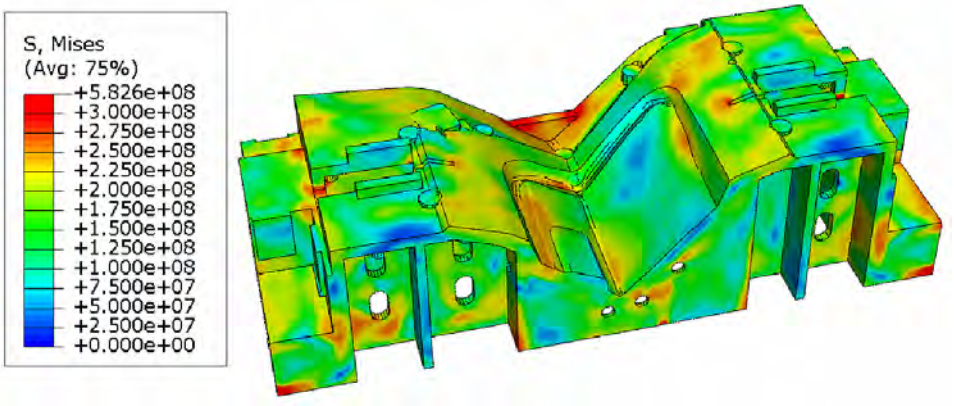
En försiktig kalkyl ger vid handen att även med små besparingar per varje tillverkat verktyg kan man generera mycket stora besparingar pga. av det stora antalet verktyg som det är frågan om. För att indikera detta har följande kalkyl gjorts. Vid inprovningen av nya verktyg talas om verktygsloopar. Detta är tiden det tar och det arbete som måste utföras från det att man noterat en avvikelse från önskat utfall, t ex sprickor eller för stor återfjädring, till och med att man har provat verktyget efter modifieringen. Detta är en iterativ process som både påverkar ledtiden negativt och dessutom är kostsam. Man vill därför minimera antalet verktygsloopar och projektets målsättning är att minst eliminera en verktygsloop per verktygssats (totala antalet verktyg som krävs för en detalj). Om man antar att medelkostnaden för en verktygsloop är 0,2 MSEK, fås en total besparingarna under fyra år på 440 MSEK, dvs. varje satsad krona av företagen ger tillbaka 23,75 SEK i besparingar.

Till denna besparing kommer ytterligare industriella vinster som är svåra att sätta pengar på:

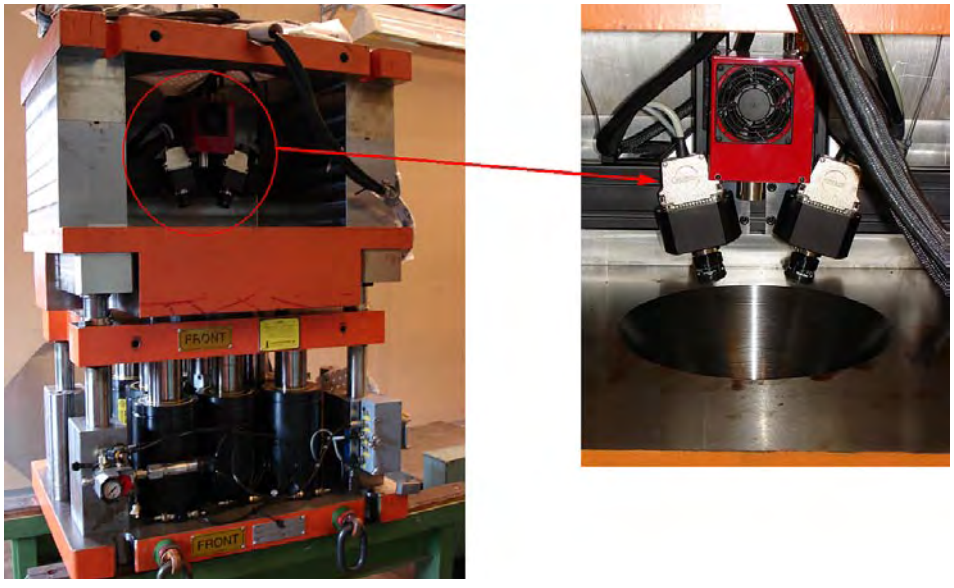
- Kortare ledtid för framtagning av pressverktyg till ny modeller.
- Ökad kunskap och förståelse för plåtformning.

- Färre störningar i produktionen.
- Ökad kvalitet på slutprodukten.
- Ökad krocksäkerhet hos slutprodukten.
- Minskad vikt på slutprodukten.

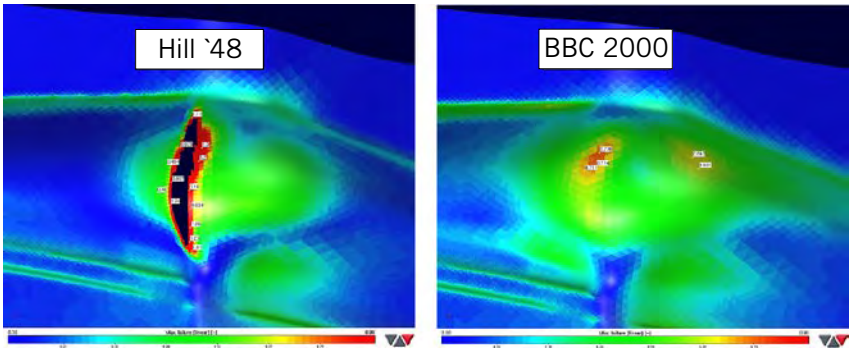
De akademiska målen är att de tre doktoranderna skall avlägga sina licentiatexamina under 2009. Resultaten från deras forskning samt från övriga studier inom projekt skall presenteras i ett antal artiklar som presenteras på internationella konferenser och tidskrifter.



Figur 1. Restspänningar i ett pressverktyg efter gjutning.



Figur 2. Verktyg för framtagning av materialdata med inbyggda kameror för töjningsmätning.



Figur 3. Resultat med från formningsimulering av en komponent med två olika materialmodeller. Resultatet till höger (BBC2000) visar mycket god överensstämmelse med experiment medan resultatet till vänster (Hill `48) avviker kraftigt från experiment.

Deltagande parter och kontaktperson

Företagsrepresentanter	Mats Sigvant	Volvo Personvagnar Karosskomponenter AB
	Mats Larsson	SAAB Automobile AB
	Lars Gunnarsson	Scania CV
	Jan Rosberg	Scania CV
	Peter Alm	Finnveden Metal Structures
	Lars Troive	SSAB Tunnplåt AB
Delprojekt 1	Kjell Mattiasson	Forskningsansvarig
Chalmers Tekniska Högskola	Per-Anders Eggertsen	Doktorand
Delprojekt 2	Larsgunnar Nilsson	Forskningsansvarig
Linköpings Universitet	Rikard Larsson	Doktorand
Delprojekt 3	Niclas Strömberg	Forskningsansvarig
Tekniska Högskolan i Jönköping	Magnus Hofwing	Doktorand
Delprojekt 4	Elisabeth Sagström	Forskningsansvarig
IVF		
Delprojekt 5	Per Thilderkvist	Forskningsansvarig
IUC i Olofström		
Projektadministration	Janni Dimovski	
IUC i Olofström		
Kontaktperson	Mats Sigvant, Tekn.Dr. Teknisk Expert, FE-simulering av plåtformning Volvo Cars Maufacturing Engineering Avd 81153/26HK3 Stamping CAE 293 80 Olofström msigvan1@volvocars.com 0454/26 53 68	

En ny produktionsmetod för falsning – PROFAL

Projektet var industriellt målbaserat där syftet är att skapa en ny unik produktionsmetod för falsning av plåtkomponenter. Det finns ett antal olika mekaniska metoder för falsning vilket är ett sammanfogningssätt för tunnplåt, där en ytterpanels fläns bockas över innerdel. Detaljer som falsas tillsammans finns i alla möjliga branscher som till exempel i säkerhetsdörrar i plåt, vitvarutillverkning, plåttak, säkerhetsskåp hos telekomföretag samt fordonsdetaljer som till exempel dörrar, motorhuvar och takluckor är typiskt sammansatta av en ytterpanel och innerdel med falsning. Nackdelen med konventionell mekanisk falsning är dyr produktionsutrustning, problem med återfjädring, problem med sprickbildning, problem med veckbildning, ytdefekter samt den miljöovänliga limningsoperationen. Detta projekt skall utveckla en ny produktionsmetod där man med hjälp utav en elektromagnetisk spole utvecklar ett elektromagnetiskt tryck som utnyttjas för att skapa en diffusionstät fog mellan de material som falsas samman utan de problem som konventionell falsning ger upphov till.

Syfte

Syftet var att skapa en innovativ, resurssnål, kostnadseffektiv och miljövänlig produktionsmetod för falsning av plåtdetaljer och i detta specifika fall fordonskomponenter. Den föreslagna falsningsmetoden inkluderar elektromagnetiska processer där en designad elektromagnetisk spole skapar virvelströmmar i den närgående plåtfalsen vilket skapar repellerande Lorentz krafter mellan spole och plåtflänsen vilket utnyttjas för falsningsprocessen. Projektet har optimerat spoldesign, elektriska och magnetiserande fältstyrkor och frekvenser i primärspolen för att generera en mekanisk fog mellan de material som falsas samman. En schematisk beskrivning av ett elektromagnetiskt tillverkningssystem visas i figur 1.

Resultat

Inledningsvis var målet för forskningsprojekt att det skulle leda till följande produktionsfördelar:

- En nyutvecklad innovativ falsningsprocess
- Robustare process
- Avlägsning av svets- och limningsoperationer
- Möjlighet att foga ihop olika material typer, t ex aluminium till stål.

- Kostnadseffektivare produktionsmetod
- Bättre fognings- och geometrisk kvalitet
- Sänkning av ledtiden för falsningsoperationer.

För att utveckla processen och analysera processen i enlighet med ovanstående mål utvecklades det tre demonstratörer. Resultaten efter dessa försök kan sammanfattas i enlighet med följande:

- En falsprocess i ett steg är möjlig att åstadkomma. Fungerar enklast för aluminium legeringar eftersom dessa har bäst ledningsförmåga och därmed kräver lägre energinivåer än för stållegeringar.
- Processen är mycket robust eftersom samma energimängd laddas upp i varje falsprocess.
- Processen är inte möjlig att i ett falssteg utveckla en metallisk bindning i falsen utan att ytdefekter uppkommer och därmed är det inte möjligt att avlägsna svets- och limningsoperationer. En möjlighet kan vara att utveckla en tvåstegs falsoperation och därmed öka deformationsenergin och därmed möjligtvis skapa en kallsvetsoperation i falsen. Detta är ej utprovat i detta projekt.
- Flänshöjden bör vara lägre än 7 mm för att ge optimalt processupplägg och detta ger även ökad kvalitet av utseendet för slutliga falsarna.
- Spolens läge bör ligga högt upp på flänsens höjd
- Processtiden för en falsoperation är maximalt 20 sekunder beroende på nödvändig energimängd. Uppladdningstiderna för kondensatorerna är det som styr processhastigheten.
- Den nödvändiga energimängden beror ej på falsens längd utan på spolens design och plåtmaterialets ledningsförmåga. Falsade detaljer i aluminium har därmed snabbare processtid än dito i stålmaterial.
- Med olika typer av spolar kan samma elektromagnetiska puls system användas för alla produktions steg: stansning av ämnen, flänsning av ytterdetalj samt falsning av inner och ytterpart. Detta har visats i projektet.
- Kostnaden gentemot rullfalsning är något högre ifall det inte är möjligt att skapa en kallsvets i falsen.

Genomförande

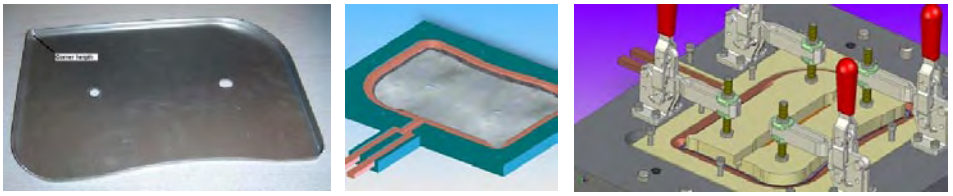
Projektet var ett industriellt målbaserat forskningsprojekt där syftet var att skapa en innovativ, resurssnål, kostnadseffektiv och miljövänlig produktionsmetod för falsning av fordonskomponenter. Det innebär att projektet krav och behov har definierats utav industriintressenterna och där FoU utövarna tillsammans med extern expertis har seg-

menterat det totala projektet i delmål och milstolpar. Första steget var att analysera dagens falsningsoperationer hos de industriella parterna, Volvo Lastvagnar och SAAB Automobile, samt utifrån de mest ekonomiska och tekniska förutsättningarna skapa tre olika demonstratörer utav en falsningsoperation tillsammans med elektromagnetiska processer. De tre demonstratörerna som designades var följande:

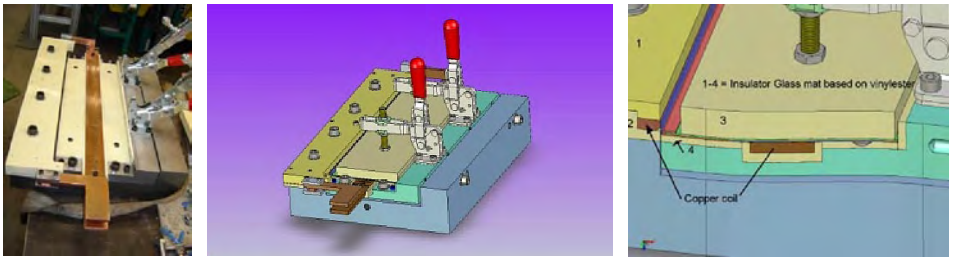
1. En omslutande komponent med formen av en böna, se figur 2. Radier och flänshöjder designades i enblighet med GM och Volvo Truck interna standarder.
2. En ej omslutande rak fläns, se figur 3.
3. En omslutande komponent i form av en bensinlucka, se figur 4.

Design, konstruktion och beräkningar samt experimentella upplägg skedde i samråd med projektdeltagarna medan de fysiska experimenten utfördes tillsammans med Professor Glenn S Daehns på Ohio State University, Colombus, Ohio, USA. De två systemen som användes var av märket Magnaform med antingen 16kJ eller ett 48kJ kondensator paket. De plåtmaterial som analyserades mjukt kolstål samt aluminium legeringarna 6016 och 5182 och tjocklekarna låg mellan 0,9 till 1,2 mm. Genom en försöksplan testades och analyserades ett antal olika uppsättningar där de parametrar som förändrades var flänshöjder, spolens höjd mot flänsen, spolens avstånd till flänsen och olika energinivåer. Några av dessa geometriska upplägg visas i figur 5. Ett axplock av de fysiska resultaten visas i figur 6.

Figur 1 visar ett elektromagnetisk puls system för fogning av axisymmetriska komponenter. Det som skiljer från ett elektromagnetiskt pulse system för falsning är spolens design vilken ligger på arbetsbordet i denna figur.



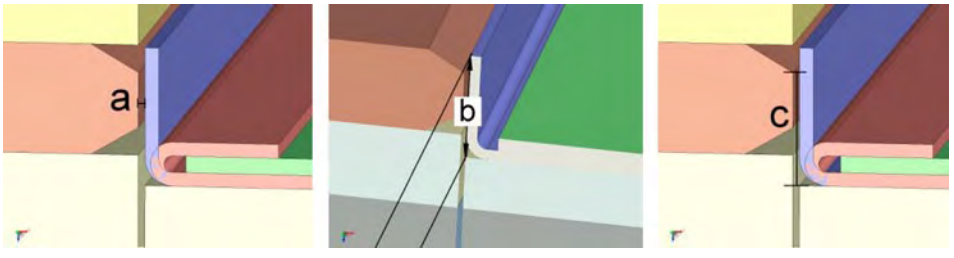
Figur 2 visar demonstratör 1 som är en omslutande komponent med varierade radier och flänshöjder.



Figur 3 visar demonstratör 2 som var en rak fläns.

a) b) c)

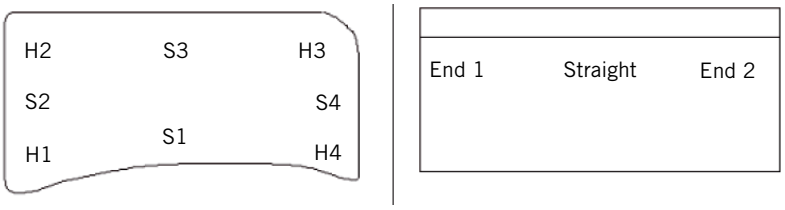
Figur 4 visar demonstratör 3 och de tre steg som åstadkom genom endast elektromagnetiska puls processer a) stansning av ämnen b) flänsning av ytterdetalj och c) falsning av detaljen.



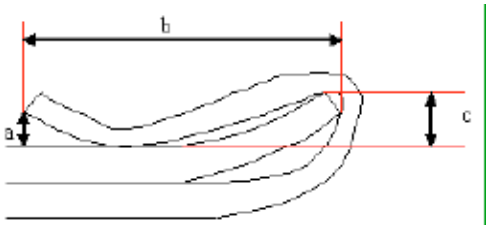
Figur 5 visar på några geometriska parametrar som varierades i detta projekt.

Figur 6 visar på några av de slutliga komponenterna som falsades med den elektromagnetiska puls processen.

Analysen av falsen beskaffenhet för demonstratörerna 1 och 2 skedde i de punkter som beskrivs av figur 7. De uppmätta geometriska måtten som uppmättes samt graderingen av falsen ges i figur 8.



Figur 7 De punkter där falsens egenskaper analyserades.



Betyg	Beskrivning	Kommentar
1	Uselt	Sprickbildning, ej fullt falsad, deformerad
2	Ej godkänt	Ej fullt falsad, deformerad
3	Godkänt	Mekaniskt fogad, lite deformation
4	Väl godkänt	Mekaniskt fogad, devis svetsad fals, lite deformation
5	Mycket bra	Svetsad fals med liten deformation

Figur 8 Beskrivning av kriterier och klassificering av falsens egenskaper

Efter analysen av de flesta experiment visade sig att man nådde till betyg 3 för demonstratör 1 och 3. Med ytterligare optimering och fler experiment bör man nå betyg 4 eftersom vi fann tillstymmelse till delvis svetsad fals för demonstratör 1. Detta gäller för en enstegsoperation där flänsen viker sig 90 grader i en smäll.

Projekteffekter

Detta projekt har utvecklat och bevisat att det är möjligt med en elektromagnetisk puls system skapa en process för falsning av plåtkomponenter. Metoden bör användas för långa serier på grund av hög investeringskostnad samt att processen är extremt robust.

För att sänka kostnaderna kan fler än en komponent falsas simultant eftersom den kräver minimalt med extra energi om spollängden ökar i längd.

Deltagande parter och kontaktperson

Partners:

Volvo Lastvagnar	Håkan Sundberg	Ansvarig sökande
SAAB Automobile	Sven-Ove Olsson	Med sökande
Svensk Verktygsteknik	Roger Andersson	FoU Partner
Swerea KIMAB	Joakim Hedegård	FoU Partner

Kontaktperson:

Roger Andersson
FoU Ansvarig
Svensk Verktygsteknik (www.svenskverktygsteknik.com)
E-post: Roger@svenskverktygsteknik.com
Tel: 0920-75917

Rullfalsning av plåtdetaljer för medelhög och hög produktionsvolym.

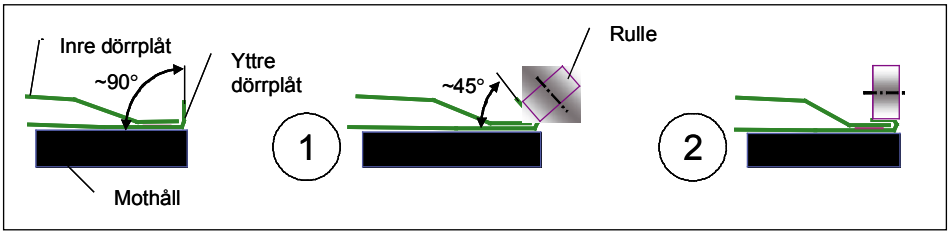
Rullfalsprojektet avser att ta rullfalsning med robot till serieproduktion och högvolymsflöden från dagens tillämpningar som tillverkning av prototyper, reservdelar och andra lågvolymsprodukter.

Syfte

Falsning av karossartiklar utförs traditionellt med en press eller med en falsmaskin där falsstålen är rörliga. En alternativ metod är rullfalsning, där karossartiklarna läggs i en falsbädd och där själva falsningsoperationen utförs i flera steg av en robot som utrustats med en rulle, se figur 1.

Rullfalsning har låg initialinvestering och en hög flexibilitet jämfört med traditionella falsningsmetoder, men metoden har endast använts vid låga produktionsvolymer och för produkter med låg komplexitet.

Projektets syfte har varit att utvidga användningsområdet för rullfalsning mot högre volymer och högre produktflexibilitet.



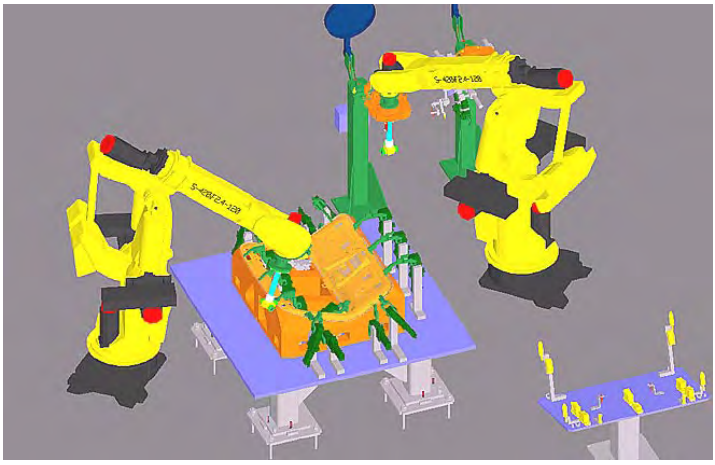
Figur 1. Princip för rullfalsning.

Resultat

Projektet har utvecklat arbetssätt för off-line programmering som resulterar i cykeltider som underskrider de som hittills ansetts möjliga att nå. Vidare har en produktkravspecifikation upprättats och en förstudie för simulering av produktutfall har utförts. Förstudien har resulterat i ett fortsättningsprojektet ”Produktionsverifieringssystem för rullfalsning” som utförs inom MERA-programmet.

Projektets resultat har demonstrerats i den test- och verifieringsutrustning som byggdes

upp som en del av projektet, se figur 2. Projektet har även resulterat i ett patent på ett rullfalshuvud som möjliggör samtidig falsning i två steg.



Figur 2. Simuleringsmodell av test- och verifieringsutrustningen.

Genomförande

Virtuella modeller av kompletta rullfalsutrustningar med ingående produktartiklar har utvecklats. Dessa virtuella modeller har använts till att simulera åtkomst i ett första steg, följt av genereringen av robotbanor. Den virtuella genereringen av robotbanor har visat sig vara ett krav för att kunna producera i höga tillverkningsvolymer då processen ställer extremt höga krav på att robotbanor följer produktens fals. Traditionell teach-in programmering duger inte.

En specifikation över produktkrav som möjliggör rullfalsning med hög robotbanhastighet har tagits fram genom praktiska tester. För den fysiska utprovningen, för verifikation av resultat och för demonstration av resultaten, har en robotcell med två industrirobotar och en falsbädd installerats på Innovatum Teknik AB i Trollhättan.

Projekteffekter

Projektet har bidragit till att etablera Saab som ett GM-kompetenscenter för rullfalsning. Vidare har ytterligare ett MERA-projekt, ”Produktionsverifieringssystem för rullfalsning”, initierats. Detta projekt utförs i samarbete med Svensk Verktygsteknik och Fraunhofer/Chalmers.

Deltagande parter och kontaktperson

Deltagande parter:
Saab Automobile AB
Innovatum Teknikpark AB

Kontaktperson:
Andreas Engdahl
Saab Automobile AB
Telefon 0520-78007
andreas.engdahl@se.saab.com

Produktionsverifieringssystem för rullfalsning

Projektet är ett industriellt målbaserat forskningsprojekt där syftet och målet är att skapa förståelse för parametrars påverkan av kvalitet och produktionshastighet samt ett unikt produktionsverifieringssystem för rullfalsning.

Syfte

Det finns ett antal olika mekaniska metoder för falsning vilket är ett mekaniskt sammanfogningssätt för tunnplåt, där en ytterdels fläns bockas över innerdel. Denna sammanfogning är oftast kombinerad med limning och punktsvetsning vilket ökar styvheten ytterligare samt förhindrar att smuts och fukt kan krypa in och orsaka korrosion.

Konventionella falsningsprocesser i fordonsindustrin sker ofta i komplexa tillverkningsceller där ett exempel på en ”Table-Top” falsningsstation från ABB visas i figur 1. Nackdelarna med konventionell falsning är följande: dyr produktionsutrustning, problem med återfjädring, problem med sprickbildning, problem med veckbildning och ytdefekter.

Rullfalsning, kallad emellanåt för robotassisterad falsning, däremot är en mekanisk metod där en rulle gradvis viker ytterpanelen över innerpanelen. Denna rulle är i de flesta fall monterad på en robot och som sekventiellt falsar detaljen till en slutlig produkt. En schematisk beskrivning av rullfalsning visas i figur 2. Nackdelen med rullfalsning är den långsamma processhastigheten samt minimal kunskap om vilka parametrar som styr kvalitet och produktionshastighet. Detta projekt utvecklar ett processanalyssystem för rullfalsoperationer och målet är att kunna öka produktionstakten samt att kunna verifiera processen i ett tidigt stadium för att minimera injusteringar och i värsta fall design ändringar. Ett exempel ges i figur 3 på en tidig jämförelse mellan utfallet från processanalyssystemet och ett fysisk inskannat underlag. En schematisk beskrivning av hela produktionsverifieringssystemet ges i figur 4

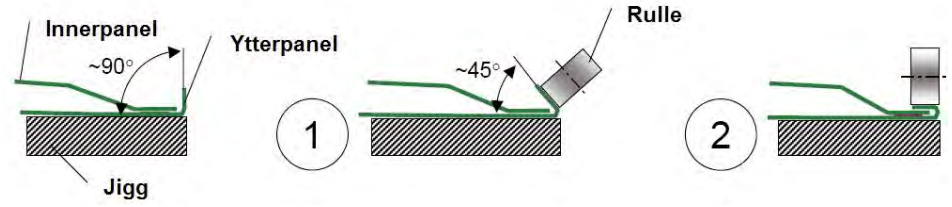
Resultat

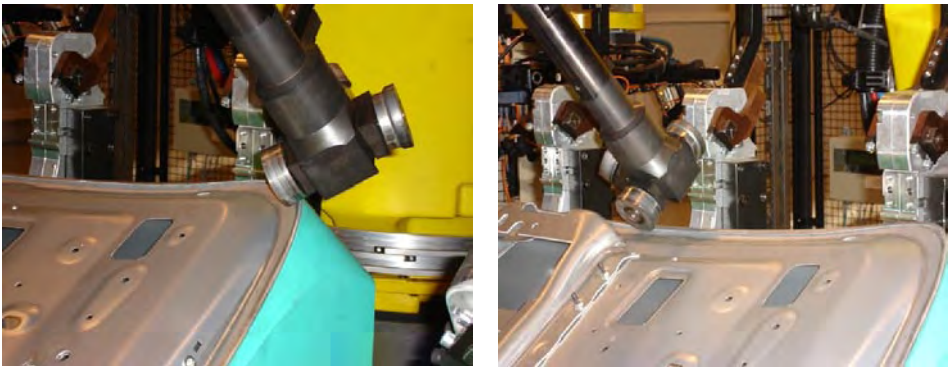
I september 2008 är den första betaversionen av processanalyssystemet färdig för användning av operatörer och beredare. Ett helt nytt gränsnitt (GUI) som passar denna typ av process har utvecklats samt integrerat stelkroppsdynamik med numeriska beräkningarna av plastiska deformationerna. Även kontaktalgoritmer, element typer och materialmodeller har utvecklats för den numeriska delen av processanalyssystemet.

Genomförande

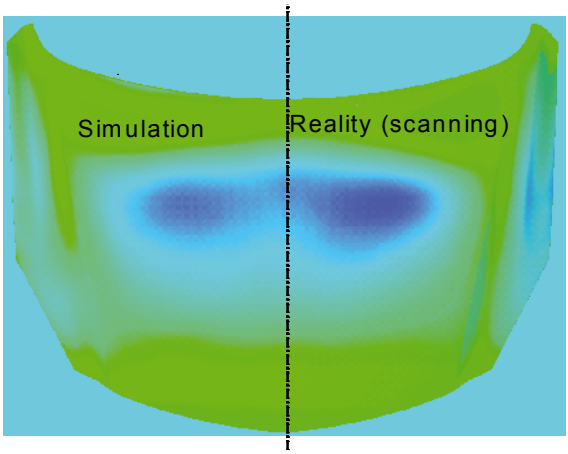
Två demonstratorer för rullfalsningsoperationer är tillverkade samt en motorhuv från en Opel och bakluckan till Saab 9-3 kombi har och kommer att användas för verifiering av processystemet. Det man fokuserar på är kvaliteten i form av prediktering av återfjädring, sprickbildning, veckbildningar och övriga plastiska deformationer. Dessa fysiska förändringar kommer att mätas upp med avancerade optiska mätsystem och jämföras med det virtuellt predikterade utfallet. Detta system skall nu installeras och operatörer skall utbildas för att skapa bättre och robustare processtyrning.

Figur 1 Konventionellt "Table-top" system för falsning

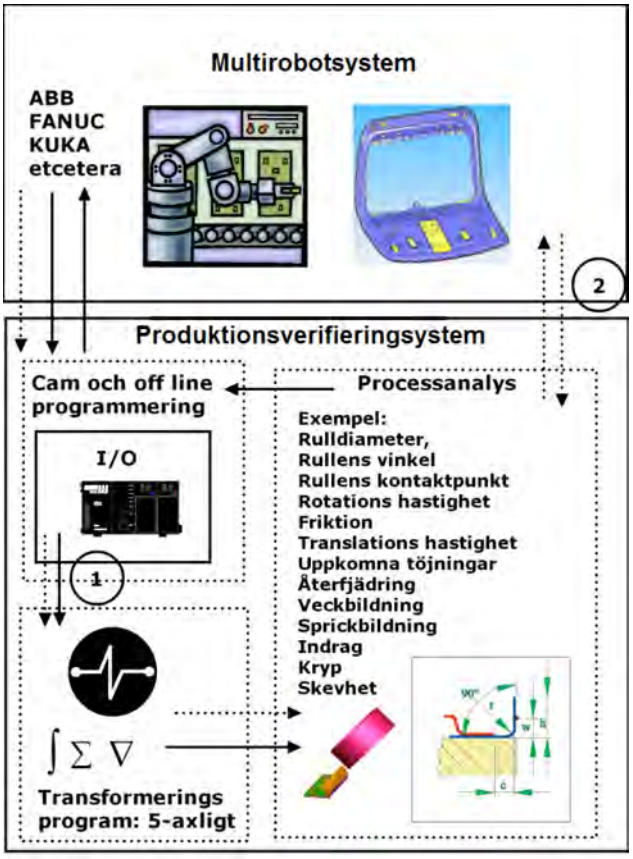




Figur 2 Beskrivning av rullfalsning



Figur 3 Tidig jämförelse mellan en simulering och en fysisk detalj efter en rullfalsningsoperation.



Figur 4 visar en översiktlig beskrivning av kopplingen mellan robotcellen och produktionsverifierings-systemet

Projekteffekter

I takt med att nästa all fordonstillverkare och speciellt Saab Automobile och GM i synnerhet övergår till rullfalsning mer och mer för varje år så kommer det krävas detta processplaneringssystem för både öka kvaliteten, minska ledtiderna vid installation och öka produktionstakten för rullfalssystem

Deltagande parter och kontaktperson

Partners:

SAAB Automobile	Martin Zubeil	Huvudsökande
Svensk Verktygsteknik	Roger Andersson	FoU Partner

Kontaktperson:

Roger Andersson
FoU Ansvarig
Svensk Verktygsteknik (www.svenskverktygsteknik.com)
E-post: Roger@svenskverktygsteknik.com
Tel: 0920-75917

Kvalitetssäkrad härdning av limmade karosser

För att stärka svensk fordonsindustris konkurrenskraft och bidra till att produktion behålls i Sverige är det viktigt att ligga i frontlinjen med kunskap om tillverkningsprocesser och produktionsteknologier. Detta projekt syftar särskilt till att stärka forskningen för att lösa problem som förekommer vid limning av karosstrukturer, särskilt på exteriöra paneler i våra produktionsprocesser. Projektet är ett samarbetsprojekt med svensk fordonstillverkare, akademi och materialleverantörer representerade.

Projektet består av två separata delar, nämligen 1 och 2 enligt nedan. Rapportens innehåll:

1. Simulering av limning, måttändringar uppkomna vid ugnshärdning
2. Glaskulor i falslim
3. Deltagande parter och kontaktpersoner
4. Publikationer och spridning av resultat

1. Simulering av limning, måttändringar uppkomna vid ugnshärdning

Syfte

Falsade bilartiklar som dörr, huv och lucka limmas ofta av två skäl. Dels appliceras ett lim i falsen innan den viks in för att förbättra hållfastheten och hindra fuktinträngning med risk för korrosion. Och dels används ett mjukare s k antiflutter mellan inner och ytterplåt för att motverka vibrationer i panelerna. Det mjukare limmet appliceras typiskt i områden med begränsad styvhet, såsom relativt plana områden med litet pressdjup.

Båda typerna av lim appliceras typiskt i karossfabriken. Normalt används värmehärdande enkomponentlim. Härdningen kan alternativt göras i karossfabriken eller måleriet, men detta projekt fokuserar på härdning i måleriets ugnar och de där uppkomna deformationerna.

Vid try-out av nya produkter används mycket tid för att komma tillrätta med de deformationer som uppkommer vid härdningen av lim. För att reducera tidsåtgång och personalbehov under intrimningen av tillverkningsprocessen är det önskvärt att tidigt ha ett virtuellt verktyg för processoptimering.

Resultat

Projektet har för att skapa ett simuleringsverktyg:

- Definierat de materialparametrar som behöver ingå i en fundamental lag för simulering av härdprocessen.
- Utvecklat experimentella metoder för att bestämma dessa materialparametrar.
- Bestämt numeriska data för fem limmer.
- Definierat en fundamental lag för härdningsprocessen.
- Implementerat materiallagen i programmet ABAQUS.
- Validerat simuleringsresultat mot experimentella data för testobjekt och för limmade bilkomponenter.
- Utvärderat en metod/skript for tolkning av simuleringsresultat.
- Tagit fram rapporter, guidelines och dokumentation.

Genomförande

Limdata som normalt inte tillhandahålls av limleverantörer har definierats och bestämts i labmiljö med tekniker som reologisk mätning, DSC (differential scanning calorimetry), DMTA (dynamic-mechanical thermal analysis) och dragprovning. Simuleringar har gjorts med programvaran ABAQUS, och validerats mot labprover i stål och aluminium samt mot motorhuvar i stål och aluminium tillverkade i produktionsutrustning. Ytterligare arbete föreslås för att förbättra verktyget.

Projekteffekter

Simuleringsverktyget ska göra det möjligt att förutsäga deformationer som tidigare inte har kunnat simuleras. Detta ger möjlighet att reducera ledtid för nya artiklar genom att tidigt anpassa produktens konstruktion och valet av lim. Verktyget kommer också att stödja kvalitetsförbättringar genom bättre ytfinish.

2. Glaskulor i falslim

Syfte

Falsade produkter (främst huv, lucka och dörrar) limmas i falsen. Limmet ger ett väsentligt bidrag till produktens styvhet. Härdningen kan göras endera i måleriets ugnar samtidigt som lackhärdningen, och då till ingen kostnad, eller i särskilda härdutrustningar i anslutning till falsningen. Det senare innebär investering i induktionshärdutrustning eller ugn och kostnader för drift. Ofta har en ohärdad produkt otillräcklig styvhet för att klara hanteringen i produktionsflödet fram till måleriugnarna

utan deformationer, och då har historiskt lösningen varit att investera i härdutrustning i samband med falsningen.

Enstaka tidigare tester har visat att lim med glaskulor i vissa fall kan ge ett bidrag till produktens styvhet. Vår teori är att glaskulorna delvis pressas in i plåtarna under falsoperationen och därmed mekaniskt bidrar till hållfastheten. De få tester som tidigare har gjorts på våra produkter har emellertid gett motstridiga resultat. Projektet ska ge svar på vilka parametrar som ger bäst förutsättningar för styvhet före härdning.

Resultat

Projektet har visat att glaskulor kan ge ett avsevärt bidrag till hållfasthet i falsförband och därmed till produktens styvhet före härdning. Projektet visar också hur bidragets storlek beror av olika parametrar såsom metall, mängd glas, falstyp, falsningskraft m m I rapporten formuleras också guidelines för användning av lim med glaskulor.

Genomförande

Utvärderingen av parametrar har gjorts experimentellt på speciellt framtagna provplåtar. Dessa har rullfalsats med en robot på Innovatum, försedd med ett särskilt framtaget verktyg som medger noggrann styrning och kontroll av falsningskraften. Roboten har programmerats för de olika aktuella falstyperna. Skjuvhållfastheten för de olika proverna har mätts av IVF i dragprovmaskin.

Projekteffekter

Resultatet i delprojektet kommer med största sannolikhet att leda till att lim med glaskulor kommer till användning även i sådana produkter där vi tidigare trott att inga fördelar skulle erhållas. Detta kommer att innebära kostnadsbesparingar.

3. Deltagande parter och kontaktperson

För ytterligare information, kontakta:

Swerea IVF AB	Peter Ottosson	peter.ottosson@swerea.se	031-7066069
Fem-Tech AB	Anton Jurinic	Anton.JURINIC@3ds.com	031-690910
DOW Sverige AB	Nicholas Major	NMajor@dow.com	070-8336154
Henkel Norden AB	Magnus Fröström	Magnus.Frostrom@se.henkel.com	031-7505400
Innovatum AB	Lillemor Lindberg	lillemor.lindberg@innovatum.se	0520-289323
Saab Automobile AB	Sven-Ove Olsson	sven-ove.olsson@se.saab.com	0520-85247

4. Publikationer och resultatspridning

Implementering har påbörjats särskilt vad gäller delprojekt 2, ”Glaskulor i falslim”. Resultat har spridits bl a på en global CAE konferens inom GM september 2007. Dessutom har information givits på VINNOVAs MERA-konferens februari 2007 och inom Svetskommissionens AG49, Industriell Limning, och i två nummer av IVF:s skrift Limforum. Ett seminarie/utbildning genomfördes 2007-12-17 i Trollhättan, med möjlighet att delta på distans via webex för den som föredrog detta. Inbjudna var medarbetare från de företag (även internationellt) som parterna representerar samt VINNOVA.

Kvalitet, optimering och kosteffektiva svetsade strukturer – KOST-2010

I föreliggande projekt avses att utveckla teknologier och metodik för att dimensionera och i automatiserad serieproduktion tillverka lätta farkoststrukturer i höghållfast material. Ett nytt svetsklassystem har utvecklats och är nu en öppen Volvo standard som har introducerats i IIW (International Institute of Welding) som grund för en ny internationell standard. Flera system för bedömning av yttre svetsgeometri har studerats. En mer robust processtyrning för olika typer av svetsprocesser kommer att studeras och rekommendationer för processfönster för serieproduktion utvecklas. Med en bra yttre geometri på svetsförband blir rotsidan kritisk och förutom en bra processtyrning behövs mer kostnadseffektiva OFP-strategier. Kostnadseffektiva i avseende robusta produkter vilket inkluderar utveckling av procedurer och metoder med inbyggd återkoppling tillkonstruktion- och tillverkningsprocesserna. Tillsammans med noggrannare dimensioneringsmetoder kommer resultaten från detta projekt medverka till kostnadseffektiva strukturer och ett reducerat resursutnyttjande samt ökad kompetens inom svensk produktionsteknik

Syfte

Det övergripande syftet med projekt är att genom ökad kvalitet i svetsade konstruktioner skapa förutsättning för introduktion av mer höghållfast material. Detta kommer att förbättra konkurrenskraften i den svenska farkostindustrin och dess huvudsakliga leverantörer av material och system.

Genomförande

Projektet bedrivs tillsammans med ett Tema LOST inom VINNOVAs program Lätta material och lättviktskonstruktioner vilket tillför arbetspaket inom laserhybrid, fem demonstratorer samt implementering av resultaten, nedan redovisas arbetspaketen kortfattat inkluderande LOST (WP7-13)

WP1. **Framtagning av korrelation mellan acceptansgränser och livslängd**. arbetspaketet utarbetas ett mer vetenskapligt baserat underlag för en ny standard.

WP2: **Automatisering av kvalitetssäkrad svets- och förbättringsprocess.** För att systematiskt erhålla fullgod svetskvalitet under varierande förhållanden, såsom varierande värmeupptagning, varierande svetsgap mm är det nödvändigt att utnyttja sensorteknik

och återkoppling av mätdata tillsammans med parameteriserad simulering av svetsprocessen

WP3: **Analys av skärkvalitet m a p hållfasthetsklass**. Arbetspaketet omfattar undersökning av skärkvalitet vid industriell tillverkning för olika skärmetoder och olika material.

WP4: **Kvalitets- och Kontrollsystem för yttre Svetsgeometri.** För att mäta denna övergång och övriga parametrar i ett svetsförband behövs ett lättanvänt mätsystem. Optisk detektering av en laserlinje projicerad på svetsfogen finns kommersiellt tillgängligt, men modifiering av evalueringsalgoritmen blir nödvändigt för att indikera de kvalitetsmått som tagits fram.

WP5: Kontrollstrategi för inre fel. WP5: Den OFP-teknik som tillämpas i dagen produktionssystem har inte kapacitet att säkerställa det kvalitetsmål som detta projekt i övrigt beskriver. Avsikten är att utveckla alternativa OFP och kontrollsystem vilka innefattar både metodutveckling och procedurframtagning för integration i (och återkoppling till) konstruktions- och tillverkningsprocesserna.

WP6: Produktionstekniska aspekter på lokal geometri och lokalt inducerade spänningstillstånd. Målsättning är att generera metoder för att ta fram generiska restspänningsprofiler, samt att beskriva geometriska effekter på spänningsfältet i typiska förband.

WP7: Framtagning av robust Laserhybrid process. Framtagning av en välutvecklad processteori för svetsdefekttolkning och parameteroptimisering och en anpassad kvalitetskontrollplattform.

WP8-12: Fem demonstratorer av lätta stålkonstruktioner. Fem svetsade komponenter från Volvo CE, HIAB och Atlas Copco. Målsättning är att demonstrera en viktsreduktion på 20-25 %.

WP13. Utbildning och implementering av teknik för dimensionering och tillverkning av lätta svetsade konstruktioner**.**

Resultat

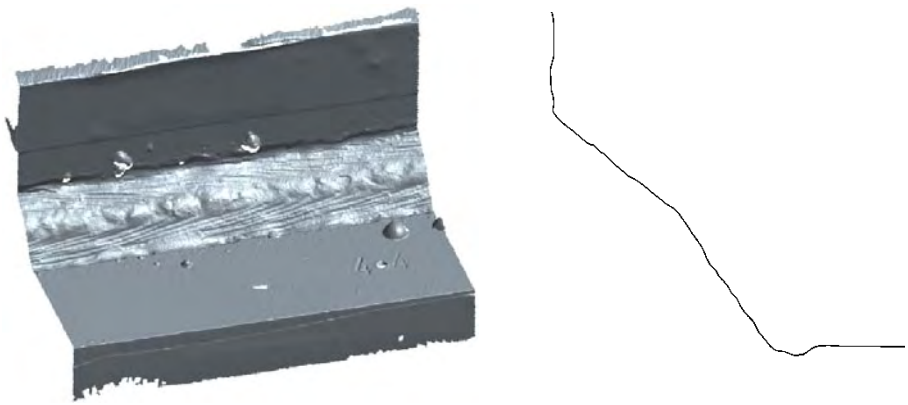


Fig. 1. En datorproducerad bild från ett vision system av ett svetsförband, samt en sektion av tvärsnitt av svetsgeometrin

Industriella resultat:

- Ett nytt svetsklassystem har utvecklats och är nu en öppen Volvo Standard. Svetsklassystemet har introducerats i internationella konferenser och som grund för internationella regler inom IIW.
- Ett antal olika kommersiella vision system har provats varvid de flesta system f n inte har uppnått en industriellt acceptabel niva m a p användarvänlighet och noggrannhet. En anpassning av mjukvaran för mätning av svetsgeometrin saknas mm. Ett användargränssnitt för utvärdering av optiskt detekterad yttre svetsgeometri har påbörjats vid HV.
- Resultat från omfattande provning hos SSAB visar att kombinationen avancerande höghållfasta stål och moderna skärmetoder ger potential utöver föreliggande normer vad gäller utmattningshållfasthet hos skärkanter.
- Skapande av ett branschöverskridande nätverk inom OFP med deltagare både från tillverkare, utförare och universitet, där det synliggjordes att grundproblemet i första hand troligen inte är tekniskt utan relaterat till övergripande procedurer och områdets tvärvetenskapliga natur. Konstruktörer, tillverkare och provare har ofta inte samma synsätt och utgångspunkt vilket leder till svårigheter i att förstå varandra. Detta är ännu inte fullt ut kartlagt inom fordonsindustrin och annan verkstadsindustri vilket blir nästa delmoment i WP5.
- En utbildning av verksamma beräkningsingenjörer har genomförts på KTH Lättkonstruktioner, på 6 hp (högskolepoäng) med 24 deltagare från svensk verkstadsindustri. Kursen kommer också att genomföras i November 2008.

Akademiska resultat:

- Doktorander anställda på LTU och HV deltar i projektet.
- En Tekn Dr har rekryterats till CTH för att bl a utveckla OFP-verksamheten inom LOST
- Zuheir Barsoum avlade doktorsavhandling med Titeln: Residual Stress Analysis and Fatigue Assessment of Welded Steel Structures, april 2008, han fortsätter som forskare inom LOST.
- Simuleringsrutiner har utvecklats i FEM för framtagning av generiska restspänningsfördelningar i vanligt förekommande svetsförband.
- Utmattningsprovning på KTH av provstavar svetsade med olika tillsats material och svetsprocesser visar att dessa har en inverkan på svetsdefekt förekomst, spänningskoncentrationer och utmattningshållfastheten.
- En försöksserie för att kategorisera typer av defekter har genomförts på HV.
- En ny metod Bifurcation Flow Chart, har utvecklats på LTU för att dokumentera och generalisera svetsresultat och kunskap.
- En högmodern 15 kW högeffektfiberlaser har installeras på LTU, som möjliggör svetsning av tjockare material.

Publikationer

- Marquis G. Samuelsson J. Agerskov H. and Haagensen P. J. (editors) Integrated Design and Manufacturing of Welded Structures, proceedings International symposium, March 13-14 Eskilstuna Report 18, Lappeenranta University of Technology, 2007
- Samuelsson, J. Marquis G. Hansen A. and Haagensen P. J. Research to improve the quality of advanced fabricated structures, ibid.
- Barsoum, Z. Fatigue strength of cruciform joints fabricated with different welding processes, ibid.
- Järvstråt, N. and Sohi, M. Surface geometry measurements for SCF assessment, ibid.
- Byggnevi, M. and Mrden, N. Fatigue performance of gas cut edges, ibid.
- Barsoum, Z. Prediction of welding residual stresses, ibid.
- Gustafsson, M. Fatigue of high strength steel welded joints under spectrum load, ibid.
- Jonsson, B. FE base design procedures for fatigue loaded components, ibid.
- Jonsson, B. Revision of Volvo's weld quality rules, ibid.
- Edstorp, M. Numerical simulation of the weld pool, ibid.

- Gustafsson, M. Fatigue strength of HSS joints welded with martensitic filler material, ibid.
- Samuelsson, J. (editor), Integrated Design and Manufacturing of Welded Structures, Report from Nordic Innovation Centre-project: Quality and Cost of Fabricated Advanced Welded Structures-Q-FAB, Nordic Innovation Center, 2007
- Samuelsson, J. Marquis G. Agerskov, H. and Haagensen P. J. Work in progress on fatigue of welded structures in the Nordic countries, IIW Document XIII-2168-07, IIW Annual Assembly Dubrovnik, 2007
- Barsoum, Z. and Jonsson, B. Fatigue assessment and LEFM analysis of cruciform joints fabricated with different Welding processes, IIW Document XIII-2175-07, IIW Annual Assembly Dubrovnik, 2007, also in Welding in the World
- Barsoum, Z. Spectrum fatigue of high strength steel joints welded with low temperature transformation consumables, 2nd International Conference on Fatigue Design 07, Senlis, 20-22 november 2007
- Jonsson, B. A proposal for a new weld class system, 2nd International Conference on Fatigue Design 07, Senlis, 20-22 november 2007
- Sikström, F. Simulation as a tool for design of an adaptive welding system, Swedish Production Seminar, Göteborg 2007
- Peigang Li Investigation on the quality of automated tandem-arc welds, Diploma work No.121/2008, ISSN 1652-8913, HV, 2008
- Barsoum, Z. Residual Stress Analysis and Fatigue Assessment of Welded Structures, PhD-thesis, TRITA-AVE 2008:11, KTH, 2008
- Methods for automatic inspection of weld geometry, Bachelor's thesis, report 2008:MR01, Mechatronics Engineering, Robotics and Embedded Systems, Department of Engineering Science, HV, 2008.
- Jonsson, B. and Samuelsson, J. A new weld class system, IIW doc. XIII-2235-08, IIW Annual Assembly Graz, Austria, 2008

Projekteffekter

Den utmattningsbaserade standard för svetskvalitet som tas fram i projektet är mycket lovande för att öka tillförlitligheten i svetsade konstruktioner, samtidigt som överdimensionering undviks och nya höghållfasta material kan användas med tillförsikt. Noggrannheten i utmattningsdimensionering kommer att öka inom hela den svenska verkstadsindustrien, dels genom framtagning av noggrannare materialdata, ökad kännedom om moderna förbättringsmetoder samt väsentligt bättre beräkningsmetoder, såsom "Effective Notch Stress".

Deltagande parter och kontaktpersoner

Projektledare/Jack Samuelsson HLD Volvo CE/Inst för Farkost och Flyg, KTH, jack.samuelsson@volvo.com Tel 016-5415228

Parter

Volvo CE	Jack Samuelsson
Volvo Truck	Rickard Brorsson
Volvo Bus	Martin Carlsson
Volvo Powertrain	Lars-Erik Svensson
Volvo Technology	Bengt Johansson
Volvo Aero	Henrik Runnemalm
SSAB	Mats Gustafsson, Torbjörn Narström
HIAB AB	Lars Rydahl
Atlas Copco Rock Drills AB	Kenneth Karlsson
ESAB	Lars-Erik Stridh
ALFGAM OPTIMERING	Dan Holm
Brink Sverige AB	Miso Kalliokorpi
AHAN AB	Thomas Axelsson
Force Technology Sweden AB	Hans-O Olsen
ÅF Kontroll	Conny Ericsson
Svetskommissionen	Stellan Carlsson
KTH, Inst. för farkost- och flygteknik	Zuheir Barsoum (Jack Samuelsson)
LTU, Avd. för produktionsutveckling	Lars Erik Lindgren, Alexander Kaplan
HV, (Högskolan Väst)	Niklas Järvstråt, Anna- Karin Christiansson
CTH, Forskargruppen SCeNDT	Håkan Wirdelius, Peter Hammersberg

Punktsvetsning av ultrahöghållfasta stål (UHSS)

Höghållfasta stål kommer i ökande omfattning att användas för karossproduktion inom fordonsindustrin. Dessa stål möjliggör bättre prestanda t ex vid krock eller mindre vikt vid samma hållfasthet. Mindre vikt innebär mindre miljöbelastning och lägre bränslekostnad.

Flera nya problem kan förekomma vid punktsvetsning av dessa material, problem som inte finns med mjuka kolstål. Punktsvetsning är en etablerad fogningsteknik för stålplåt upp till hållfasthet ca 600MPa. Vid högre hållfasthet blir punktsvetsning svårare. Projektet syftar till att öka kunskapen om punktsvetsning av dessa material.

Syfte

I projektet ska ny kunskap tas fram som kan tillämpas industriellt. Detta ska möjliggöra ett utökat användande av UHSS- material genom att presentera och verifiera en lösning på de problem som kan uppstå vid punktsvetsning av dessa stål

Resultat

Projektet kommer att avlutas vid slutet av 2008, och en mycket stor del av det planerade arbetet är genomfört nu. Resultat och läge kan kort sammanfattas:

- De defekter som kan förekomma med de aktuella stålen och kombinationer av dessa har identifierats.
- Processfönster och processduglighet har undersökts. De parametrar som har betydelse för uppkomsten av defekter har kartlagts, vilket möjliggör processoptimering.
- En handbok för implementering av UHSS i produktion är under framtagning. Denna baseras på projektets resultat och genomförd implementering hos några av projektparterna.
- En FEM modell för förutsägelse av sprickor har utvecklats och verifierats. Erforderliga materialdata har genererats. Simuleringen ger ny värdefull kunskap om varför defekter uppkommer.
- Tre tekniker för OFP (oförstörande provning) har undersökts. De är ultraljud, eddy current och IR-termografi. Ett round robin test har genomförts för att studera duglighet. Både manuell och automatiserad OFP har undersökts.

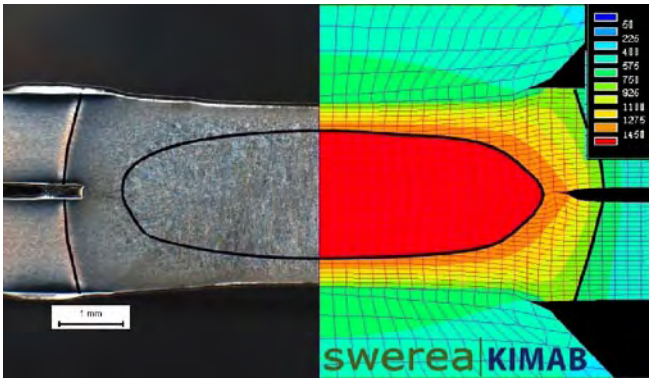
- En kartläggning av hur defekter påverkar hållfasthet har gjorts. Statisk, dynamisk och krockhållfasthet har undersökts både med FEM beräkningar och med provning.
- Preliminära acceptanskriterier för defekter har fastställts. Slutliga kriterier bestäms när alla relevanta studier i projektet är färdiga.
- Ett urval alternativa reparationsmetoder för defekta punktsvetsar har undersökts.
- Framtagning av utbildningsmaterial baserat på projektresultaten pågår.

Genomförande

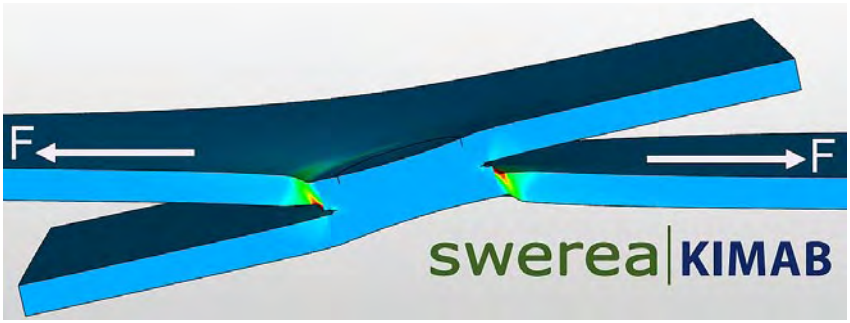
Projektet är uppdelat i tio delprojekt, som syftar till att uppnå uppsatta mål. Dessa delprojekt är:

dp1. Identifiera förekommande typer av defekter vid PSV av UHSS
dp2. Processoptimering av PSV av UHSS
dp3. Implementation av PSV av UHSS i industriell produktion
dp4. Utveckla och verifiera FEM modell för förutsägelse av sprickor vid PSV av UHSS
dp5. Oförstörande provning (NDT) vid PSV av UHSS
dp6. Hur defekter i punktsvetsar påverkar hållfasthet (statisk, krock och utmattning)
dp7. Acceptanskriteria för sprickor vid PSV av UHSS
dp8. Reparation av punktsvetsar
dp9. Utbildning i PSV av UHSS
dp10. Projektledning

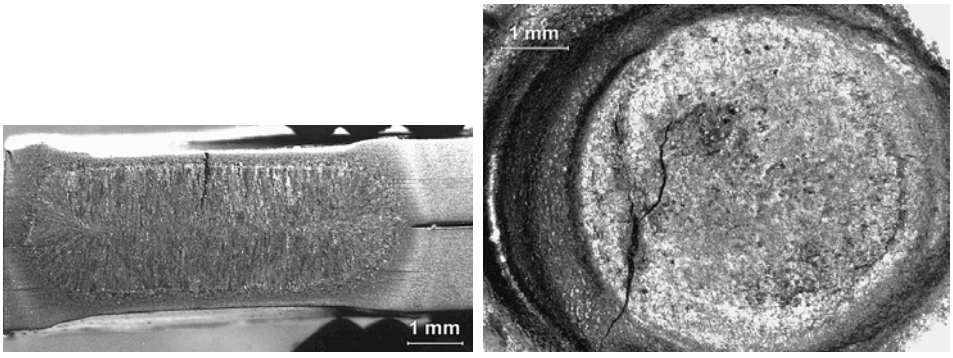
Projektets löptid är 2006-2008.



Simulering av temperatur i en punktsvets under tillverkning. Den oerhört snabba temperaturändringen innebär fasomvandlingar i materialet och volymändringar som bidrar till spänningar i materialet. Höga nivåer på dragspänningar orsakar sprickor. Simuleringar har gett förståelse för var och varför sprickor kan förväntas.



Simulering av dragprov på punktsvets med spricka i ytan. Dessa simuleringar har tillsammans med provning gett kunskap om vilka defekter och defektplaceringar som har betydelse för hållfasthet.



Dessa bilder visar extremt stora sprickor i punktsvetsar.

Projekteffekter

Projektet resulterar i metoder, tekniker och kunskap som gör det möjligt att effektivt införa UHSS stål i industriell produktion. Detta kommer att bidra till att stärka projektdeltagarnas och svensk fordonsindustris konkurrenskraft, och kommer att bidra till att vi får lättare fordon och därmed mindre miljöbelastning och lägre bränslekostnad.

Deltagande parter och kontaktperson

Saab Automobile AB	Sven-Ove Olsson (projektledare)
Volvo Personvagnar AB	Joel Lundgren
Scania CV AB	Rikard Ottosson
Volvo Truck Corporation	Lars-Ove Carlsson
SSAB Tunnplåt AB	Tony Nilsson
Gestamp HardTech AB	Jan Krispinsson
Outokumpu Stainless AB	Mats Karlsson
Volvo Aero Corp	Terho Sulkupuro

ABB Automation Technologies AB	Mikael Ohlsson
Innovatum AB	Lillemor Lindberg
Korrosions och Metallforskningsinstitutet AB	Arne Melander
IVF Industriforskning och utveckling AB	Ola Albinsson
Högskolan Väst	Per Nylen

Kontaktperson:
Sven-Ove Olsson, projektledare
Saab Automobile AB
sven-ove.olsson@se.saab.com
Tel. 0520-85249

Formblåsning och Härdning, Processutveckling

Formblåsning och härdning erbjuder möjlighet att tillverka komplexa detaljer med hög hållfasthet. Metoden innebär värmning av rullformade svetsade borstålsprofiler till 920 °C, blåsning av profilen till önskad form samt härdning av komponenten till sträckgräns ca 1100 MPa innan den tas ur formverktyget.

Syfte

Avsikten är att utveckla tekniken för Formblåsning och Härdning till produktionsmässighet

Resultat

Med Formblåsning och härdning av borstål kan komponenter kostnadseffektivt tillverkas med jämförbar vikt/prestanda som hydroformade komponenter i aluminium.

Lämpliga detaljer att Formblåsa och Härda är: A-, B- och C-stolpar, takbågar, tvärbalkar, konsoler, stag, stötfångare mm. Målet är att nå viktbesparingar på ca 20 % jämfört med befintliga konstruktioner i stål.

Genomförande

Utvecklingsarbetet har delats upp enligt följande:

Processutveckling

Metoder för uppvärmning, hantering, formblåsning och härdning av rullformade slutna profiler har kartlagts. En prototypanläggning för Formblåsning och härdning har konstruerats och tagits i drift. Samband mellan inre övertryck, matning av material, formbarhet och möjliga cykeltider har studerats.

Verktygsutveckling

Metoder att konstruera och tillverka verktyg för varmformning, blåsning och härdning av rullformade slutna profiler har dokumenterats. Friktionsförhållanden, slitage och val av verktygsmaterial har studerats.

Formningsförsök

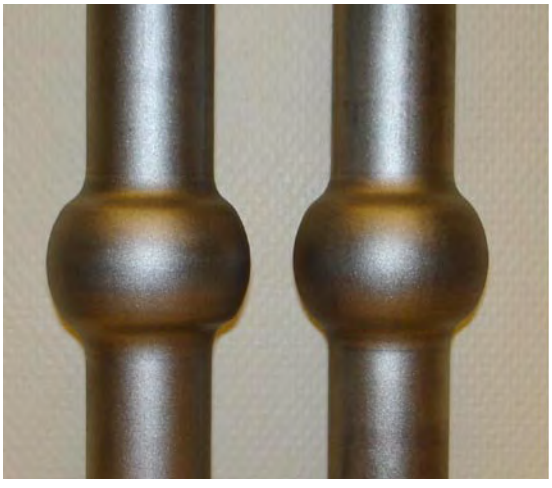
I samarbete med Ltu har möjligheter med Formblåsning och Härdning visualiserats med formningssimuleringar. Hänsyn har tagits till borstålets egenskaper vid höga temperaturer, brottkriterier, kylning från verktyg och vatten, återfjädring m m.

Simuleringarna har verifierats via formningsförsök med forskningsverktyg. Produktionsparametrar, t ex formbarhetsgränser, möjliga radier, cykeltider, måttnoggrannhet och spridningsvärden har studerats.

”Max Bula”

”Max Bula” verktyget är konstruerat med rörliga verktygsdelar. Avsikten är att undvika kontakt mellan varmt material och kallt verktyg så långt som möjligt under formningen.

Erhållen diameterökning från 48 mm till 78 mm är större än 62 %.

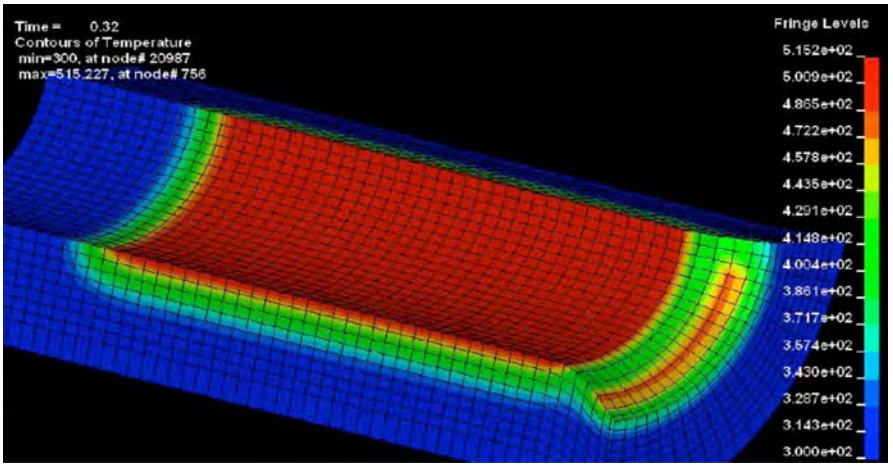


Ämne:
Borstål 22MnB5 ø48 x 1,90 mm

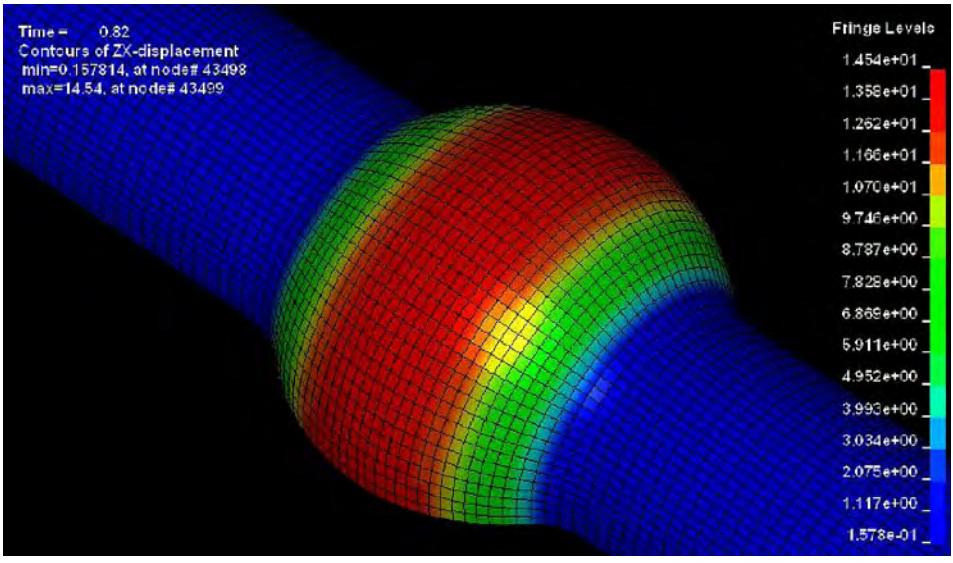
Formblåst och Härdad:
Max diameter ø78 mm

Materialtjockleken är mätt till 1,45 mm i mitten av bulan.

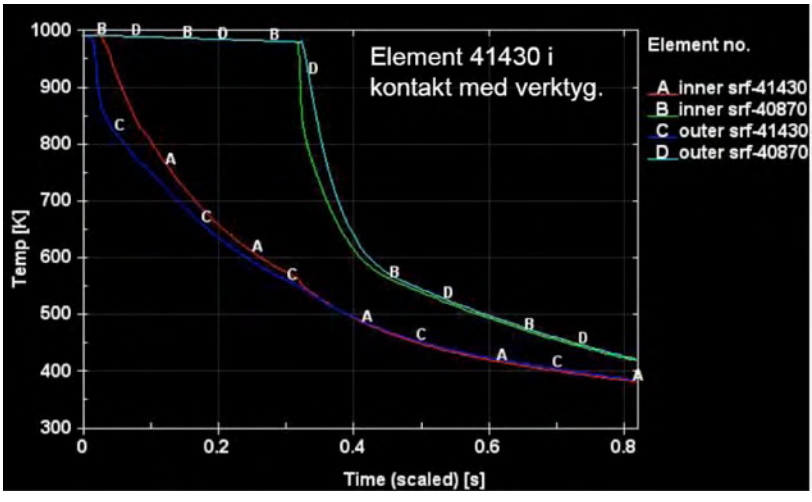
Doktorand Göran Lindkvist, Luleå tekniska universitet, har utfört termo-mekaniska FE-simuleringar av formblåsning och härdning av ”Max-bula”.



Simulerad max verktygstemperatur ca 240 C



Simulerad max bul-radie 23 + 14.54 = 37.54 mm (centrum av materialtjockleken)



Temperatur Max-Bula. Inre och yttre plåtytor med och utan verktygskontakt. Kylning med vatten börjar vid tid ca 0.35 s.

”Min Radie”

Avsikten med ”Min Radie” var att hitta minsta möjliga radie att formblåsa.

Ämne:
Borstål 22MnB5 ø48 x 1.90 mm

Formblåst och Härdad:
Max diameter ø76 mm
Yttre radie ~ 10 mm

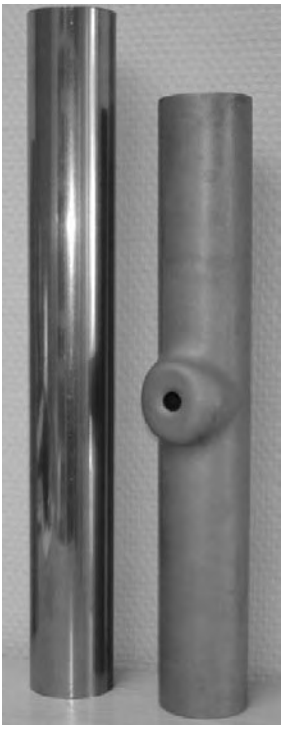
Materialtjockleken är mätt till 1.52 mm i mitten av bulan.

Test gjorda med ”Show-piece” verktyg visar att inner radien kan minskas till nära noll genom att välja lämplig verktygsutformning och ämnesmatning.

”T-stycke”

”T-stycket” verktyget har försetts med en enkel stansutrustning.

Avsikten var att demonstrera möjligheten att Formblåsa och Härda en komplicerad form och samtidigt integrera en stansoperation.



Ämne:
Borstål 22MnB5 ø48 x 1.90 mm

Formblåst och Härdad:
Bul-höjd 12 mm
Håldiameter 10 mm

Projekteffekter

Erhållna resultat har bland annat rapporterats i Licentiate Thesis, High temperature tribology of high strength boron steel and tool steels, Jens Hardell, Ltu 2007:36

Göran Lindkvist, Ltu, förväntas presentera doktorsavhandling under hösten 2008.

Svenska fordonstillverkare är mycket intresserade av tekniken och diskussioner pågår om prototypleveranser. För aktuella komponenter är viktbesparingen mellan 20–50 %.

Deltagande parter och kontaktpersoner

Följande Parter och kontaktpersoner deltar i projektet:
AP&T Presses AB, Jan Starck, 0325-61 96 12
SVT Svensk Verktygsteknik, Lars Sandberg, 0920-759 10

Ltu Luleå tekniska universitet, Mats Oldenburg, 0920-49 17 52
Accra Teknik AB, Göran Berglund, 0911-22 62 14

Nedanstående personer medverkar i projektets referensgrupp:
Kaj Fredin, Volvo Car Corporation
Lena Larsson, Volvo Truck Corporation
Lars-Olof Hellgren, Saab Automobile

3D-rullformning av höghållfasta komponenter med varierat tvärsnitt

3D-rullformning är en nyutvecklad metod som ger möjligheter att forma detaljer av plåt med komplexa geometrier till en konkurrenskraftig kostnad. Det aktuella projektet har som mål att verifiera processfönster samt formningsgränser för metoden.

Syfte

Projektets mål är att utveckla 3D-rullformning av höghållfast stålplåt till en robust process färdig att använda för svensk fordonsindustri. De avgörande stegen för att uppnå målet är:

- Verifiering av processens robusthet och utvärdering av processens gränser
- Framtagning av teoretisk grund för vidare utveckling av metoder för att digitalt kunna förutsäga process- och produktegenskaper.

3D-rullformning, utvecklad och patenterad av det svenska företaget Ortic 3D AB, är en ny metod för att rullforma komplexa detaljer. Traditionellt har rullformning varit en mycket kostnadseffektiv metod för att forma profiler med ett konstant tvärsnitt. Att metoden är lämplig för formning i höghållfast stål är en ytterligare faktor som gjort att intresset ökat de senaste åren. En begränsning har tidigare varit att man endast kunnat tillverka profiler med konstant tvärsnitt.

3D-rullformning gör det möjligt att variera profilens tvärsnitt och samtidig kröka och vrida, vilket väsentligt ökar metodens användbarhet inom fordonsindustrin. Ett stort behov av höghållfasta balkar med varierande tvärsnitt finns för t ex krockapplikationer, och rullformning är normalt mycket kostnadseffektivt. Eftersom rullformning passar bra för formning av höghållfasta stål kan även fordonsföretagens krav på viktminskning tillgodoses.

Resultat

Projektets främsta resultat är kunskap om

- 3D-rullformningsprocessens robusthet för krävande material och långa serier
- formbarhetsgränser för 3D-rullformning av höghållfast stålplåt.

Ur ett industriellt perspektiv är det viktigaste resultatet en verifierad formningsmetod.

Därför är det viktigt att skapa kunskap som företag kan använda för att avgöra när 3D-rullformning passar för en komponent.

Det främsta akademiska bidraget kommer att vara ökad förståelse för samband mellan icke-linjära formningsoperationer och egenskaperna hos materialet. Detta åstadkoms genom en kombination av provning och FE-simulering.

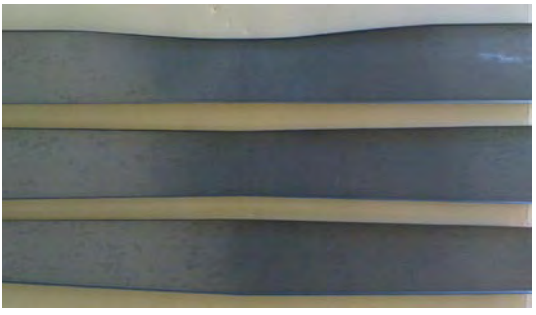
En presentation av projektets halvtidsresultat har gjorts på konferensen IDDRG2008 (International Deep Drawing Group).

Genomförande

Projektet bygger på genomförande av en stor serie experiment. Experimenten görs dels för att bestämma processkapabiliteten vid längre serier, dels för att hitta formbarhetsgränser för 3D-rullformning i olika material.

Två olika grundprofiler kommer att provas; en mjuk hattprofil och en U-profil. Från dessa profiler kan andra geometrier skapas.

Utrustning för 3D-rullformning (ref Ortic 3D)



Tre varianter av profiler, formade i en och samma rullsats

Processupplägg för FE-simulering av 3D-rullformning

Projekteffekter

Projektet skapar förutsättningar för

- Reducerad ledtid
- Lägre investeringskostnader
- Ökad flexibilitet

hos svensk plåtformande industri genom att öka kunskapen om möjligheter och begränsningar hos en ny metod, 3D-rullformning.

3D-rullformningens potential ligger i att kombinera rullformning, som har låga verktygskostnader jämfört med pressning och avancerad styrning av rullarna för att möjliggöra komplexa geometrier.

Deltagande parter och kontaktperson

Ortic 3D AB	Michael Lindgren
Bendiro AB	Ulf Andersson
Saab Automobile AB	Anders Malm
Volvo Personvagnar AB	Paul Jonason
SSAB Tunnplåt AB	Lars Troive
Swerea IVF AB	Elisabeth Sagström

Kontaktperson: Elisabeth Sagström, projektledare
Swerea IVF
E-post: elisabeth.sagstrom@swerea.se
Telefonnummer: 031-706 60 67

Produktionsutveckling med laserhybridsvetsning – PROHYB

Laserhybridsvetsning är ny teknik som innebär att lasern kombineras med annan svetsprocess så att en gemensam fogningsprocess skapas. Detta kan ge stora fördelar i toleranser, produkt och produktivitet. Projektet studerar förutsättningarna för implementering i tunnplåtsområdet, dvs för fordonsindustrin och dess underleverantörer.

Syfte

Syftet är att skapa produktionsförbättringar i världsklass genom att anpassa och införa ny tillverkningsteknik i svensk fordonsindustri. Ett tekniksprång ska nås genom att kombinera de process- och produktförbättringar som ny laserhybridsvetsning kan ge med ett helhetsgrepp på tillverkningen.

Projektet ska:

- Studera förutsättningar och villkor för tillverkning av fordonskomponenter i tunnplåt med laserhybridsvetsning, specifikt laser-MAG
- Förbättra svetsbarheten av belagd plåt genom processoptimering eller -utveckling
- Utveckla och säkra processens gasskydd

Resultat

Projektet har skapat kunskaper som är vitala för att öka fordonsindustrins konkurrenskraft och kunna bibehålla produktion i Sverige. Mer specifikt förväntas följande ur projektet:

- Ökad produktivitet (bättre toleranser vilket möjliggör ökad svetshastighet).
- Robustare process (jämfört med till exempel laser och MAG), bättre spaltbryggbarhet.
- Färre tillverkningssteg, vilket förbättrar flöde i tillverkningen och minskar golvyta.
- Förbättrad kvalitet, bland annat genom att täta svetsar kan införas mer kostnadseffektivt.
- Större möjlighet att optimera foggeometri (geometrisk kvalitet).
- Ekonomisk bedömning för processen.

Genomförande

Projektet drivs i sju teknikmoduler:

A1. Förstudie av komponent, applikation och process. Denna innefattar en inledande konstruktionsgenomgång, val av typfogar samt svetsförsök på dessa.

A2. Mekanismstudie där dynamik i materialtransport, stabilitet i plasma och smälta, samt inverkan på penetration, mikrostruktur och robusthet studeras.

A3. Omkonstruktion och anpassning av komponenter, baseras på resultat från typfogförsök i A1.

A4. Processverifiering på subkomponentnivå.

A5. Tillverkning av utvalda komponenter.

A6. Utvärderingsmodul där förbandsegenskaper, tillverkningssystem, och konstruktion mäts mot krav och ekonomi.

A7 Rapportering och kunskapsspridning.

Projektet pågår t o m december 2008.

Projekteffekter

Projektet är aktivt i modulerna A6 och A7, övriga är avslutade. Hittills har det visats att hög produktivitet samt bättre spaltbryggbarhet och toleranser kan nås med laserhybridsvetsning – med bibehållen eller bättre kvalitet. För att potentialen ska kunna nyttjas fullt ut måste konstruktion och produktion anpassas till processen. Detta arbetas med nu i projektet, samtidigt som tillverkningsekonomin bedöms. Projektet har visat att metoden har fördelar även i tunnplåt och byggt kunskap om förutsättningarna för en framgångsrik implementering. Resultat har hittills presenterats externt på ett fogningsseminarium i Göteborg i april, samt vid ett seminarium arrangerat av Svetskommissionen. Fler resultatspridande aktiviteter planeras när de sista utvärderingarna är klara.

Deltagande parter och kontaktperson

Gestamp HardTech AB	Jan Krispinsson (projektledare)
Volvo Personvagnar AB	Johnny K Larsson
Permanova Lasersystem AB	Urban Todal
ESAB AB	Johan Tolling
AGA AB	Kjell-Arne Persson
Swerea KIMAB	Joakim Hedegård

Kontaktperson:
Jan Krispinsson jan.krispinsson@gestamp.hardtech.com

Svensk handbok för Skruvförbandsteknik

En Svensk Handbok för skruvförbandsteknik kommer att utvecklas i form av en Web applikation. I detta MERA projekt kommer fokus att ligga på Konstruktion av skruvförband. Innehållet kommer att färdigställas av: Saab Automobile, Scania CV, Volvo Power train (AB Volvo), Volvo Cars, Atlas Copco and Bulten. Bästa praxis från respektive företag kommer att fogas samman till ett gemensamt svenskt förhållningssätt. Detta kommer att presenteras i form av definitioner och konstruktionsanvisningar i en Web applikation utvecklad av Swerea IVF.

Målsättning

Målsättningen är att ta fram en svensk samsyn på Skruvförband så att vi blir mer effektiva i vår dialog. Att sprida det svenska synsättet till samtliga ingenjörer i Sverige som har intresse av professionella konstruktionsanvisningar. På så sätt räknar vi med att sätta svensk prägel på internationella projekt och på sikt bli mer konkurrenskraftiga internationellt.

Resultat och Leveranser

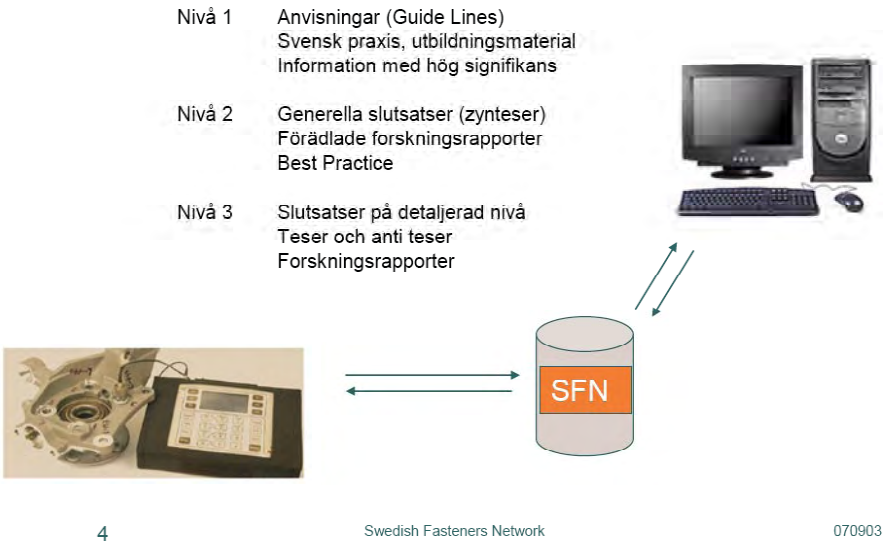
Anvisningar och Lathundar har sammanställts och delvis levererats, se t ex kapitlet ”Gängingrepp” i ”Handbok” sektionen på Swedish Fastener Network (SFN) hemsida, se Web länk: http://extra.ivf.se/sfnskruv/

Genomförande

Projektet har genomförts genom att respektive företag först har granskat sina egna anvisningar. Därefter har små arbetsgrupper satts samman för att renodla innehållet till ett gemensamt och av samtliga inblandade överenskommet svenskt synsätt. Förebilder har varit Karlebo Handbok och Svenska Nationalencyklopedin, men som Web baserad information. Web applikationen har utvecklats av och kommer att underhållas av Swerea IVF.

Swedish Fastener Network (SFN)

Web applikationen kommer också att utgöra nätverket: Swedish Fasteners Network (SFN) hemsida. Hemsidan kommer att innehålla andra projektleveranser t ex rapporten SFN MERA projektet: Ultraljudsaudit av sträckgränsdragna skruvförband (Utskruv, Dnr 2007-02859). Figur 1 nedan visar den generiska strukturen på applikationen.



Figur 1. Schematisk illustration av SFN:s Databas struktur.

Projekteffekter

Web applikationen blir den huvudsakliga effekten av projektet. Nivå 1 innehåller definitioner och anvisningar av generell natur och alla med dator och Internetanslutning kommer att kunna nå denna information. Nivå 2 ligger öppen för anställda på något av SFN företagen. Nivå 3 slutligen är belagd med lösenord och kommer enbart att kunna läsas av inblandade partners i respektive projekt.

Deltagande parter och Kontaktperson

Projektledare
Thomas Hermansson, Volvo Car Corporation therma14@volvocars.com

Kontakt person:
Jan Skogsmo
Swerea IVF
jan.skogsmo@swerea.se
Telefon: 031-706 6042

Andra parter:
Scania CV, Daniel Stålberg
SAAB Automobile/GM Power Train, Göran Toth
Atlas Copco Tools, Carl Carlin
Volvo Power Train Corporation (AB Volvo), Filip Bergman
Finnveden Bulten, Kurt Andersson

Utveckling av Ultraljudsteknik för Sträckgränsmontering av skruvförband (UTSkruv)

Idag utnyttjas skruvar i chassiförband ofta bara till 30 %. För att öka detta till 60 % av skruvens hållfasthet behöver förbanden sträckgränsmonteras. Det betyder att förbanden dras upp till begynnande plasticering. För att underlätta denna sträckgränsdragning måste kontrollmetoden förenklas. Idag demonteras förbanden och man mäter skruvens permanenta förlängning. Med ultraljudsmätning som är en slags ekolodmätning av skruvens elastiska förlängning kan kontroll utföras utan att demontera förbandet. Emellertid störs ultraljudssignalen då skruven deformeras plastiskt. Projektet kommer att utreda storleken på denna störning genom att skruven deformeras olika långt in i det plastiska området. Detta sker med experimentella metoder kombinerade med finita-element beräkningar.

Syfte

Syftet med detta projekt är att möjliggöra avancerad sträckgränsmontering av skruvförband i svensk fordonsindustri genom att bygga upp kunskap om en ultraljudsprovningsmetod för in-line eller efterkontroll.

Resultat

En utrustning har byggts upp för instrumenterad sträckgränsmontering. Den möjliggör simultan mätning av moment, kraft och svarstid för ultraljudsignal. Utrustningen har använts för studier av ett skruvförband som särskilt tagits fram för projektet. Med hjälp av utrustningen har experimentella data tagits fram för sträckgränsmontering. Utrustningen har dessutom utnyttjats för att ta fram data för ultraljudhastighet i material som utsatts för plastisk deformation. Mätningarna av ultraljudshastighet i den aktuella skruvtypen visar att ultraljudshastigheten är oberoende av plastisk deformation inom det studerade intervallet av plastisk deformation. Detta är ett överraskande resultat som förenklar tolkningen av ultraljudsignalen från montering av den aktuella skruvtypen. Det betyder nämligen att man enbart behöver ta hänsyn till hur ultraljudhastigheten beror på elastisk deformation och inte den plastiska deformationen. Den faktiska fysiska förlängningen förefaller ha en mindre betydelse för reduktionen av ultraljudshastigheten.

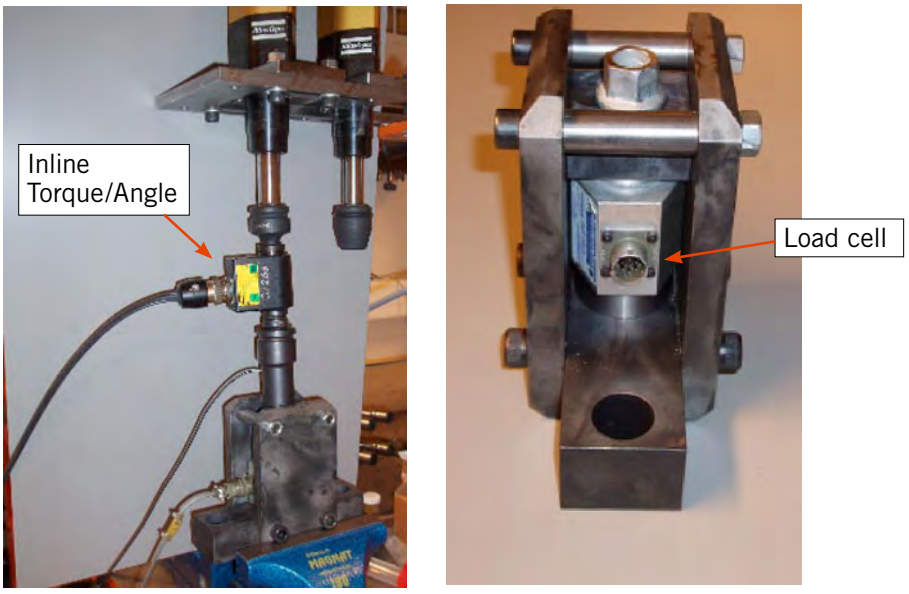


Fig 1 Instrumenterad utrustning för sträckgränsmontering av skruv.

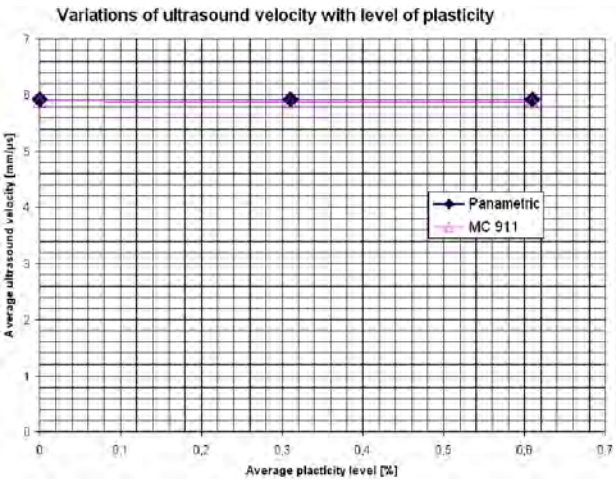


Fig 2 Ultraljudshastighet som funktion av plastisk deformation

Finita element modeller har byggts upp för skruvförbanden. Modellerna är 3-dimensionella och beskriver skruv, mutter och mellanliggande ämne. Skruvmaterialet är elasto-plastiskt och motsvarar hållfasthetsnivån 10.9. Sträckgränsmontering har simulerats med modellerna. Enligt arbetsgruppens kunskap är dessa resultat de första kända framgångsrika simuleringarna av detta komplexa 3-dimensionella fall. Modellerna har givit resultat om samband mellan moment och kraft samt fördelningar av spänningar och deformationer in skruven. Dessa data utnyttjas för att beräkna svarstiden för ultra-

ljudsignalen under sträckgränsmontering. Resultaten från beräkningarna har verifierats med experimentella mätningar med gott resultat.

Fig 3 Tre-dimensionell finita elementmodell av skruvförband

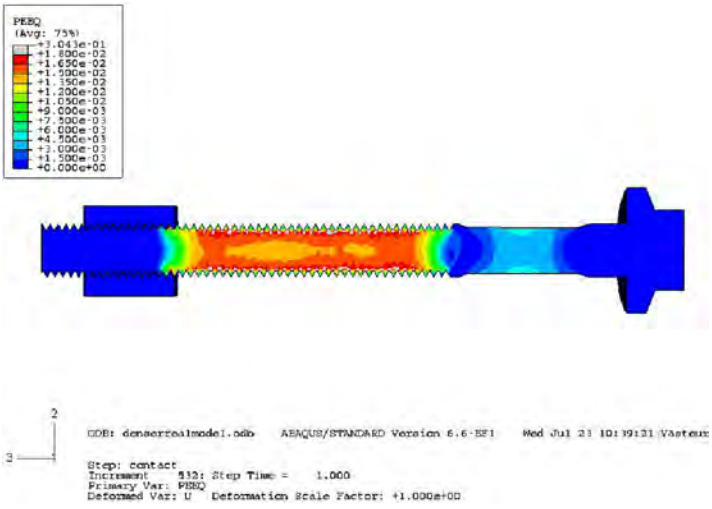


Fig 4 Finita elementmodell av skruvförband under sträckgränsmontering.

Projekteffekter

Detta projekt är ett mindre förstudieprojekt inom MERA programmet. Intrumenterad utrustning har byggts upp och finita elementmodeller har formulerats och verifierats.

Projektet har skapat en plattform för framtida utveckling av sträckgränsmontering av skruvförband. De komplexa samband som råder under sträckgränsmontering kan analyseras med den experimentella teknik som tagits fram och den beräkningsteknik som utvecklats. Enligt parternas kunskap är dessa verktyg på internationell teknisk och vetenskaplig spetsnivå.

Sträckgränsmonteringen har en god potential att ge kvalitetssäkrade vikteffektiva skruvförband. Tekniken behöver utvecklas så att industrialisering på bred front i svensk industri blir möjlig. Genom denna förstudie har förutsättning skapats att driva ett sådant utvecklingsarbete.

Deltagande parter och kontaktperson

Projektledare:
Thomas Hermansson, Volvo Cars Corporation

Kontaktperson:
Arne Melander, Prof
Swerea KIMAB
arne.melander@swerea.se
Telefon 08-4404870

Övriga partners:
Scania CV, Daniel Stålberg
GM Power Train, Göran Toth
Atlas Copco Tools, Carl Carlin
Volvo Power Train Corporation, Filip Bergman
Finnveden Bulten, Kurt Andersson

Utveckling av konkurrenskraften för Saab Automobiles produktion i Sverige, domän I och domän II

För att Saab Automobiles produktion och utveckling i Trollhättan ska kunna bibehållas måste produktionsteknologi och beredningsprocesser hålla absolut värdsklass för att kunna hävda sig i den hårdnande konkurrens som den ständigt ökande globaliseringen innebär. Detta kräver inledningsvis snabba och effektiva insatser, vilket också ligger i linje med motiven för MERA-programmets tillkomst. För att åstadkomma detta samlas här ett antal delprojekt inom domän I "Specifika tillverkningsprocesser och integrerad produktionsutveckling" samt domän II "Utveckling och drift av tillverkningsprocesser med virtuellt och digitalt stöd" där Saab har goda förutsättningar att snabbt nå resultat.

Syfte

Detta projekt består av en samling delprojekt som inriktar sig på relativt nya tillverkningsprocesser. Dessa processer har utvärderats och resultaten ska användas inom befintlig produktion, som återkoppling till produktkonstruktion och som grund för att definiera behoven av ytterligare utvecklingsprojekt.

Genomförande och resultat

Projektet består av sju delprojekt.

D.I-1 Rullfalsning

Delrojektets har utvecklat en processdrivande produktkravspecification för konstruerande enheter som kan säkerställa att uppställda mål för kvalitet och investering kan nås.

Inledningsvis har delprojektet deltagit i förserieproduktion av nya produkter och tagit del av de kunskaper som idag endast finns hos externa leverantörer av produktionsutrustning för rullfalsning. Vidare har områden där produktutformning påverkar möjligheter att använda metoden rullfalsning kartlagts. Utvärdering av kostnader för anskaffning och återanvändning av utrustning har också möjliggjort framtagning av riktlinjer och rekommendationer för vidare användning av rullfalsning som falsmetod. Delprojektet har initierat ett nytt MERA-projekt "Rullfalsning av plåtdetaljer för

medelhög och högvolymproduktion". Det nya projektet är ett mer omfattande utvecklingsprojekt som omfattar off-line programmering och virtuella studier

D.I-2 Glass Bead Adhesive

Projektidén är att använda lim med glaskulor, och därmed uppnå tillräcklig hållfasthet för vidare hantering inom karossfabriken utan att behöva härda limmet. Lim med glaskulor appliceras då före den station där falsning görs med högt tryck. Glaskulorna förutsätts delvis tryckas in i de två plåtar som falsas samman, och därmed mekaniskt bidra till tillräcklig styvhet för hanteringen i efterföljande produktionssteg, fram till slutlig härdning i befintliga måleriugnar.

Projektet har verifierat att lim med glaskulor ger ovan beskrivna fördel genom att utvärdera processduglighet, utvärdera dimensionsstabilitet, samt verifiera slitage på utrustning.

Fortsättning av detta delprojekt finns i MERA-projekt "Kvalitetssäkrad härdning av limmade karosser".

D.I-3 C-Weld

Första steget inom karossammanbyggnad innebär att artiklar fixeras och sammanfogas till en geometriskt stabil enhet som senare färdigsvetsas. Idealet är att fogning sker nära fixeringspunkter. Projektet innebar att finna koncept som genom att kombinera fixering och fogning i en och samma enhet förbättrar måttutfall, minskar investeringsbehov, minskar ytbehov och möjliggör ökad flexibilitet. Projektet resulterade i en beskrivning av ett tekniskt koncept (under patentsökning) samt dess påverkan på nyckeltal. Dessutom har en prototyp av den kombinerade fixering/fogningsenheten utvecklats.

D.I-4 Visionstyrd robot

Delprojektet avslutades framgångsrikt i januari 2006 genom att resultaten presenterades vid ett antal tillfällen i Trollhättan, Rüsselsheim och Detroit. Projektets huvudsyfte var att identifiera områden där ytterligare utveckling och utnyttjande av visionsstödd materialhantering ger vinster i form av ökad flexibilitet, minskad investering och minskat personalbehov. Detta syfte uppnåddes och utgjorde huvuddelen av den dokumentation som sedan presenterades inom GM. Vidare har delprojektet initierat två fortsättningsprojekt, "Automatiserad Karossmaterialhantering" samt "Flexibel Processnära Materialhantering" där ett stort kunskapsutbyte skett med såväl akademi som övrig svensk industri.

D.I-5 Hydroforming Förstudie

Delprojektets syfte är att undersöka potentialen att reducera investeringskostnaden för pressverktyg i lågvolymprojekt genom att använda plåthydroformningstekniken med fokus på den process som används inom GM för första produktion i år. Målet med förstudien är att ta fram ett beslutsunderlag. Det ska vara möjligt att ta ett beslut om fortsatt utredning av tekniken med rapporten som underlag.

Beslutet internt GME baserade på bland annat resultat av detta delprojekt är att fortsätta arbetet med en fysisk utprovning av en dörr ytterplåt i en Quintus press för att verifiera kvalitetsnivå på finish bland annat innan vi går vidare med business case och ett försök på lågvolyms produktion.

D.II-1 Simulering av utmattningshållfasthet hos bågsvetsar

Delprojektet har utvecklat metoder för utveckling av FEM modellerings teknik avsedd för att prediktera utmattningshållfasthet hos bågsvetsar som fogar samman karossartiklar. Denna typ av analysmöjlighet ger möjlighet att optimera svetsarna med avseende på styrka och utmattningshållfasthet vilket medför ett minskat behov av fysiska tester vilket i sin tur medför förkortad produkt- och processutvecklingstid.

D.II-2 Stokastisk FE-simulering för plåtformning

Delprojektet har varit ett samverkansprojekt mellan Saab Automobile och IVF. Arbetet har inneburit att definiera grunder för stokastisk simulering och implementera dessa i form av metoder i samband med plåtformningssimuleringar. Arbetet definierar delvis grunden för ett av de fem arbetspaket som bedrivs i MERA-projektet ”FE-simulering av plåtformning”.

Projekteffekter

Projektet har fungerat som en katalysator i arbetet med att etablera Saab som en FoU-resurs inom GM. Det har också inneburit ett utökat kontaktnät med svenska universitet, högskolor och industriföretag. Vissa av delprojektet har gett resultat som har kunnat användas direkt inom Saabs produktion, medan andra delprojekt har utgjort förstudier till större, mer renodlade forskningsprojekt där kompetensen hos svenska institut, högskolor och universitet har kunnat tas till vara.

Deltagande parter och kontaktperson

Deltagande parter:
Saab Automobile AB
Högskolan Väst
Innovatum Teknikpark AB
IVF

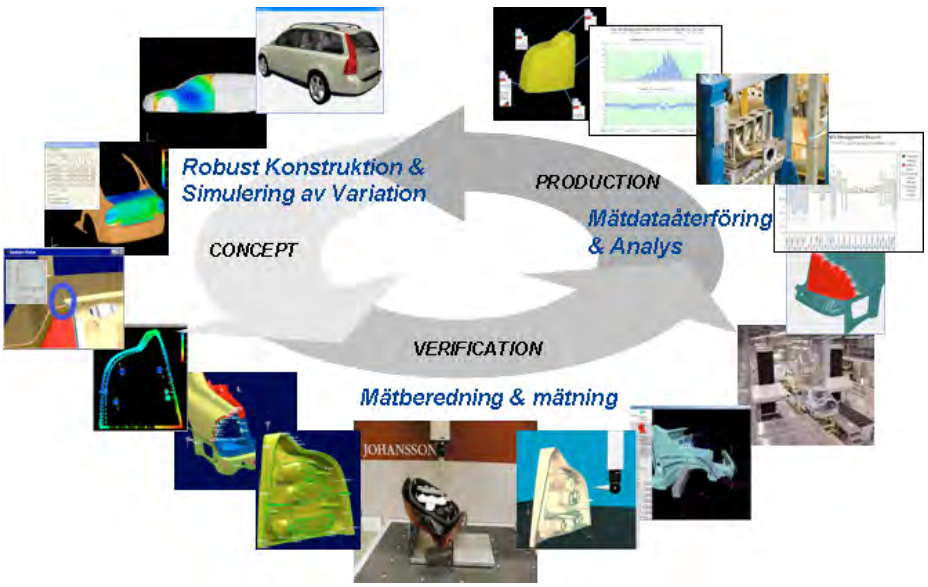
Kontaktperson:
Lennart Malmsköld
Saab Automobile AB
lennart.malmskold@se.saab.com
Telefon 0520-84105

MERA-konferens 2008

Tekniker för geometrisäkring och mätteknik

Industrisatsning Geometrisäkring

Att i en datorbaserad miljö konsekvent hantera geometrisk variation för komplexa produkter är en viktig byggsten i erfarenhetsutnyttjandet för att korta ledtider i framtagningen och introduktionen av nya produkter inom industrin. En virtuell produkt- och processutvecklingskedja med stort inslag av kunskap och erfarenhet som vunnits i tidigare produkter är en nödvändighet för att öka konkurrenskraften. Fordonsföretagen satsar hårt på att med en integrerad geometrisäkringsprocess och virtuella metoder uppnå FPC (First Part Correct), dvs att från första början av tillverkningen ska komponenter och monteringsprocess ge godkända produkter som uppfyller produktkraven. Hittills har fordonsföretagens eget arbete och forskningen visat på mycket goda effekter. Dock har man konstaterat att större delen av produktens förädlingsarbete sker i aktivt samarbete med externa partners och leverantörer. För att få full effekt av en satsning på geometrisäkring måste alltså metoder, teknik och arbetssätt spridas på bred front i leverantörsleden. Projektet ”Industrisatsning Geometrisäkring” är ett initiativ till att samla beställarföretag och aktiva leverantörsföretag för att utveckla material och resurser samt anpassa teknik och metoder för små och medelstora företag. Dessutom ingår att erfarenhetsmässigt skapa förutsättningar för en bred industriell kompetensutveckling.



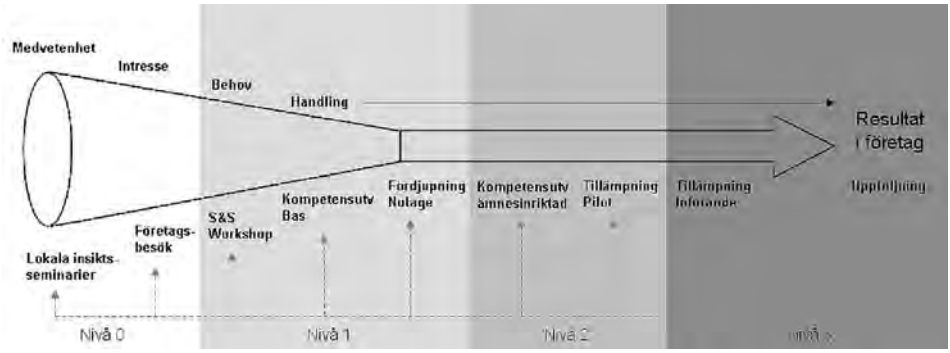
Att med en integrerad process för geometrisäkring, minimera effekten av geometrisk variation i sammansatta produkter är viktigt för svenska företags konkurrenskraft.

Syfte

Syftet har varit att starta tekniskspridningsarbetet och uppbyggnaden av en resurs för att implementera metoder, teknik och arbetssätt så att man ska kunna nå ut till en större massa av företag för att med hjälp av industriella verktyg för en sammanhållen geometrisäkringsprocess kunna realisera morgondagens krav i utvecklings- och tillverkningsprocessen. Genom en aktiv samverkan med beställar- och pilotföretag samt utbildningsutförare har målet varit att skapa förutsättningar för en bred industriell kompetensutveckling och skapa goda exempel samt erfarenheter av ett förändringsarbete. Därmed förbättras möjligheterna till ett bra geometrisäkringsarbete och företagens geometriprocesser vilket leder till kortare utvecklingscykler, kortare inkörningstider i produktion, mindre kvalitetsstörningar, bättre utnyttjande av resurser etc.

Resultat

Utifrån forskningsresultaten och de erfarenheter som finns inom området geometrisäkring har tekniskspridnings- och utbildningsmaterial skapats samt i förekommande fall praktiska demonstrationer av metoder, teknik och arbetssätt. En modell för aktiv uppsökande tekniskspridning har utarbetats och till vissa delar avprovats hos de deltagande företagen.



Framtagna forskningsresultat har verifierats och anpassats för småföretagsförhållanden och en typisk leverantörssituation. Teknik och metoder har genom att appliceras i praktiskt inriktade pilotprojekt visat hur metoder, teknik och rutiner kan tillämpas i praktiken i olika situationer. Tanken har varit att de deltagande företagen ska fungera som referensföretag och tillsammans skapa den svenska modellen för geometrisäkring så att övrig industri kan hitta hur de skall tillämpa tekniken och metoderna för att skapa en konkurrensfördel som Sveriges industri såväl behöver. Samtidigt har resurser och erfarenheter som behövs för en bred industriell kompetenshöjning skapats.

Genomförande

Utgångspunkten har varit att ta avstamp från den redan pågående forskningen inom området geometrisäkring, dvs att minimera effekten av geometrisk variation, framförallt av forskargruppen som etablerades i projektet ”3D Tolerance Management”(1997-2004)(Chalmers Wingquist Laboratory, Swerea IVF, Fraunhofer Chalmers Centre for Industrial Mathematics) i aktiv samverkan med ledande företag genom gemensamma projekt finansierade både av industrin, SSF och VINNOVA.

Det behövs att man samlar de resurser som redan agerar inom området och skapar ett nätverk av utförare på olika nivåer som samlat kan nå företagen med samma budskap. Industrisatsning geometrisäkring, fas 1 inom MERA-programmet har lagt och lägger mycket grunden för att ett tekniskpridningsmaterial och kompetensutvecklingsmaterial ska finnas tillgängligt och att man går ut med ett gemensamt budskap.

För att nå framgång med de företag som faktiskt har ett ganska stort förändringsarbete att göra krävs en mer målmedveten kompetens- och införandesatsning som på olika sätt kan ge företagen inblick i vad som finns att vinna på att införa metoder för geometrisäkring och en strukturerad geometriprocess. Breda uppsökande seminarier på en övergripande nivå måste kombineras med mer detaljerade demonstrationer och genomgångar om vad som krävs för att skapa en integrerad geometrisäkringsprocess och ett effektivt geometriarbete. Samtidigt måste de positiva effekterna hela tiden påvisas för att skapa ett positivt förändringsklimat.

Teknik och metoder har därför genom att appliceras i praktiskt inriktade pilotprojekt velat visa hur metoder, teknik och rutiner kan tillämpas i praktiken i olika situationer.

Inriktningen för pilotprojekten har bl a varit:

- Robust konstruktion och simulering av variation
- Infrastruktur för geometrimätning och mätresultat
- Mätmetoder som validerar krav och ger rätt informationsinnehåll
- Användning av geometriska mätresultat

Pilotprojekten har samtidigt gett erfarenheter av hur införandeproblematiken ser ut i olika situationer och gett möjlighet att sprida kompetensen på fler engagerade personer så att det byggs en resurs att aktivt kunna hjälpa företagen i sitt förändringsarbete.

Projekteffekter

Forskningsresultaten har, förutom rent tekniska landvinningar, redan tidigare visat att konsekvent arbeta med sitt geometrisystem ger en mängd synergieffekter som framfö-

rallt kommer av att man lär känna sina produkter och processer på ett mer konkret sätt. Det är då tydligt att samarbetet mellan aktörer måste fungera så att:

- informationsflödet för geometrisk information är tydligt och fungerar
- simuleringsresultat och mätresultat lagras och hanteras på ett strukturerat sätt
- mätresultaten är återsökningsbara och spårbara
- resultat av olika slag är tillgängliga för alla

Det är då viktigt att man kan skapa den tekniska infrastruktur, som ger alla tillgång till aktuell och relevant geometrisk information. Dessutom måste också företagen och användarna lära sig att utnyttja simuleringar och data som en informationskälla i utvecklingsprocessen. Det är då viktigt att man kan förstå helheten och se den röda tråden mellan olika aktiviteter. Här har introduktionsmaterialet varit till stor nytta och skapat en ökad förståelse och en ökad dialog mellan olika funktioner i företagen.

Bland de effekter som ett uppmärksammat geometrisäkringstänk skapar i ett företag, finns vilka möjligheter som simulering av geometrieffekter kan ge för förståelsen av den egna processen. Hos ett av pilotföretagen har vi i projektet titta på hur man med utgångspunkt från de formfyllnadssimuleringar som görs kan använda skevningsdata, som indata i variationssimulering. Det visade sig och som verifierats i projektet att överensstämmelsen mellan simulerat utfall och verkligt utfall var mer än övertygande. I det aktuella fallet jämfördes en plastartikel som i formfyllnadsanalysen gav en viss skevning och vilka geometriska effekter denna skevning skulle ge om artikeln spändes in i den nominella mätfixturen. Vi fann att skillnaden mellan simulerad och verkligt utfall var ca 0,02 mm i de fall vi studerade vilket överraskade utvecklarna på företaget. Resultaten från studien gör att pilotföretagen vill gå vidare i kommande forskningsprojekt för icke-stel simulering.

En annan effekt som är mycket tydlig är att tillgängligheten till data skapar en bättre diskussion. Visst har det funnits och finns många åsikter om hur man bäst presenterar olika saker men otvivelaktigt har diskussionerna tagit fart om hur produkten och processen lever samt vad man kan göra för förbättringar/justeringar och hur det kopplar tillbaka mot produktens kravbild. Detta är nog en av de viktigaste effekterna. Numera diskuterar man om processen är duglig eller varför det ser ut på ett visst sätt. Beslut och åtgärder kan underbyggas med data och man kan också se resultat av åtgärderna.

Ett ständigt förbättringsarbete har startat!

Deltagande parter och kontaktperson

Företag	Kontaktpersoner, titel
Volvo Car Corporation	Björn Mattson
	Director Quality and Geometry: Manufacturing
	Niklas Wemdal
	Manager Geometry Assurance: Manufacturing
Saab Automobile AB	Jon Höglind
	Manager Manufacturing Engineering CQA Thn
	Peter Josefsson
	Project Manager Central Quality Assurance GME
	Bo Anulf
	Integration Manager
Scania AB	Bertil Tamm
	Method Responsible Assembly Assurance
Volvo AB	Johan Granath
	Group Manager
	Anders Ydergård
	Senior Vice President Volvo 3P Product Development
Ericsson AB	Lennart Schön
	Specialist Building Practises
Faurecia Exhaust System AB	Lars Hammar
	Quality Manager; Technical Centre
Plastal AB	Daniel Johansson
	Manager Quality Engineering

Projektledare:
Per-Johan Wahlborg,
Manager Geometry Assurance
Swerea IVF AB
Per-johan.wahlborg@swerea.se
031-706 61 07

SIMET – Swedish Industrial Metrology Forum

Mättekniken och mätdatahanteringen intar en allt större roll i produktionen och den är en viktig nyckel till en minskning av kvalitetsbristkostnaderna i svensk industri. Samtidigt har många företag svårigheter att ta till sig dessa fakta på grund av okunskap och bristfälliga uppföljningssystem som inte prissätter kostnader för strul som orsakas av – ur verifieringssynpunkt – t ex bristfälliga konstruktioner. Insikt om behovet av mätberednings-procedurer från konstruktion och genom hela produktionskedjan till uppföljning och återkoppling av mätresultat till ekonomisystemen har därför blivit en huvuduppgift inom SIMET-forskningen. Workshops och direktsamverkan med parterna nyttjas för att få ut forskningsresultaten till företagen, och ett nära samarbete sker med MERA-ModArt-projektet för implementering i artikelberedningslotsen.

Förutom denna forskningsmission är SIMET med sin hemsida www.simet.se ett nationellt forum för industriell, geometrisk mätteknik. Det möjliggör kontaktytor mellan olika parter inom mättekniken, höjer kompetensen, möjliggör insyn i kommande ISO-standards och tar fram utbildningsmoduler för högskolan som anpassas till dagens och morgondagens mätteknikbehov i svensk verkstadsindustri. Det utgör en central instans för säkerställande av forskningsmedel till nyttobaserad mätteknikforskning inom landet, och förslag på gemensamma forskningsprojekt arbetas fram.

Projektet leds av en ledningsgrupp med representanter från Hexagon Metrology Nordic AB KTH, Mitutoyo Scandinavia AB, Saab Aerostructures, Scania CV, SP – Sveriges Forsknings och Provningsinstitut, Swerea-IVF, och Volvo CE.

Syfte

Visionen med SIMET projektet är att det ska etablera ett nationellt centrum för information, kunskap, utbildning, forskningsverksamhet och samarbete inom området verkstadsindustriell mätteknik. Hittills sker denna satsning inom geometrisk mätteknik, men om konceptet faller väl ut kan det expandera i framtiden till annan mätteknik. Det ska vara ett opartiskt samarbetsorgan för företag, institutioner och myndigheter med mål att bidra till mätteknikens utveckling i Sverige.

Specifikt syftar projektet till att:

- Skapa en plattform för interaktion mellan olika aktörer inom industriell mätteknik i Sverige.

- Säkerställa industrins behov av välutbildade kompetenta tekniker och ingenjörer genom utveckling av nya och uppdaterade kurser inom industriell mätteknik.
- Generera idéer kring gemensamma/företagsspecifika forsknings- och utbildningsbehov inom industriell mätteknik och omsätta dessa i konkreta kurser.

Resultat

SIMET etablerade snabbt en ledningsgrupp som i sin tur tillsatte två arbetsgrupper för Forskning/Utbildning respektive Information/Marknadsföring. Samverkan med MERA-projektet Geometrisäkring etablerades omgående och en uppdelning i utbildningsinsatserna definierades mellan dessa projekt och de kommersiella utbildningsaktörerna. Överenskommelsen innebar att SIMET ansvarar för framtagande av moduluppbyggda högskoleutbildningar motsvarande 30 hp (motsvarande 20 veckors studier) och Geometrisäkringsprojektet banar väg för företagsutbildningar genom en kort introduktionskurs på företagen som belyser hela konceptet med mätning och verifiering i hela kedjan – från produktframtagning via produktion till återkoppling av resultat. Resultatet av introduktionsutbildningen har blivit ett påtagligt ökat intresse för mätteknik och hantering av mätdata – även på företagens management nivå. Detta är en förutsättning för att de högskoleutbildade civilingenjörerna som genomgår SIMET-kurserna skall bli mottagna på ett adekvat sätt hos företagen. Den brist på kunskap kring behovet av modern mätning och verifiering som idag föreligger skulle annars riskera att leda till dåligt utnyttjande av de nya kompetenser som byggs upp.

Moderniserad mätteknisk utbildning

Det första resultatet av utbildningssatsningen innebar en totalinventering av de utbildningar som ges inom mätteknik och därtill kopplade kurser. Detta utbud jämfördes med de utbildningsbehov som företagen själva listade för framtiden. Resultatet blev en specificerad struktur över de utbildningar som tas fram inom ramen för SIMET. Störst vikt får en helt ny kurs ”Mättekniken i Produktframtagning och Tillverkning, som skall sätta in mätteknikens roll i hela produktframtagnings och produktionsprocessen. Kurserna skall kunna implementeras i högskoleutbildningen från och med 2010.

- Mätteknik inom produktframtagning & -tillverkning (helhetssyn) (9 hp)
- Moderna mätmetoder (6 hp)
- Kravsättning av längd, form & läge samt ytor (6 hp)
- Mätosäkerhet och mätdatabehandling (6 hp)
- Statistik för mättekniker (3 hp)

Kurserna utarbetas med följande moment i åtanke.

- Kursmaterial
- Laborationer (på skola och hos företag)
- Praktikfall
- Företagsbesök
- Företagsekonomiska aspekter
- Kontrollberedning

Under projektets gång utvecklas också löpande nya kursmoment på KTH. Dessa integreras i kvalitets- och tillverkningsteknikkurser. Ett av dessa moment utgörs av att klassen delas in i fyra kategorier – Designer – Konstruktör – Beredare – Mättekniker. Uppgiften består i att respektive yrkeskategori skall lista sitt behov av inkommande information och vad de bör leverera ut till efterföljande kategori. När listorna sammanställs på tavlan uppkommer ofta diskussioner om vad man missat att föra över i gränsen mellan yrkeskategorierna och insikten om behov av att samarbeta växer sig stark. En annan kursmodul på 12 hp i Advanced Metrology har utvecklats för slutårskursarna inom det engelskspråkiga Mastersprogrammet på Institutionen för Industriell Produktion. Denna kurs drivs i seminarieform där studenterna själva håller ”föreläsningar” efter inhämtande av avsnitt i kurslitteraturen kompletterad med stöd från forskningsartiklar. Laborationer genomförs i samverkan med instrumentleverantörerna – ofta på plats i deras utbildningslokaler.

Forskningsinsats – Mätberedning

När forskningsbehoven genomlystes på verkstadsnära nivå hos deltagande parter framkom att det viktigaste området att utforska var behovet av en väl genomtänkt Mätberednings-strategi. Otaliga exempel radades upp av initierade deltagare om hur illa det är ställt inom detta område. Trots påvisanden om bristerna görs väldigt lite exekutivt då ekonomimodellerna som används inte klarar av att hantera ”strul-tiden” som orsakas av att det har brustit i kommunikation mellan t ex konstruktion och mätteknik. Skattningar hos ett par företag tyder på att kvalitetsbristkostnaderna kan uppgå till 15-30 %, pga att konstruktions-avdelningen inte känner till förutsättningarna fullt ut för hur produktens geometri skall kunna verifieras.

Av deltagande parter har Volvo CE systematiskt arbetat kring utvecklingen av kvalitetssystem där mätberedningsprinciper tas upp. Den matris som används har därför fått bli en av utgångspunkterna för forskningsarbetet som nu genomförs. En annan är det forskningsarbete som genomförs inom MERA-Modart projektet, där kontrollberedningen inom artikelberedningslotsen utvecklas i samverkan med SIMET-mätbered-

ning. Till detta förs erfarenheterna från forskaren i projektet, med många års erfarenhet av mätteknik vid Saab Aerostructures. Att området är en näst intill en vit fläck på forskningskartan framgår också av de ytterst få vetenskapliga studier som genomförts. Endast en standard – ASME B89.7.2-1999, ”Dimensional Measurement Planning” finns framtagen, och denna omfattar endast 4 sidor förutom appendix.

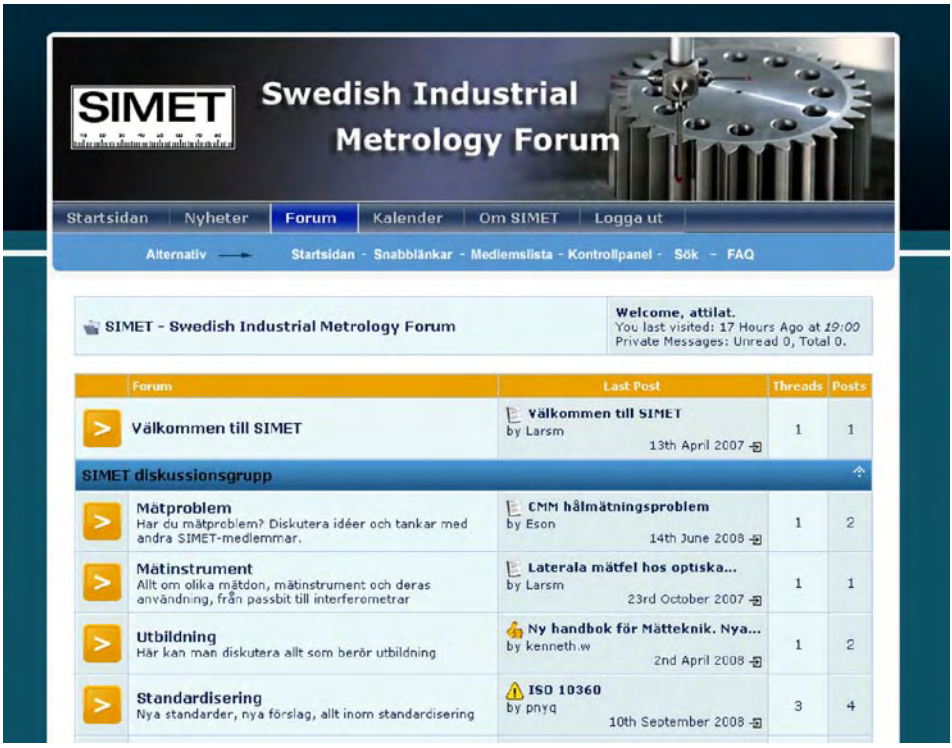
Det övergripande syftet med forskningen inom mät- och kontrollberedningen är därför att:

- Underlätta och förenkla arbetet för mätberedaren genom att beskriva de generella aktivitetsfaser som ingår i mät- och kontrollberedningen.
- Modellen skall aktivt bidra till utbildningen och underlätta vid inskolningen av nya mätberedare.
- Modellen ska vidare ge svar på: Vad vi ska mäta? Varför vi ska mäta? Vad som är viktigt att mäta och inte bortse från? Det vill säga vad som är specifikt mätbart och som måste mätas antingen direkt i tillverkningsprocessen eller separat i mätrum?
- Minimera kostnader för kassation, minska avvikelsehantering i löpande produktion, finna källan till geometrisk avvikelse fortare och lösa problem snabbare.
- Sammantaget sträva efter att minimera störningar i produktion, tillverkning och montering pga av geometriska avvikelser.
- Sträva mot en nollfels-vision i hela kedjan från konstruktion till produktion med tillverkning och montering!!!

SIMET-portalen för geometrisk mätteknik

SIMET har en utvecklat en egen hemsidesportal, www.simet.se, med ett forum för interna diskussioner och tips medlemmar emellan. Framsidan är öppen för alla och ger tillgänglighet till nyheter, utbildningsinformation för teknologer och lediga mätteknikjobb inom medlemsföretagen. Där finns också information om SIMET och hur man som företag går med som medlem.

Efter inloggning nås man av en introduktion om Geometriska Produktspecifikationer (GPS) och nyhetsinformation från SIS om kommande ISO-standards i utkast-version. Där ges möjligheter till kommentarer och synpunkter innan de läggs fast som officiella standards. Listningar av mätteknisk litteratur, kursprogram och kursinnehåll för företagskurser, examensarbeten och lediga jobb ger snabbt tillgång till en samlad blick över utbildningsutbudet i Sverige. Under forumet kan diskussioner och tips förmedlas och frågor ställas mellan medlemmarna. Kalenderfunktion för evenemang och möten kompletteras med arbetsytor för ledningsgrupp och arbetsgrupper, där samtliga protokoll och övriga arbetsdokument lagras.



Exempel på några av SIMET:s diskussionsgrupper.

Genomförande

En ledningsgrupp bestående av representanter från Hexagon Metrology (industriell projektledare), KTH (akademisk projektledare), Mitutoyo, Scania CV, Volvo CE, Sveriges Provnings och Forskningsinstitut (SP), Saab Aerostructures, Swerea-IVF leder verksamheten medan arbetsgrupper från medlemsföretagen driver specifika frågor kring information, marknadsföring, utbildning och forskning.

Forskningen inom Mätberedning leds från KTH genom Saab-anknutne doktoranden Richard Lindqvist, som via workshops och företagsbesök växelverkar med deltagande parter.

Utbildningsinsatserna har hittills genomförts på KTH men såväl SP som Swerea-IVF deltar i framtagandet av de moderna utbildningspaketen.

SIMET marknadsför sin mätteknikverksamhet under parollen ”Nationell samling för ökad kompetens, bättre kvalité och stärkt konkurrenskraft” via hemsidan, konferenser, workshops och aktivt deltagande i mättekniskt orienterade mässor.

Projekteffekter

Projektet har lett till ett öppnare samarbete mellan mättekniker från många olika företag. En gemensam forsknings och utbildningsagenda har arbetats fram, och företagen lyfter fram problemställningar för varandra. Insikten om mät- och kontrollberedningens avgörande funktion i produktframtagning och produktion har lett till nya initiativ inom de deltagande tillverkningsföretagen. SIMET har blivit ett inarbetat begrepp som associeras med mätteknikens utveckling i Sverige. SIMET inbjuds därför att delta i konferenser och workshops som anordnas av externa företag. Detta gör SIMET ännu mer synligt och budskapet om mätteknikens betydelse tränger ut i allt vidare kretsar. Genom att presentera SIMET-aktiviteterna för teknologerna inser de att mätteknisk kompetens är värdefull för deras framtida utveckling, och satsningen ger hopp om att vi sakta men säkert kommer att kunna förse svensk tillverkande industri med mättekniskt kompetenta ingenjörer i framtiden.

Deltagande parter och kontaktperson

Deltagande parter är:
Hexagon Metrology Nordic AB
KTH-DMMS, Industriell Produktion
FOI
Mitutoyo Scandinavia AB
Marposs AB
Saab Aerostructures
Sandvik Utbildning AB
Scania CV
Volvo Powertrain
Tool Center Försäljnings AB
Volvo Construction Equipment AB
Swerea-IVF
KTH Industriell Produktion
SP-Sveriges Tekniska Forskningsinstitut samt SIS

SIMET-projektet administreras av KTH där kontaktpersonen är:
Lars Mattsson, Professor, KTH, Industriell Produktion
SE 100 44 Stockholm
Larsm@iip.kth.se, tel 08-7909175

L-FAM, -Lightweight Fixtures and Grippers

De mekaniska egenskaperna hos konventionella fixturer, speciellt i fordonsindustrin, är en vickig parameter som begränsar på vilket sätt processen kan planeras. Konventionella fixturer, ofta tillverkade i stål, är tunga vilket kräver omfattande insatser för att tillmötesgå kraven på flexibilitet och produktivitet.

Ny lättvikts teknik, initierad av AB Volvo, har visat att genom att introducera nya material och innovativa konstruktionslösningar kan flexibilitet och produktivitet öka. Lättviktstekniken är robustare, starkare och väsentligt lättare än konventionell teknik. Genom att utnyttja de bättre mekaniska egenskaperna så kan produktionen planeras annorlunda vilket förbättrar produktivitet och flexibilitet.

Resultaten av projektet kommer att få en fullskalig tillämpning 2009. AB Volvo håller på att uppföra den första produktionslinan som tillämpar tekniken i full skala, produktionslinan skall stå klar fjärde kvartalet 2009.

Syfte

Syftet med detta projekt är att genom att införa och studera införandet av ”lätta” kolfiberbaserade fixturer i monteringslinerna för att skapa förusättningar för: - en minskning av kapitalbindningen i monteringsutrustning, – en minimering av produktionstekniska begränsningar, – en minskning av omställnings- och cykeltider, – en förbättring av ergonomin vid manuell hantering samt – en minskning av geometrisk variation vid samansättning av fordon.

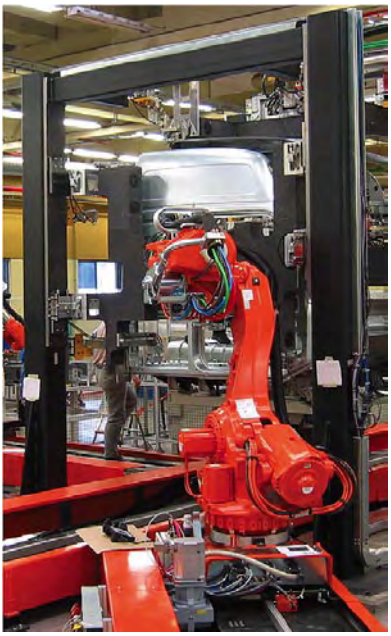
Resultat

Arbetet har resulterat i en industrialisering av tillvekningstekniken vilket bland annat har inneburit utveckling av material, bearbetningsteknik, sammanfogning, principkonstrution och kvalitets system. Arbetet har genoförts i nära samarbete med industrin och ett antal testriggar har tillverkats och utvärderats för att verifiera att de utvecklade teknikerna möter industrins alla krav.

Genomförande

Praktik fall studier har varit den bärande metodiken genom hela projektet De fyra ingående arbetspaketen: *Konstruktionsmetodik*, *Utveckling av tillverkningsmetodik*, *Geometrisäkring* och slutlig *Implementering* har belyst problematiken och lösningarna ur

flertalet vikiga infallsvinklar och resultatet från de individuella praktikfallen har styrt det fortsatta arbetet.



Hyttresning hos Volvo Lastvagnar i Umeå. Genomsnittliga totalvikten på fixturerna inklusive detalj är 200 kg. Den bärande fixturstrukturen i kolfiber väger 60 kg, dvs mindre än 10 % av motsvarande traditionella stål konstruktion.

Resultat och effekter hittills

Tekniken tillämpas i en pilotlina på AB Volvo och cirka 7 000 hytter har fram till i dag tillverkats med tekniken. AB Volvo håller på att uppföra en ny produktionslina i Umeå där tekniken kommer att tillämpas i full skala. Anläggningen skall tas i drift fjärde kvartalet 2009.

Deltagande parter och kontaktperson

Flexprop AB	Karl-Otto Strömberg, biträdande projektledare
Högskolan i Halmstad	Bengt-Göran Rosén, projektledare, bg.rosen@set.hh.se
Volvo AB	Håkan Sundberg
Volvo Personvagnar	Pernilla Dittmer

Utöver dessa parter deltar personer från SICOMP -Swedish Institute of Composites, Alfgam Optimering och University of Huddersfield, UK.

Effektiv geometriverifiering genom parametriserade mättypsregler

Med hjälp av standardiserade mätmetodsbeskrivningar möjliggöra automatisk generering av mätprogram för koordinatmätmaskiner

Syfte

Dramatiskt korta ner tiden för att skapa mätprogram

Tillhandahålla en gemensam metod att mäta vanligaste typen av mätfall, för att säkerställa jämförbarheten av mät resultaten från olika operatörer.

Tillhanda hålla verktyg för att generera mätprogram. Optimering av mätförloppet, samt möjlighet att enkelt flytta program mellan olika typer av mät maskiner.

Resultat

Projektresultaten förväntas leda till 5 ggr snabbare digitial beredning genom att stora delar av off-line programmeringen av avancerad mätutrustning kommer att kunna automatiseras.

Målet är även att minska cykeltid med upp till 20 % genom att skapa program som ligger närmare optimalt utnyttjande av utrustningen. Syftet är att Saab Automobile och Volvo Car Corporation skall behålla och utöka sina ledande positioner och ansvar för off-line programmering av geometrimätning inom GM respektive Ford.

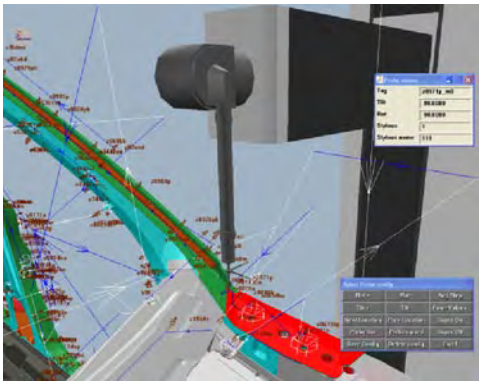
Genomförande

En inventering av mätmetoder hos utvalda mätoperatörer.

En viss anpassning kan behövas för att bättre passa in i en mer automatiserad process.

Nominerade mätmetoder kommer att dokumenteras och intigreras i verktygen.

Stora delar av testena sker med demonstratorer.



Measuring Rule Ex.
Hole feature.

Normally the hole needs to project on to the plane.
Move and rotate the coordinate system to center of the hole with Z normal to the plane
Measure the 3-4 points around the hole.
Now align the coordinate system to the plane
Measure 3-6 points inside the hole - 0.4 mm from the plane.
Create a new circle projected on to the plane.
Recall Part coordinate system
Report the projected point and the diameter.
Rapportera ut den projicerade punkten samt diametern.
Evaluate and analyze True Position or coord. Tolerance according to the Requirement.

Projekteffekter

Projektet röner stort intresse från moderbolagen och har redan etablerat Saab och Volvo som lead inom Offline CMM programmering. Bättre möjlighet att återanvända programmen i parrallell fabriker.

Deltagande parter och kontaktperson

Projektledare:
Peter Josefsson Measuring data sytem
Saab Automobile AB
Peter.josefsson@se.saab.com
46+520-86760

Medverkande industri:
Anders Olofsson Volvo Cars

Medverkande Akamedi:

Johan S Carlsson	FCC Fraunhaofer Chalmers
Rickard Söderberg	Wingqvist Laboratory Chalmers
Fredrik Wanderbäck	Swerea IVF

Digitalt Länkad Process – Erfarenhetsåterkoppling, DLP-E

Det här projektet går ut på att skapa förutsättningar mot visionen om den självlärande processen.

Syfte

Syftet med projektet är att utföra en förstudie för att skapa förutsättningar att ta ett tydligt steg mot visionen ”Den självlärande processen”.

Detta ska göras genom att utveckla en digital och fysisk process för att övergripande styra process och produktionsutveckling baserat på produktionsutfall. Det ska också göras genom att effektivisera CAM-beredning. Genom att utveckla en process för erfarenhetsbaserad beredning.

För att kunna verifiera resultaten/slutsatserna byggs en konceptmiljö för test.

Resultat

Industriellt:

- Testmiljöer uppsatta för testning o verifiering av metoder.

Akademiskt:

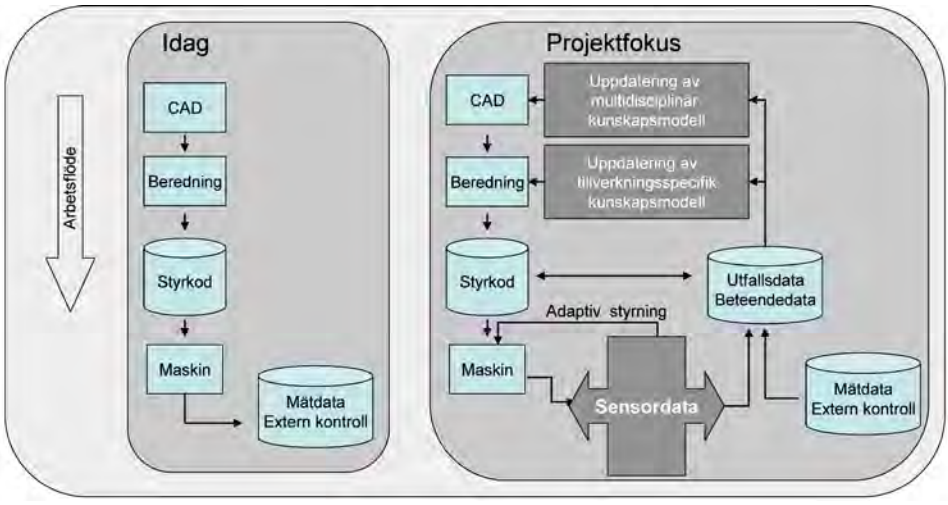
- Två doktorander anställda med mål att licensiera före projektet slutar.
- En ökad förståelse för den tröghet som finns inom större företag.

Publikationer:

- P. Andersson, A.Wolgast and O. Isaksson, "Current industrial practices for re-use of manufacturing experience in a multidisciplinary design perspective", International Design Conference Dubrovnik, 2008
- P. Andersson, O. Isaksson, "Manufacturing system to support design concept and reuse of manufacturing experience", CIRP Tokyo, 2008
- A. Catic, P. Andersson, "Manufacturing experience in a design context enabled by a service oriented PLM architecture", ASME New York, 2008

Genomförande

Den röda tråden i DLP-E projektet är erfarenhetsåterföring. Lära oss av vår tillverkningsprocess, automatisera kunskapsåterföringen, se bild nedan.



Schematic picture of the workflow today compared with the expected results from DLP-E

Detta är det tredje DLP-projektet som Volvo Aero utför. Tidigare har vi satt upp system och arbetssätt i med det senast inom den digitala värden, senast TcM från UGS/Siemens. Nu skall vi jobba för att binda samman systemen för att uppnå full möjlighet att återanvända information. Master data styrs hårt och den som behöver information för sin respektive roll skall få den tillgänglig.

Projektet är uppdelat i tre delprojekt/områden, Tilllståndsövervakning, Erfarenhetsåterföring och MES.

- Kunskapsåterföring från maskin, Tillståndsövervakning, Doktorand från Högskolan Väst, Jari Repo
- *Kunskapsåterföring från operatör/process*, Doktorand Luleå Universitet, Petter Andersson
- Doktorandernas arbete skall vara kompatibelt/bindas ihop med den lösning som Volvo Aero tar fram för *Manufacturing Execusion System, MES*

Ovanstående projektupplägg kräver nära koppling mellan Industrin och Akademin, vilket fungerar bra.

Projektet genomförs i en fysisk miljö där en så kallad multitaskmaskin används. Det är av stort intresse för industribolagen att kunna validera möjligheterna med denna typ av

maskin till skillnad från dagens produktionsupplägg som ofta bygger på maskiner som hantera separata tillverkningsmoment.

Projekteffekter

- Erhållen kunskap inom MES för Tc och SAP systemintegration
- Integration mellan system.
- utvärdering av "från hyllan" MES leverantörer.
- fördjupning inom erfarenhetsåterföring
- Fördjupning inom maskinövervakning

Deltagande parter och kontaktperson

Kontaktperson: Andreas Rudqvist, Systemägare Robot & Projektledare DLP-E, 9934 System & Metoder, Volvo Aero Corporation, andreas.rudqvist@volvo.com, Tel: 0520-93876

Övriga parter i projektet:

Innovatum	Kent Andersson, Ordförande styrgruppen
Coor Service AB	Jerker Andersson
Hexagon	Bo Eneholm
Deckel Maho	Göran Bowles
Zooma by Semcon	Anders Björklund
UGS Sverige AB	Lars Sveding
Högskolan Väst	Tomas Beno
Luleå Tekniska Universitet	Tobias Larsson
Kungliga Tekniska Högskolan	Mihai Nicolescu
Nordh Energetic	Anders Nordh

Mod-Fix – Modular fixture content creation

Projektets mål är att ta fram och introducera nya och förbättrade metoder och verktyg för ”digital konfigurering och verifiering” av tillverkningsfixturer för karossproduktionslinjer. Med hjälp av dessa nya metoder och verktyg så kommer det vara möjligt att halvera dagens ledtid och mantid för design, konfigurering och verifiering tillverkningsfixturer.

Målet kommer att nås genom att implementera den allra senaste programvaran på marknaden och utveckla ny funktionalitet på existerande programvaruplattform, tillsammans med modulariserade fixturkomponenter, nya arbetsmetoder och arbetsroller.

Projektet kommer att leverera en fungerande programvara i en pilotmiljö, med utbildade användare där projektets mål kan verifieras i verklighetsnära produktionsscenarios.

Pilotmiljön i form av produktionsdata kommer efter genomfört projekt att lämnas över till de deltagande universiteten för att där kunna användas som ”en verklig produktionsmiljö” för utbildning av forskare, ingenjörsstudenter och övrig fordonsindustri.

Syfte

Syftet med Modfix projektet är:

- Att radikalt förbättra arbetsflöden, arbetsroller och IT-verktyg för konfigurering och verifiering av tillverkningsfixturer för karosserilinjer.
- Att skapa nära och starka band mellan Universitet och Fordonsindustri i syfte att förmedla dagsfärsk processkunskap till forskare och blivande ingenjörer i fordonsindustrin.

Resultat

Modfix kommer att leverera:

- Nya arbetsmetoder och verktyg för fixtur konstruktion.
- Pilot rapport Volvo cars
- Pilot rapport Saab automobile
- Data kring fixturkonstruktion för karroserilinjer att användas för utbildning hos akademiska partners.

Genomförande

Modfix projektet är uppdelat i tre huvud faser.

Analysfas

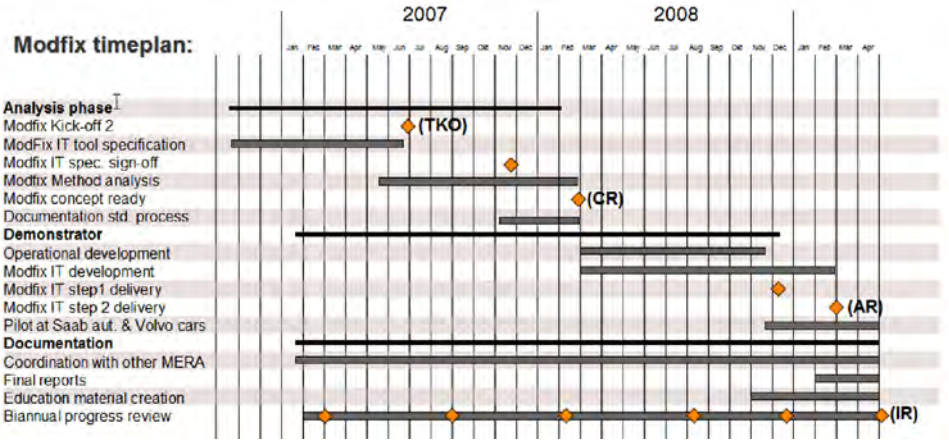
- Framtagning av ”business case”
- ”Nuläges” och ”framtida” arbetsflödesanalys

Framtagning och utvärdering av programvara

- Framtagning av programvarumodul för modulär fixtur konfigurering
- Pilotprojekt hos Volvo Personvagnar och SAAB Automobile

Dokumentation, utbildning och spridning av projektresultat

- Projektrapport
- Överlämning av ”Pilotmiljö” och framtagning av utbildningsmaterial till deltagande Universitet för införande i undervisningen.

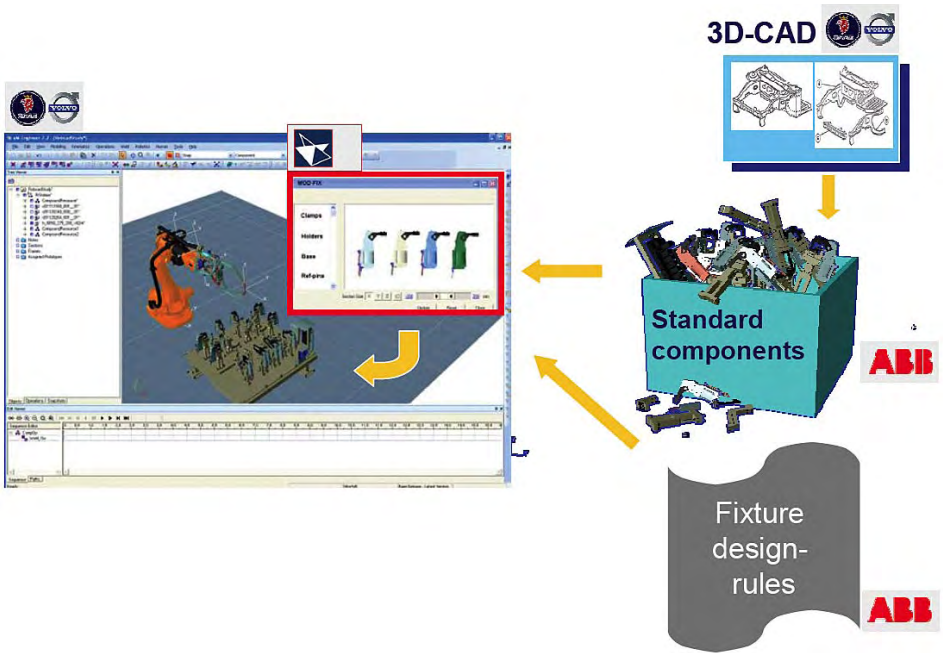


Figur 1. Tidplan för Modfix

Projekteffekter

Ett flertal aktörer inom fordonsindustrin arbetar idag alltmer med modulariserade standard komponenter. Modfix upplägg med att göra dessa standard komponenter tillgängliga i simulerings milön och därigenom kunna konstruera och verifiera utrustning kommer att köras i pilot form på Volvo och Saab med aktörer enligt nedan (Se figur2). Men konceptet är generiskt och kommer kunna tillämpas även av and aktörer och leverantörer inom fordonsindustrin.

De akademiska partnerna kommer också att genom erhållet material kunna utbilda och sprida konceptet också till andra aktörer utanför fordonsindustrin.



Figur 2. Kompetens och databidrag Modfix

Deltagande parter och kontaktperson

Hans Hörfelt, Projektledare Modfix
Volvo cars
hhorfelt@volvocars.com
+46 31 59 34 49

Tobias Pärsson	Saab automobile
Nam Hoang-Dinh	ABB France
Hans Richmond	Siemens
Fredrik Danielsson	Högskolan Väst
Josef Adolfsson	Högskolan i Skövde

MERA-konferens 2008

Produktionssystem för maskinverkstäder

ModArt – Modelldriven Artikeltillverkning

Avancerad artikeltillverkning är en mycket kunskapsintensiv och kapitalkrävande verksamhet som passar att förläggas i Sverige. Mycket stora ledtids- och kvalitetsvinster vid såväl produktionsutveckling som produktion kan uppnås genom att ersätta traditionella text- och ritningsbaserade utvecklingsmetoder med verklighetstrogna digitala modeller. Modelldriven utveckling är sålunda ett av de högst prioriterade områdena för FoU-samarbete mellan industri och högskola. Tanken är att ModArt projektet, via ett nära samarbete mellan industri, högskola och IT-leverantörer, ska leda till en omfattande kompetens- och teknikutveckling inom modelldriven produktionsutveckling.

Syfte

ModArt syftar till att effektivisera produktionsutveckling via modelldrivna arbetssätt och metoder:

- Samordnade arbetsprocesser och en systematisk användning av IT anpassat till verksamheten inom produktion.
- Samordning och återanvändning av information och modeller.

Med hjälp av aktuell och samordnad information om produktionssystemets maskiner och processer kan man snabbare uppnå både önskad kapabilitet (förmåga att realisera produkter till önskad kvalitet) och önskad kapacitet (volym och tid) när systemet anpassas till nya marknadsbehov och lagkrav.

Resultat

Arbetsprocessmodeller som tydligt beskriver olika aktiviteter och deras information har tagits fram för beredning, maskinanskaffning, fabriksprojektering, modellering och upphandling av IT-stöd samt förbättringsarbete. I dessa modeller har projektets industriparter delat med sig av sina egna arbetssätt och metoder, arbetssätt som sedan har generaliserats och vidareutvecklats.

Arbetsprocessmodellerna har implementerats i lättanvända och kraftfulla ”lotsar” för ett effektivt stöd till beredare, produktionstekniker, maskinanskaffare, verkstadsprojektörer och verkstadspersonal i produktionsutvecklingen. Vid projektets slut kommer lotsarna att finnas i en öppen version, http://www.produktionslotsen.se, och även i företagsinterna versioner som är konfigurerbara efter företagens individuella behov och

erfarenheter. Målet på sikt är att sprida detta arbetssätt till övrig industri inom Sverige och på så sätt höja nivån även hos mindre företag och underleverantörer.

Principer för att kommunicera och samordna information oberoende av typ av applikation eller IT-system har tagits fram. ModArt fokuserar på produktions-information vilken skiljer sig från ren produkt-information. Projektet har tagit fram ett koncept för att i ett MLM-system (Manufacturing Lifecycle Management system) modellera och samordna information om resurser, processer och om artiklar i en bearbetningskedja (in-process modeller) genom produktionssystemets livscykel. Planen är att vidareutveckla, verifiera och implementera detta koncept i utvalda industriföretag i kommande projekt.

Testsystem för simulering av bearbetning med hjälp av ett virtuellt styrsystem för STEP NC, samt demonstrationer av hur lotsarna kan användas tillsammans med IT-stöd för en modelldriven process där applikationerna baseras på modeller av produkt och resurser (beredning) och /eller produktionssystem (flödessimulering) har tagits fram.

Demonstrations- och utbildningsanläggning har installerats, bl a på Scanias industrigymnasium.

Lotsarna kan användas dels som en uppslagsbok under projekt, dels för utbildning och en ny kurs för utbildning av ingenjörer baserat på lotsarna har tagits fram.

För mer information hänvisas till kontaktpersonerna samt:

http://dmms.iip.kth.se/current-programs/modart (DMMS hemsida)

http://www.kth.se/itm/inst/iip/forskning/dkt/2.1045 (Hemsida för KTH – Skolan för Industriell Teknik och Management)

samt från årsskiftet 2008/2009, http://www.produktionslotsen.se

Genomförande

Projektet har organiserats i fem delprojekt för utveckling av lotsar, det vill säga digitala handböcker som för ut erfarenheter, rutiner och information i relation till en tydlig arbetsprocess:

ABL: ArtikelBeredningsLotsen

FPL: FabriksProjekteringsLotsen

PIL: ProduktionsInvesteringsLotsen

FBL: FörbättringsLotsen

MIL: Modellerings- och IT-investeringsLotsen

Lotsarna beskriver hur IT-stöd kan användas och är baserade på en gemensam informationsmodell och begreppsapparat. Arbetet drivs med följande aktiviteter:

- Kartlägga industrins befintliga arbetsprocesser och utvärdera befintliga metoder och verktyg
- Definiera framtidens modelldrivna arbetsprocesser och behoven av metoder och verktyg
- Utveckla nya metoder och verktyg, lotsar och integrationsplattform
- Utbildning och seminarier

ArtikelBeredningsLotsen – ABL

Artikelberedning är en central och mycket viktig aktivitet vid produktramtagning. Under beredningen av en artikel fattas många beslut som idag till stor del baseras på erfarenhet, t ex val av process, metodupplägg, val av mät- och kontrollmetod, val av verktyg, utformning och konstruktion av fixturer m m.

Artikelberedningsområdet i ModArt är indelat i fyra olika delområden: Modelldriven beredning, kontrollberedning, fixturer och val av processer. Inom dessa delområden kartläggs hur man på de olika ModArt-företagen arbetar med dessa processer och hur detta skulle kunna stödjas av modeller som t ex produkt, resurser, och processmodeller.

Det övergripande målet är att definiera en modelldriven artikelberedningsprocess, dvs. en beredningsprocess som utgår från en produktmodell med definierade mått och toleranser. Den framtagna processen ska kunna stödja alla relevanta artikelberedningsaktiviteter och implementeras i form av en webbaserad lots för artikelberedning användbar för både stora och små företag.

FabriksProjekteringsLotsen – FPL

För att snabbt kunna genomföra fabriksprojektering, behövs en kunskapbas innehållande modeller och erfarenheter inom olika områden som materialflöde, layout och fabriksinstallation. För detta behövs bland annat en generisk utvecklingsprocess för fabriksprojektering, modeller för kravhantering vid fabriksprojektering, metoder för verifiering av hur beredningens krav på tillverkningssystemet uppfylls, samt metoder för verifiering av hur kapacitetskrav uppfylls.

FPL fokuserar på de ovan nämnda uppgifterna med användning av system för fabriksdesign, layout- och flödessimulering, samt att leverera en webbaserad Fabriks-ProjekteringsLots för utbildning i fabriksprojektering.

Målet är att ta vara på den gedigna kunskap och erfarenhet som finns hos flera av de

deltagande företagen om hur man projekterar och realiserar en fabrik för artikeltillverkning, samt att introducera förbättrade metoder och verktyg. Både de nya och befintliga kunskaperna dokumenteras och formaliseras med stöd av digitala modellerings-, simulerings- och beslutstödsverktyg.

ProduktionsInvesteringsLotsen – PIL

Maskininvesteringar innebär ofta en stor ekonomisk risk och deras framgång är central för alla företag. Samtidigt är verkstadsutrustning ofta komplex, arbetet innebär att många typer av lagar och förordningar måste följas, och det är lätt att göra felbeslut och råka ut för förseningar. Syftet med PIL-projektet är att stötta investeringsarbetet med en metodik som leder till korrekta investeringar och minskad ledtid från identifierat problem till utrustning i drift.

Det övergripande målet är att ta fram metodik och verktyg för ett modernt, modelldrivet arbetssätt för investering, som är smidigt och användbart för olika typer av företag och utrustningar. I ett modelldrivet investeringsarbete byggs en kravspecifikation upp successivt baserat på tillämpliga standarder och modeller av produkt, operationer fabrikslayout etc. Denna kravspecifikation kan verifieras mot information om och modeller av leverantörernas utrustning i olika skeden av arbetet.

FörBättringsLotsen – FBL

ModArt-projektet handlar till stora delar om ”Den digitala fabriken” och dess koppling till artikelframtagning. För driften betyder det att information om resurser och system måste kopplas till tidigare aktiviteter i artikelframtagningen och för ständig förbättring av produktionssystemet. I delprojektet FBL fokuseras ledning, drift och underhåll och dess kopplingar till modelldriven artikelframtagning. Först i driften realiseras artikeln i skarpt läge och svar fås om hur väl planeringen har gått genom uppföljning av driften. Den grundläggande tanken med FBL är att med hjälp av informationshantering och via modeller dels kunna förbättra prestationen i artikeltillverkningen och dels förbättra de tidigare processerna i artikelframtagningen.

Avsikten med FBL är att tydliggöra de kopplingar och gränssnitt som finns mellan artikeltillverkningen och beredning/fabriksplanering/maskininköp samt att stödja en verksamhet i sin förbättring mot ett högpresterande modelldrivet artikeltillverkningssystem. Målet med delprojektet FBL är att skapa och driftsätta en webbaserad handbok för upprättande av ett modelldrivet förbättringsarbete. FBL är således ett stöd för verksamhetsutveckling. Som grund ligger en generell modell av artikeltillverkningen där FBL kopplas till ledningsprocessen, underhållsprocessen, produktionsprocessen, produktionsuppföljningsprocessen och förbättringsprocessen.

Modellerings- och IT-investeringsLotsen – MIL

ModArt är fokuserat på modelldriven artikeltillverkning. Modellerna är av flera typer, dels modeller som skall kunna representera nödvändig information, dels numeriska modeller för analys. Frågeställningar inom modelldriven artikeltillverkning som är gemensamma för de olika lotsarna hanteras i detta delprojekt. Alla lotsar skall vara baserade på samma arkitektur som tas fram inom delområdet modellering och IT-investering. Arkitekturen skall även stödja moduler för kontinuerlig utbildning.

Det övergripande målet för detta delområde inom ModArt är att definiera en IT-arkitektur för modelldriven artikeltillverkning. MIL-gruppen skall även tillhandahålla verktyg för implementering av artikeltillverkningslotsarna, samt identifiera gemensamma IT-hjälpmedel inom delprojekten.

Modellerings- och IT-investeringsLotsen (MIL) är ett stöd vid upphandling av IT-system för modellbaserad artikeltillverkning. Den skall ge svar på frågor om vad olika system behöver stödja för att modellbaserad artikeltillverkning skall vara genomförbara.

Projekteffekter

Med hjälp av samordnade arbetsprocesser och aktuell information om produktionssystemets maskiner och processer kan man snabbare uppnå både önskad kapabilitet (förmåga att realisera produkter till önskad kvalitet) och önskad kapacitet (volym och tid) när systemet anpassas till nya marknadsbehov och lagkrav. Följande är bedömda industriella effekter:

1. Tiden för att utvärdera och bereda lämplig tillverkningsprocess minskar.
2. Tiden för inkörning av nya artiklar sänks genom att problem upptäcks vid digital verifiering.
    a. Antal kassationer vid start av ny produkt i befintlig maskin minskar.
3. Tid för att anskaffa och installera nya maskiner sänks.
    a. Antalet oplanerade problem med kvalitet, kapacitet och kostnad reducerade genom att problem upptäcks vid digital verifiering.
    b. Tiden för intrimning efter installation (ramp up) sänks.
    c. Totala investeringskostnaden i produktionsanläggningen sänks.
4. Arbetsproduktiviteten kan öka genom att processer och maskiner kan optimeras.

Parter:

Tillverkningsindustri:

Scania	Sven Hjelm Sven.Hjelm@scania.com, Projektledare
Sandvik Coromant	Jan Axelsson
ITT Flygt	Bernard Brauer
Haldex	Kent Marklund
NMW	Torbjörn Danielsson
Epsilon	Roger Bäckström

IT-leverantörer:

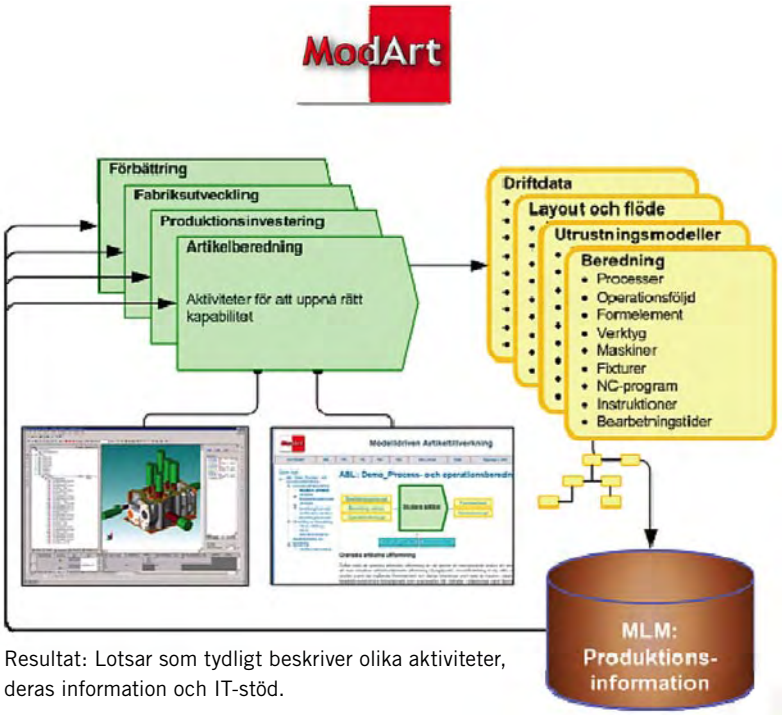
Eurostep	Håkan Kårdén
Siemens/UGS	Lars Sveding
Dassault Systèmes	Agneta Lundqvist
PTC	Mats Fredriksson

Akademi/Institut:

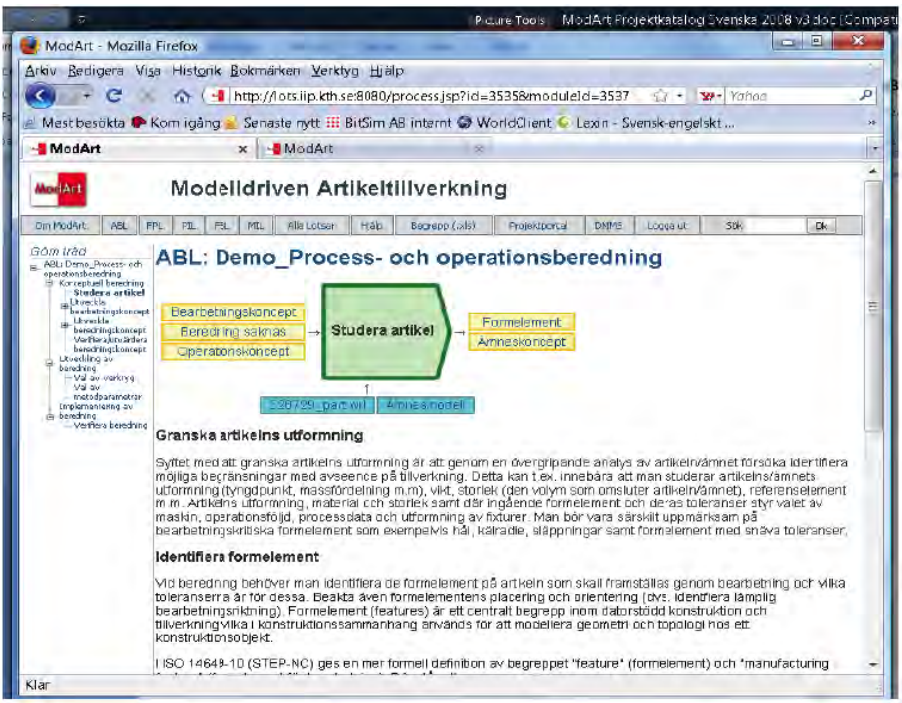
Swerea/IVF	Mats Lundin
SIS	Mattias Lafvas
KTH/DMMS	Torsten Kjellberg
KTH/DMMS	Gunilla Sivard, Gunilla.Sivard@iip.kth.se, Forskningssamordnare.

Projektledare/kontaktpersoner:

Sven Hjelm, Projektledare, Scania, Sven.Hjelm@scania.com, 08-55383443
Gunilla Sivard, Forskningssamordnare, KTH/DMMS, Gunilla.Sivard@iip.kth.se, 08- 790 9080



Resultat: Lotsar som tydligt beskriver olika aktiviteter, deras information och IT-stöd.



Exempel på lots: ArtikelBeredningsLotsen, ABL.

Simulering av orundhet av gjuten komponent efter bearbetning

Projektet behandlar problemet med arborrning/finborrning av cylinderlopp i motorblock till Volvo Cars motorer då orundhet av cylinderloppen uppstår under bearbetning. Cylinderfodren (av gjutjärn) bearbetas ca 2 mm genom arborrning till färdigt mått. Ett problem är att felfritt bearbetade cylinderlopp tappar sin rundhet då närliggande lopp bearbetas. Vi vet att bearbetningsföljden påverkar storleken på orundheten. Idag används totalt sju bearbetningssteg varav tre bryningssteg för att nå önskad tolerans och yta. Vi kan tänka oss att olika kombinationer av mellanbearbetningar kan ge samma slutliga orundhet. För att attackera problemet modellerar vi residualspänningarna som uppstår som ett resultat av gjutprocessen och avsvalningsförloppet. Då motorblocket solidifierats avsvalnar det med olika hastighet i sina olika delar vilket ger en spänningsuppkomst som hade uppkommit även utan ingjutna foder. Under hela avsvalningsförloppet erhålls en spänningsökning i och runt fodren som till största delen beror på skillnaden i termisk kontraktion mellan gjutjärn och aluminium. Som ett resultat blir cylinderfodren signifikant tryckpåkända i radiell led efter ingjutning och avsvalning. Vid bearbetning av cylinderloppen, tas tryckpåkända materialvolymer bort vilket leder till att spänningsfältet omlagras med distorsion som följd. Bearbetningsprocessen modelleras på ett förenklat sätt med sk ”element removal”-teknik, varvid tryckpåkända materialvolymer tas bort vilket leder till att spänningsfältet omlagras med distorsion som följd. Två olika bearbetningssekvenser har simulerats, med relativt god överensstämmelse mellan observation och modellprediktion av orundheten. Simuleringarna visar att det är fördelaktigt att börja med ett grovskär och avsluta med ett finskär för att minska den kvarstående orundheten.

Syfte

En nyckelfaktor inom motorutveckling och tillverkning är att kunna kontrollera processparametrar för att nå en hög produktkvalitet. För att bibehålla en fortsatt hög konkurrenskraft krävs också att kostnaderna för att uppnå denna kvalitetsnivå minimeras. Detta projekt – Simulering av orundhet av gjuten komponent efter bearbetning – syftar till att förbättra både kvalitet och ekonomi. Målsättningen är att formulera en metod där orundhet vid efterbearbetning kan predikteras hos gjutna komponenter med hänsyn till ett residualspänningstillstånd. I förlängningen kan denna metod användas för att optimera en bearbetningsprocess som ger mindre påverkan på detaljen med minskat antal bearbetningssteg samt bibehållen produktkvalitet. För att förstå den aktuella pro-

blemställningen krävs en holistisk problemformulering där en stor del av tillverkningsprocessen beaktas. I dagsläget används flitigt simuleringsverktyg för specifika problemställningar som t ex ”gjutsimulering”, med fokus på formfyllnad och restspänningar, eller simulering av den skärande bearbetningen (skärkrafter – verktygsnötning). I det föreslagna projektet fokuserar vi på gränslandet mellan dessa etablerade metoder för att prediktera oönskade orundheter efter bearbetning, vilket gör detta projekt unikt.

Resultat

Vi sammanfattar resultaten från slutdelen av projektet som:

- Inledande simuleringar gjordes med elasto-plastiska materialmodeller, medan slutdelen av projektet tillämpat modeller för att fånga upp krypeffekter. Den senare utvecklingen med Perzyna kryp gav inga stora förändringar på resultaten. Både den simulerade orundheten och spänningsfördelningen blev i stort sett oförändrade.
- Simuleringar med olika värmeövergångskoefficienter visade sig ge försumbara effekter.
- När det gäller bearbetningssekvenserna visar det sig att spänningsrelaxationen kan relateras till de bortbearbetade materialvolymerna. Sålunda, betyder detta att grovskär ger större orundhet än finskär av cylinderloppen. Vattenhålen som fräses mellan cylindrarna bör bearbetas i ett separat steg före bearbetningen av cylinderloppen påbörjas.

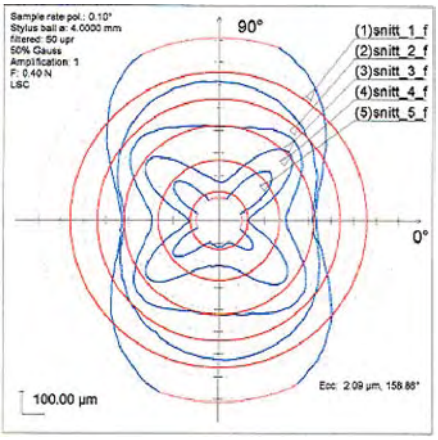
En rekommendation för framtiden är att mer noggrant validera de modellerade residualspänningarna mot mätningar än vad som har kunnat genomföras i detta projekt.

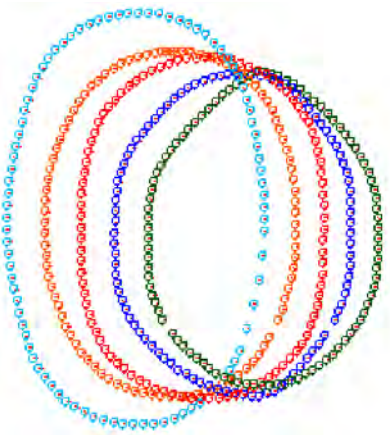
Genomförande

Projektet har genomförts i delsteg enligt:

- Simulering av avsvalningsförloppet efter högtrycksgjutningen av aluminiumblocken.
- Beräkning av residualspänningarna baserat på det simulerade avsvalningsförloppet. Denna del kan sammanfattas med:
  - Preliminär modellering av elasticitet, plasticitet samt krypeffekter med diagnosticerade materialparametrar.
  - Mekanisk provning av gjutaluminiumet map krypeffekter och dess temperaturberoende.
  - Avlutande simulering av residualspänningarna med kalibrerade materialparametrar. En full 3D modell av motorblocket har vidareutvecklats och använts.

- Simulering av bearbetningsprocessen
  - Bearbetningsprocessen har modellerats på ett förenklat sätt med sk ”element removal”-teknik. Som ett resultat erhålls distortionen (=orundheten) efter materialborttagande som förvånansvärt väl överensstämmer med gjorda observationer.
- Mätning av orundheten efter olika processsteg, samt validering mot simuleringen.





Orundhet. Uppmätt (vänster), simuleringar (höger)

Projekteffekter

- Specifikt
  - Etablerad metodik för simulering av bearbetning kopplad till modellerade restspänningar, genom ”elementremoval – relaxation av randspänningar”.
  - Erhållen simulerad orundhet efter validering mot uppmätt orundhet.
  - Etablerad metodik för att studera alternativa optimerade bearbetningssekvenser map orundhet.
- Potentialer
  - Grunden till en fungerande demonstrator för att förutse konsekvenser av residualspänningar
  - Fördjupad kunskap om restspänningsuppkomst i gjutna komponenter.
  - Bättre cylinderblockskonstruktion i framtida produkter. Rundare cylinderlopp ger lägre oljeförbrukning, lägre bränsleförbrukning, mindre emissioner, etc.
  - Slutligen vill vi framhålla att, vid sidan av de tekniska och vetenskapliga resultaten, har vi nått målet att etablera ett välfungerande nätverk. Både inom akademi och industri har vi fått värdefulla kontakter, som kan leda till vidare forskningsprojekt eller teknik- och kompetenssteg genom andra samarbetsformer.

Deltagande parter och kontaktperson

Professor Ragnar Larsson, Projektledare
Avd. Material och Beräkningsmekanik
Inst. för Tillämpad Mekanik
Chalmers Tekniska Högskola
S-412 96 Göteborg
ragnar@chalmers.se
+46-31-772 5267

Dr. Johan Ahlström
Avd. Materialteknologi
Inst. Material- och Tillverkningsteknik
Chalmers Tekniska Högskola

Håkan Sterner
Volvo Cars Engine
Process Development, Skövde

Anders Thorell
VCC
Engine Design, Göteborg

Framtagning av handbok för stål och värmebehandling

Inom projektet kommer vi att ta fram en ny handbok för värmebehandling av stål. Idag saknas det en aktuell handbok för värmebehandlingsområdet i Sverige. Handboken behövs för att samla och ta tillvara på befintlig kompetens inom området för upplärning och kontinuerlig kompetensuppbyggnad hos företag samt i utbildningssammanhang på universitet och högskolor.

Boken kommer att finnas tillgänglig både i webbformat och i bokform. Den skrivs på svenska, men efter projektets genomförande är avsikten att också översätta den till engelska.

Projektet är initierat av Värmebehandlingscentrum.

Syfte

Att sammanställa och ta tillvara på befintlig kompetens inom värmebehandlingsområdet genom att ta fram en handbok för stål och värmebehandling.

Resultat

Projektet har startat hösten 2008.

Genomförande

Värmebehandlingscentrums medlemmar, instituten och företagen, kommer att vara huvudutförare i arbetet med att ta fram handboken, men även andra företag och organisationer kommer att bjudas in att delta.

Två huvudredaktörer kommer att utses samt en redaktionskommitté. Arbetet kommer att delas in i olika arbetsområden med arbetsgrupper och arbetsledare. Arbetsgrupperna kommer att fungera som initial granskningsgrupp av de olika avsnitten.

Den slutliga innehållsförteckningen är ännu inte fastställd, men följande huvudavsnitt är föreslagna.

- Metallografiska grundbegrepp
- Materialprovning
- Stål och legeringsämnen
- Härdbarhet

- Värmebehandling
- Värmebehandlingsprocesser
- Närliggande processer
- Formförändring vid härdning och anlöpning
- Egenskaper efter värmebehandling
- Simulering av värmebehandlingsprocesser
- Kvalitetssäkring vid värmebehandling
- Konstruktionsaspekter

Projekteffekter

Handboken kommer att finnas tillgänglig för alla, t ex företag och studenter. Den ska fungera både som lärobok och uppslagsbok.

Deltagande parter och kontaktperson

AGA Gas AB
Atlas Copco Secoroc AB
Bodycote Värmebehandling AB
EFD Induction AB
Finnveden Powertrain AB
Ovako Steel AB
Parker Hannifin AB
Sarlin Furnaces AB
Scania CV
SKF
Teknoheat AB
Uddeholm Tooling
Volvo Construction Equipment Components AB
Swerea Kimab
Swerea IVF

Projektledare
Eva Troell
Swerea IVF, Mölndal
E-post: eva.troell@swerea.se
Telefon: 031-706 6077

Industriell projektledare
Pelle Olsson
Bodycote Värmebehandling, Sverige
E-post: pelle.olsson@bodycote.se
Telefon: 070-2422145

MERA-konferens 2008

Produktionssystem för plåtverkstäder inklusive ytbehandling

Kompetensutveckling inom produktionsmetoder och konstruktion av högpresterande produkter av stål

Projektet har utvecklat metoder för kompetensutveckling mellan företag i ett leverantörsnätverk i samarbete med institut och högskola. Konsekvenser av att byta material i produkter med koppling till fordonsindustrin har utforskats genom utveckling av ett antal typcase. Produktionsmetoder för tillverkning av produkter i deformationshårdnande rostfria stål har vidareutvecklats, bland annat sträckning av rör och stumfogar.

Syfte

Huvudmålet med detta projekt var att bygga upp ett tillverkningsnätverk av kompletterande leverantörer med ökad kunskap och erfarenhet av högpresterande rostfria stål. Projektet är en del av ett långsiktigt arbete där företag deltar som har ambitionen att vara internationellt framstående inom utveckling och produktion av avancerade höghållfasta stålprodukter.

Resultat

Demonstratorer

Tre typcase har utvärderats:

1. Cykelhållare till personbil, ett samarbete mellan Helens Rör och Thule, Industriell projektledare: Per Wagner, Helens Rör
2. Stödben till husvagnar, Industriell projektledare: Peter Anderzon, Samhall Göteborg
3. Ändutformning av tätning till bränslerör, Industriell projektledare: Per Antonsson, Autotube AB.

De tre utvalda demonstratorerna har tillverkats som prototyper och i fallen stödben och bränslerör har de även provats med avseende på hållfasthet.

Processutveckling

1. Sträckning av rör
   Noggrannare experimentella underlag har tagits fram för att med FE-analys prediktera slutegenskaper hos rör som sträckts till hög hållfasthet. Standardiserad dragprovning görs vid mycket lägre töjningshastigheter än vad som används vid sträckning av rör, därför har dragprover utförts med samma töjningshastighet som rörsträckningen. Samtidigt har rörsträckning utförts på SP för att ge noggrannare indata till FE-analysen. En Excel-modell för analytisk prediktion av rörtjocklek och diameter efter sträckning togs fram av Outokumpu Stainless med utgångspunkt från dragprovkurvorna. Denna modell fungerar mycket bra för att prediktera diameter och godstjocklek hos de sträckta rören i projektet, och visar att materialmodeller med variabelt R-värde (anisotropivärde) för olika töjningsnivåer behövs. Dessa finns implementerade i LS-DYNA, och metoder att prediktera även hållfastheten hos rören kommer fortsatt att utvärderas av Linköpings Universitet.

2. Sträckning av ämnesplåt
   Försöken att sträcka plåt till förformade ämnen gav inte tillräcklig materialbesparing, vilket resulterade i att metoden har lagts på is.

3. Sträckning av svetsar
   Rör har sträckts till en brottgräns av cirka 1000 N/mm2. TIG-svetsning har använts för att svetsa ihop rör genom stumfogar. De svetsade rören sträcktes i en dragprovmaskin, och därefter har de försträckta svetsarna dragits av för att mäta den slutliga hållfastheten. Försöken var framgångsrika, och både svetsen och HAZ fick högre hållfasthet än det ursprungliga försträckta röret.

   En litteraturstudie om metoder att öka materialutnyttjandet hos plåtformade produkter har kompletterats med intervjuer. Resultatet blev att detta är ett område som behöver förstärkas, och en extra Workshop om detta hölls i samband med Kurstillfälle 4 den 14 september 2007.

Trycksvarvning har utförts av runda burkar för att utvärdera hur högt deformationshårdnande som kan uppnås i olika rostfria legeringar.

Klippkraften för HyTens 1000 jämfört med HyTens X och mjukt kolstål DC04 har mätts upp vid försök som utförts vid Uddeholm Toolings utrustning för klippförsök.

FE-analys med materialmodeller som kombinerar martensitbildning och variabelt R-värde behöver utvärderas för deformationshårdnande rostfria stål.

Andra frågor som återstår att lösa är bland annat fogningsmetoder och verktyg för stansning/klippning av rostfria UHS-stål.

Dessa frågor utvecklas vidare inom bland annat MERA-projektet PUHS, i Lätta-Material-projektet Lätt-UHS och interna företagsprojekt.

Undervisning inom bland annat följande områden har hållits.

- Materialkunskap
- Konstruktion, FMEA, budgetmodeller och FE-analys
- Implementering av nya material inom fordonsindustrin
- Produktionsmetoder och verktygslösningar för höghållfasta stål
- Ökat materialutnyttjande

Dokumentationen har samlats på projekthemsidan som nås av alla deltagare i projektet. Denna form av tekniskspridning har varit mycket uppskattad av deltagarna, då företagen sinsemellan har fått inblick i de nischkompetenser som finns att utnyttja på nära håll. Metoden kommer att utnyttjas vidare i VINNOVA-projektet ”Lätt-UHS”. Demonstratorer i form av skarpa industriprodukter har drivits av industriella projektledare i samarbete med Swerea IVF och Outokumpu Stainless.

Genomförande

Demonstratorer

Demonstratorer i form av skarpa industriprodukter har drivits av industriella projektledare i samarbete med Swerea IVF och Outokumpu Stainless.

Processutveckling

Tre processer har utvärderats genom experiment och FE-analys:

1. Sträckning av rör
   En viktig del är att rätt kunna prediktera resultat från rörsträckning genom FE-analys. En första undersökning har utförts på tidigare sträckta rör i VINNOVA-projektet ”Formgiven hållfasthet”.

2. Sträckning av ämnesplåt
   En metod för att öka materialutnyttjandet, som är alltmer viktigt i takt med ökande materialpriser.

3. Sträckning av svetsar
   Sträckning är en metod för att återge svetsen något av den hållfasthet som förloras genom värmetillförseln.

Kompetensutveckling

Fyra tvådagars workshops har genomförts, där deltagande företag har agerat både som föredragshållare och kursdeltagare. Som komplettering till projektföretagens presentationer har föredragshållare från Uddeholm Tooling, Linköpings Universitet och Swerea IVF medverkat med olika kursdelar.

Bilder på typfall i originalutförande Cykelhållare

Stödben

Kurstillfälle 4: Materialbesparing och demonstratorer

Projekteffekter

Ett aktivt nätverk mellan komplementära företag bildades genom de fyra kurstillfällena. Företagen har delat med sig öppet av sina erfarenheter av införandet av UHS-stål i olika produkter, med fokus på företagets egen nischkompetens. Samarbetet med demonstratorerna har också fungerat bra.

Kunskap om tekniska lösningar och kalkyleringsmetoder för att genomföra ett materialbyte har spridits inom nätverket och vid konferenser/mässor.

Processutvecklingen har lett till kunskap om deformationshårdnande kopplat till geometriförändring som kan användas kommersiellt.

Deltagande parter och kontaktperson

Projektledare:
Mats Karlsson
Outokumpu Stainless Automotive
Tfn: 0520-179 24
mats.l.karlsson@outokumpu.com

Forsknings- och administrativ projektledare:
Boel Wadman
Swerea IVF AB
Tfn: 031-706 61 80
Mobile 070-780 61 80
boel.wadman@swerea.se

Projektledningen har delats mellan Industriell projektledare Mats Karlsson, Outokumpu Stainless Automotive, och Adm projektledare Boel Wadman, Swerea IVF.

Följande företag har deltagit aktivt i projektarbete och kurser:

Från Fordonskomponentgruppen:

Autotube AB	Per Antonsson, Tillverkare av bockade och bearbetade rörprodukter
Bendiro AB	Hans Gustafson, Tillverkare av rullformade fordonsdetaljer
Heléns Rör	Per Wagner, Materialleverantör, utveckling av produktionsmetoder och applikationer
Samhall AB	Peter Anderzon, Tillverkare av fordonsdetaljer m m
Outokumpu Stainless Automotive	Mats Karlsson, Projektledare

Övriga aktörer:

Bors Automation & Tools	Terje Henriksson, leverantör av verktyg och automationsutrustning
Herber Industri	Anders Alrutz, Tillverkare av maskinutrustning
Huskvarna Prototyper	Hans Magnusson, Prototyptillverkare
Hermanders AB	Jan Engström, Tillverkare av trycksvarvade och tryckvalsade plåtprodukter
Volvo Cars	Kaj Fredin, Fordonstillverkare

FoU-aktörer:
Swerea IVF AB, Kontaktperson: Tekn dr Boel Wadman
Plåtformning, materialval, simulering, konstruktionsmetoder, fogning, projektledning
Linköpings Universitet, IKP, Hållfasthetslära, Kontaktperson: Professor Larsgunnar Nilsson, Plåtformningssimulering, materialmodeller för rostfria TRIP-stål

Följande företag medverkade genom teknikbevakning och leverans av typdetaljer:
Thor Ahlgren AB, Björn Johansson, Tillverkare av fordonsdetaljer
Ekenäs Mekaniska AB, Lars-Göran Edlund, Tillverkare av fordonsdetaljer

Produktionsprocesser för karosser i mixade lätta material

Mixade lätta material kommer i ökande omfattning att användas för karossproduktion inom fordonsindustrin. Dessa material möjliggör bättre prestanda t ex vid krock eller mindre vikt vid samma hållfasthet. Mindre vikt innebär mindre miljöbelastning och lägre bränslekostnad. Projektet syftar till att öka kunskapen om produktionsprocesser för karosser i mixade lätta material.

Syfte

Projektet ”Produktionsprocesser för karosser i mixade lätta material” har initierats inom GME (GM Europa) som ett led i att möta de krav på varumärke som ställs på Saab m a p produktkostnad, flexibilitet i produktionssystem, beaktat krav på säkerhet och bränsleförbrukning etc.

Produktionsprocesserna, som är aktuella i projektet, baseras på GMEs strategi ”Mixed Materials”. Dessa skall bidra till att stärka svensk fordonsindustri genom hög flexibilitet och korta ledtider vid produktion av karosser med nya lätta material som bidrar till viktsminskning hos personbilar.

Att på kort sikt öka möjligheten att på ett konkurrenskraftigt sätt bedriva kunskapsbaserad utveckling och produktion av lätta fordon genom att säkra och stärka kompetens vid GME- THN.

Att på lång sikt utveckla och stärka samverkan mellan GME- THN, forskare vid akademi samt med andra parter inom MERA- programmet.

Etablera dels ett ”Center of excellence” i Trollhättan för lätta mixade material. Centrat ska bli ledande inom GM koncernen i slutet av denna etapp av MERA- program-

met samt att även andra biltillverkare och leverantörer kan utnyttja verksamheten vid utveckling av processer för lätta material i kostnadseffektiva processer.

Etablera dels ett ”Center i Trollhättan för utveckling och produktion av cabrioleter” och andra niche-bilar inom GM-koncernen. Inriktningen mot niche-bilar och cabrioleter kräver att produktionsprocessen anpassas för kortare serier, med fler varianter av varje modell.

Resultat och genomförande

Projektet ”Produktionsprocesser för karosser i mixade lätta material” är uppbyggt av fyra delprojekt:

A) Produktionsprocessen

B) Utveckla formnings och fogningsprocesser.

C) Digitalt stöd för processutveckling

D) Anpassning av produktionsprocessen till marknadens krav.

A) Produktionsprocessen

Delprojekt A1; Processutveckling för småbilar i mixade lätta material.
Konceptfasen har genomförts där olika lättviktslösningar tagits fram. Modulariseringsarbetet är genomfört på simuleringsmodellen för Sedan/ Convertible.
Leverentörerna Gestamp/Hardtech och Outokumpu har medverkat ang produktionsanpassning för samtliga ingående artiklar.
Beräkningsarbetet är avslutat och samtliga detaljer är produktionsanpassade. Ett färdigt virtuellt koncept har presenterats internt GM där vikt/kostnad har stämts av mot rätt prestanda.

Delprojekt A2 ; Modulariserad struktur för niche-bilar.
Har visat att det är möjligt att spara ca 50 kg på en Cabrioletstruktur om man tar hänsyn till gemensamma gränssnitt vid konstruktionen och anpassar karossprocessen efter detta vid framtagning av nya plattformar (inkl. produktionsprocessen).

Delprojekt A3 ; Processutveckling av moduluppbyggt bakre golv.
Ger stor möjlighet att kundanpassa bakre golv i samma produktionsutrustning utan att göra avkall på produktkraven, genom en moduluppbyggd struktur.

Delprojekt A4 ; Fogningsprocess för lättviktsdörrar till låg kostnad.
Även här har ett modultänkande tagit ner kostnaderna i produktionen. Genom att införa nya UHSS material måste även processparametrarna ändras för att hitta optima-

la svetsfönster. Detta har givit möjligheter att producera moduluppbyggda dörrar till en lägre kostnad och lägre vikt än tidigare. (framförallt tunnare plåt).

Delprojekt A5: Moduluppbyggda dörrar i lätta mixade material.
Resultatet visar att en ”mixed material” ansats, i detta fall UHSS och AL, blir den mest kostnadseffektiva lösningen för att minimera vikten. Moduluppbyggandet som även möjliggör för flera olika ”brand” att använda samma process, samt gemensamma artiklar, har blivit ”mainstream” inom GM. Den virtuella lösningen gav mycket lovande resultat för framtiden vad avser både vikt/kostnad, samt minskad processtid i produktion.

B) Utveckla formnings och fogningsprocesser

Delprojekt B1: Fogning av Aluminiumfront till struktur i stål.
Projektet syftar till att spara vikt speciellt i framändan, eftersom Saabs premiumbilar med hög prestanda, tenderar att bli framtunga, vilket försämrar köregenskaperna. Frontstrukturen blir då viktig att kunna konstruera i lätta material. En frontstruktur i AL har tagits fram för att spara vikt i framändan och därmed förbättra köregenskaperna i bilen. AL fronten har sammanfogas med övriga stålkarossen på ett kostnadseffektivt sätt tack vare en fogningsprocess som har verifierats som klarar AL/Stål, med bibehållna produktkrav. Punktsvetsning ger stora problem, varför nitning och limning kommer att användas, med utprovade processfönster, som säkerställer kvaliteten i Saab’s bilar.
Prototypartiklar har tagits fram på Saab och Hydra tillsammans och kompletta frontstrukturer har producerats på Saab.
Prototypbilar har byggts på GM Canada under våren och sommaren -08 och därefter kommer tester att utföras under hösten -08, t ex Crash, Korrosion, Utmattning osv för att säkerställa produktkraven och verifiera simuleringarna, samt validera tillverkningsprocessen i fabriken (Lansing USA). Byggnationen av bilarna kommer att ske i USA/Canada.

Delprojekt B2: Process för förstärkt karosstruktur med lätta material och dess fogningsmöjligheter
Ett annat viktigt resultat är hur man implementerar div. förstärkningsmaterial som t ex AL-skum, plast, kompositer osv för att förstärka tunnväggiga balksektioner eller som lokala förstärkningar i infästningspunkter od i karossen. Ett problem är att hitta en process som tillåter användning av t ex plastskum, utan att påverka arbetsmiljön negativt.
Projektet har levererat en teoretisk studie av tillgängliga material på marknaden, som är sammanställt till en rapport där det framgår ; kostnad, vikt, materialegenskaper, hälsorisker, processmöjligheter osv. Rapporten innehåller även simuleringar av viktiga egenskaper, såsom styvhet, safety, ljudemission och processparametrar.

Delprojekt B3: Sammanfogningsprocess av sandwichmaterial i karossartiklar
Projektet har undersökt de nya lättviktslösningarna för återskapande av ljudprestanda, NVH (till minst dagens nivå), till en låg kostnad och som inte påverkar produktionsprocessen. Benchmarking och simuleringar har utförts med stor framgång. Konceptval har utförts för t ex takplåtar, AL frontstruktur osv. Prov har utförts på mulor för att korrelera simuleringsarbetet.

Delprojekt B4 ; Fogning av karossartiklar i rullformade ämnen.
Resulterar i dels en förståelse av hur svetsade komponenter av Borstål skall konstrueras för att möjliggöra hållbara svetsar, samt hur valsriktningen av ämnena påverkar sprickbildningen vid dynamiska påkänningar. Nya processparametrar har tagits fram, famförallt med avseende på svetsning, dvs processfönster.

C) Digitalt stöd för processutveckling

Delprojekt C1: Optimerade tillverkningsprocesser för höghållfasta rostfria stål
Materialegenskaper och materialmodeller till CAE-koder har tagits fram och en virtuell demonstrator i form av en B-stolpe till Volvo S40 är framtagen. Resulatet i form av hårdvara är krocktestade B-stolpar som har visats upp hos samtliga deltagande OEM'er och även övriga projektdeltagare. Information om projektresultaten har påbörjats, genom besök på samtliga deltagande företag och denna sk "Stainless Steel Academy" kommer att rullas ut under hela 2008.
Block 3 har påbörjats dvs arbetet med att virtuellt designa en plattform helt i Rostfritt, för att visa resultatet i form av Vikt/Kost/Prestanda på bilmässan i Frankfurt Sept. -09. Referens i Block 3 är GM'S Kappa plattform. Kommer att avslutas på GME i dec. -08.

D) Anpassning av produktionsprocessen till marknadens krav

Delprojekt D1: Marknadsanpassat dragkoncept.
Nya krav från marknadssidan, är att dragen skall vara manövrerbara inifrån bilen. Detta har stämts av med leverentörer av komponenterna, samt karossammanbyggnad och slutmontering mycket noga, för att ej fördyra produktionsprocessen. Tyvärr har det utarbetade konceptet visat sig vara för dyrt, varför resultatet blev ett ganska ordinärt dragkoncept som ej fördyrar tillverkningsprocessen, utan snarare sparar kostnader för Saab, samt uppfyller marknadens normala krav på användarvänligheten.

Delprojekt D2: RHT – rörligt plåttak för Cabrioleter.
Saab vill behålla sin ledande roll inom GM och bygga upp kunskap i ett center för utveckling av Cabrioleter med syfte att få produktionen till Trollhättan. Traditionellt har Saab haft mjuka tak s k "soft top". Marknadsavd. önskemål om RHT har visat sig ej

passa i Saab's segment, framförallt på USA marknaden. Därför har arbetet i delprojektet avslutats med en studie om hur vår produktionsprocess skall anpassas för Cabrioleter på samma produktionslina i Trollhättan.

Projekteffekter

Projektet har ökat möjligheten att på ett konkurrenskraftigt sätt bedriva kunskapsbaserad utveckling och produktion av lätta fordon vid GME- THN. En produktprocess har utvecklats både virtuellt och fysiskt. Resultaten ska leda till implementering i ett flexibelt produktionssystem för kommande bil-program/-modeller inom hela GM. Effekterna är färre fysiska prototyper, snabbare taktuppgång vid produktionsstart, färre produktionsstopp, mindre materialåtgång, samt en produkt som stärker Saab's varumärke på marknaden. Arbetet med att etablera ett "Center of Expertise Convertibles" har blivit verklighet och framöver blir detta en viktig del i arbetet att få utvecklingsarbeten och produktion till Sverige av nisch-bilar.

Stainless Steel Academy kommer även i framtiden att genomföras med jämna tidsintervall hos samtliga deltagande företag. Allt material och resultat från detta projekt läggs in i gemensamma GM databaser och kan komma att användas i framtida bilprojekt.

Deltagande parter och kontaktperson

Projektparter:
Saab Automobile AB Lars-Olof Hellgren (projektledare)
Innovatum AB Lillemor Lindberg

Deltagande leverantörer;
Hydro Automotive AB
ERAB
Outokumpu Stainless AB
Gestamp HardTech AB

Kontaktperson:
Lars-Olof Hellgren, Manager Adv. Body Concept
Saab Automobile AB
lars-olof.hellgren@se.saab.com
Telefon: 0520-86962; Mobil: 073-8019616

Virtuell Målning – Sprutmålning & tätning

Metoder och verktyg för simulering av sprutmålningsprocesser, både pneumatiska och elektrostatiska, som stödjer ett interaktivt utvecklingsarbete. Projektet hanterar också processprediktering för applicering av tätningsmaterial.

Syfte

Projektets målsättning är:

1) Exkludera on-line aktiviteter vid införande av nya produkter
2) Reducera spill
3) Minimera användandet av fysiska prototyper och prototypverkstäder för programmering av målningsrobotar
4) Öka produktkvalitet
5) Reducera cykeltid
6) Snabbare omställning vid produktförändringar
7) Bygga upp strategisk forskningskompetens och en utvecklingsgrupp inom Virtuell målning

Resultat

Forskningsresultatet kommer att implementeras i IPS målningsdemonstrator med kapacitet att förutse filmtjocklek vid sprutmålning. Simulering är baserad på processdata, som till exempel luftflöde och rotationshastighet av färgklocka, produktgeometri och applikatorns rörelse. Resultatet är luftflödet, den elektromagnetiska effekten och var färgpartiklen träffar ytan. Den förutsedda filmtjockleken har verifierats med fysiska experiment.

Projektet har bl a utvecklat teknologier:

- Ostrukturerad finita volym beräkningar baserade på SIMPLEC-algoritmer som har utvecklats för att lösa luftflödet kring färgen.
- Elektromagnetiska fält är lösta på samma ostrukturerade nät som flödesfältet, med randvillkor och laddningsfördelningar från den rumsliga fördelningen av laddade partiklar som ingångsvärden.
- Spårning av färgpartiklar i strömningslösningen med en binär trädsökningsalgoritm.
- Valideringsexperiment med Particle Image Velocimetry.

Genomförande

I detta projekt har vi byggt upp unik kompetens för att simulera målningsprocesser, detta genom att låta processexperter från bilindustrin arbeta sida vid sida med matematiska experter från Fraunhofer-Chalmers Centre.

Projekteffekter

Metoder och verktyg för simulering av sprutmålningsprocesser, såväl pneumatiska som elektrostatiska, som är över 1 000 ggr snabbare och med högre noggrannhet än de kommersiella produkter som finns på marknaden.

Dessutom kommer projektet leverera möjligheten till att simulera processen för alla typer av extruerande material, som tätning, dämpmattor, strukturlim etc.

Dessa innovationer kommer att leda till minskade materialförluster, minskade omställningstider i måleriprocessen och högre kvalitet för kunderna.

Deltagande parter och kontaktperson

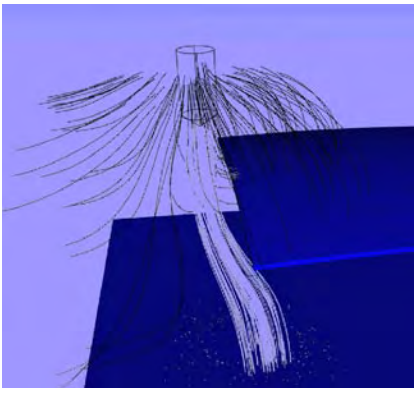
Anders Carlsson
Projektledare, Industripartner
Volvo Personvagnar
acarlss6@volvocars.com
+46-31-3252428

Mikael Larsson
Industripartner
SAAB Automobil
Micael.JO.Larsson@se.saab.com
+46-520-483246

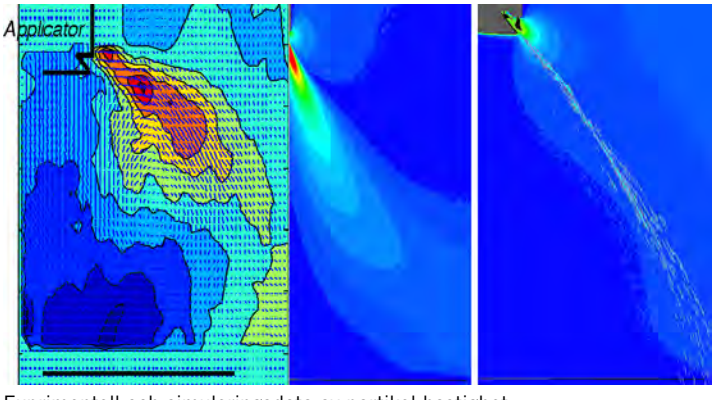
Lars Österberg
SME-partner
SWEREA IVF
lars.osterberg@swerea.se.
+46-31-7066049

Johan Carlson
Projektledare, Forskare-institut
Fraunhofer-Chalmers Centre
johan.carlson@fcc.chalmers.se
+46-31-7724289

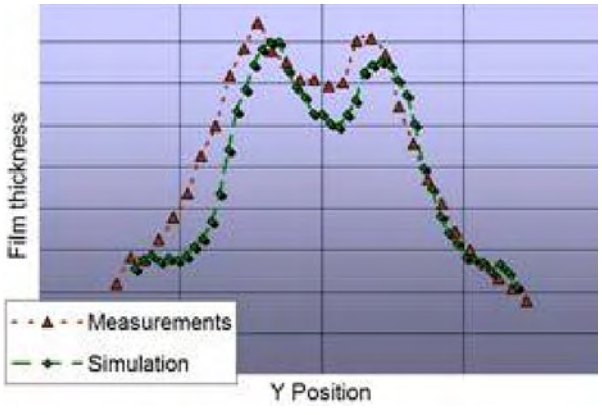
Roboticerad målning på Volvo Car



Målningssimulering i IPS



Exprimentell och simuleringsdata av partikel hastighet



Filmtjockleksprofil validering

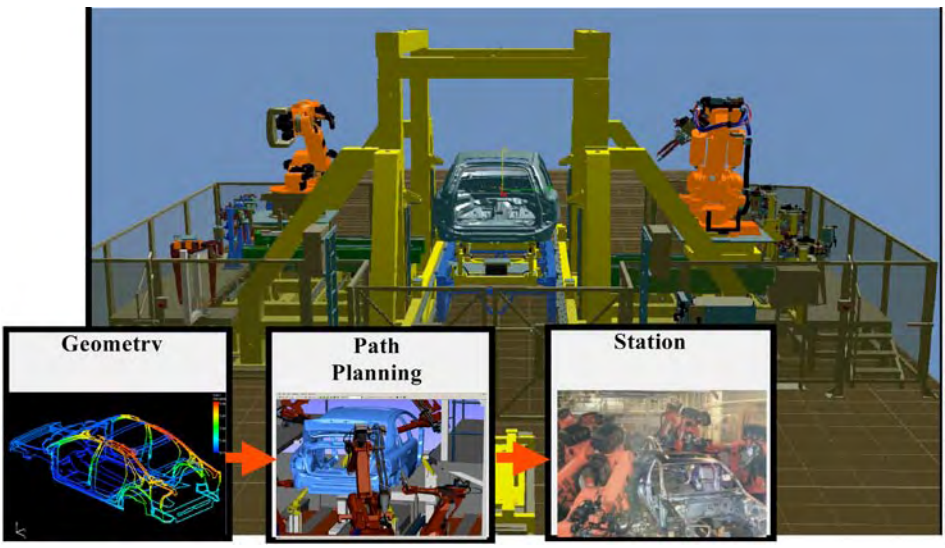
Virtuell geometri, banoptimering och Stationslogik

Virtuell utveckling och verifiering för störningsfri drifttagning av avancerade produktionssystem

Detta projekt syftar till att skapa en kostnadseffektiv och kvalitetssäkrad sammanbyggnadsprocess för komplexa produkter.

Projekt är ett samarbete mellan Wingquistlaboratoriet, Fraunhofer-Chalmers Center och fordonsindustrin. Inom detta projekt sammanförs tre forsknings- och industriella områden: geometrisäkring, banplanering & linebalansering samt robot & stationslogik för att utveckla och verifiera en kostnadseffektiv tillverkningsprocess.

En genomgående röd tråd i projektet är den automatiserade svetsprocessen som påverkar både geometrisk produktkvalitet och cykeltid. Projektet integrerar och utvecklar variationssimulering för simulering av geometriutfall beroende på svetspunktsplacering och svetsordning, automatisk banplanering och svetsordning för tidsoptimala robotbanor samt linebalansering med stationslogik för optimalt resursutnyttjande i fabrik.



Resultat

Tre forsknings och organisatoriska områden sammanförs:

Inom projektet sammanförs tre områden: geometrisäkring, banplanering & linebalansering samt robot & stationslogik.

– Målet är att produktiviteten ska ökas med 25 procent.

Förutom att projektresultaten integreras i befintlig verksamhet hos medverkande företag kommer en fysiks demonstrator att byggas upp på Chalmers.

Kommande masterutbildningar i virtuell produktframtagning kommer att utnyttja denna.

Så vill Volvo personvagnar, AB Volvo, SAAB och Scania ha det i sin bil- och lastbilstillverkningdustri för att ta bort felkällor.

De man i den virtuella miljön noggrant ritat upp och verifierat ska störningsfritt kunna överföras till produktionslinjer i tillverkningsfabrikerna.

I ett större perspektiv är målet att rädda bilproduktionen kvar i Sverige.

Genomförande

Projektet fokuserar på virtuell utveckling och verifiering av avancerade produktionssystem för: säkrat geometriutfall (kvalitet), optimerade produktionslinor (kost) samt kvalitetssäkrad stationslogik (tillgänglighet), för ökad produktionsutnyttjandegrad.

Geometrisäkring handlar om kvalitet, att varje punkt på bilen sitter exakt där den ska genom hela produktionen. Svetsning och montering får inte störa bilens geometri.

Banplanering & linebalansering innebär att man skapar exakta rörelser för robotarna, och fördelar uppgifterna mellan dem så att tillverkningen blir kostnadseffektiv.

Robot & stationslogik handlar om att bygga och programmera de olika arbetsstationerna så att man slipper störningar i produktionen.

Hittills har forskning och utveckling inom dessa områden bedrivits olika.

Nu ska projektet bidra till att systemen integreras bättre och att alla tre områdena i framtiden kan optimeras som en enhet.

Projekteffekter

Just behovet av att vässa produktiviteten är bakgrunden till det projekt, med Volvo Personvagnar som initiativtagare och MERA-programmet som finansiär.

Det är en del i VINNOVAs satsning på utveckling av produktionsteknik i svensk indu-

stri. Syftet med MERA-programmet är att ta fram nya kunskaper om produktionsteknik, men även att skapa starka utvecklingsmiljöer där industri och universitet samarbetar.

I fordonsindustriprojektet ingår tillverkarna Volvo Personvagnar, AB Volvo, SAAB Automobile och Scania. Universitetsdelen består i detta projekt av Chalmers, närmare bestämt Wingquistlaboratoriet och sin partner FCC (Fraunhofer-Chalmers Center).

Andra deltagare är konsult- och forskningsföretag som Caran och Semcon

– En viktig effekt av projektet är ju att kompetensen och förståelsen för ny automationsteknik ökar. Ska vi kunna genomföra den här integrationen mellan simulering och produktion, är det viktigt att vi får alla parter med oss.

Konsulterna måste kunna det här, de stora leverantörerna av teknik måste köpa idén, internt inom våra organisationer så måste informationsflödet effektiviseras och kvalitetssäkras.

Det är också viktigt att universiteten, i detta fall Chalmers, arbetar med frågor som är avgörande för oss i fordonsindustrin.

Vi behöver kunskapern och även anställa en del av dem som i dag utbildas och forskar i dessa ämnen i framtiden.

Deltagande parter och kontaktperson

Industriell Projektledare:
Christer Gullbrandsson
Volvo Personvagnar
cgullbra@volvocars.com
Tfn: 031-3253258

Industriella Delprojektledare:
1. Geometrisäkring Mikael Rosenqvist, Volvo Personvagnar
2. Banplanering: Magnus Jivefors, Volvo Personvagnar
3. Robot & Stationslogik Björn Högvalls, Volvo Personvagnar

Akademisk Projektledare:
Wingquist Laboratoriet
Rikard Söderberg
rikard.soderberg@chalmers.se
Tfn: 031-772 8617

Akademiska Delprojektledare:
1. Geometrisäkring Rikard Söderberg, Wingquist Laboratoriet
2. Banplanering: Johan Carlson, Fraunhofer-Chalmers Center./Rikard Söderberg, Wingquist Laboratoriet
3. Robot & Stationslogik Bengt Lennartsson, Wingquist Laboratoriet

Produktionseffektiv ljuddämpningsbehandling av karosser – Sprutbar ljuddämpning

Projektet har utvärderat potentialen att ersätta de i bilvärlden vanliga manuellt applicerade dämpmattorna med sprutbara alternativ.

Syfte

Projektets syfte har varit att höja kompetens- och utvecklingsnivån på SAAB Automobile AB till världsklass inom sprutbar ljuddämpning. Detta innebär att SAAB Automobile skulle kunna ta 'lead' inom området för GME. Dessutom var syftet att processleverantören, Teamster AB som deltog i utvecklingsarbetet, skulle bli certifierad för att leverera utrustning inom GM "world wide". Slutligen skulle en forsknings/utvecklingsdel utföras som ett examensarbete.

Resultat

Studien har redovisat var och hur sprutbar ljuddämpning kan utföras, men framför allt effektivisera produktionen. Resultatet har lett till utveckling och mer kompetens inom:

- Ett mer flexibelt produktionssystem – ljuddämpa med avseende på specifikation, exempelvis mer mängd ljuddämpning på dieselbilar.
- Hur att uppnå samma ljuddämpning med viktbesparing eller förbättrad ljuddämpning med samma vikt.
- Ett produktionssystem lämpat för stor volym men liten volym per variant.
- Minskad TPT, tid per bil.

Dessutom har Saab Automobiles kompetens inom detta område ökat och bidragit till att förbättra Saabs konkurrenskraft inom GM.

Genomförande

Projektet har försökt ta med alla aspekter för att nå målet – en effektiv ljuddämpningsbehandling av karosser. Huvuddelen av arbetet har lagts på process och processvalsdelen.

1. Materialutvärdering

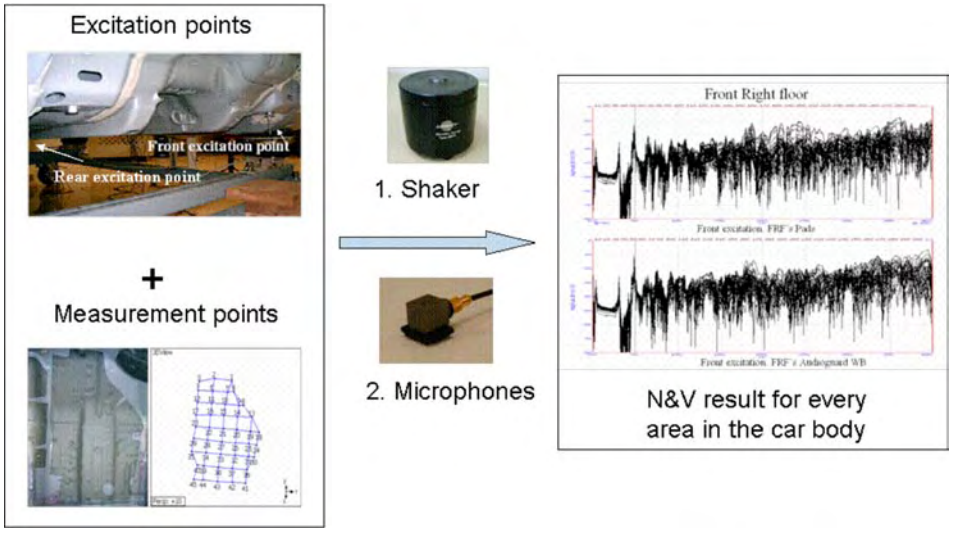
Första steget i framtagning av en effektiv process var att ta fram lämpliga material – urvalet inkluderade både de typer som nu finns på den europeiska marknaden, men även materialvarianter som nu inte används i Europa. Målet var att ta fram en variant som representerar nuvarande materialtyper och en variant som kan föra material- och processteknik framåt.

Vid utprovningen som utfördes i labmiljö utvärderades först ljuddämpningsegenskaper för ett antal material. Därefter utvärderades andra produktnära egenskaper och processbarhet för ett begränsat antal sprutbara material.

2. Appliceringsstudie och optimering.

Andra steget i projektet var att verifiera egenskaperna ljud- och andra produktegenskaper i ett fullskaleprov, då vissa egenskaper endast går att få fram i helbilsförsök.

Provet utfördes på tre karosser, en med epoxi, en med vattenburet akrylatbaserat material och en med nuvarande dämpmattor. Optimeringen gjordes i ett antal steg med mätningar mellan varje steg. Dämpningsvärdena uppmättes i ett finmaskigt nät och för varje mätpunkt erhölls ett resultat, se figur 1 nedan. Målet var bland annat att minimera mängden sprutbart material för att minska slutlig produktkostnad, vilket också erhölls med upp till 18 %.



Figur 1. Ljuddämpningsmätning av karosser

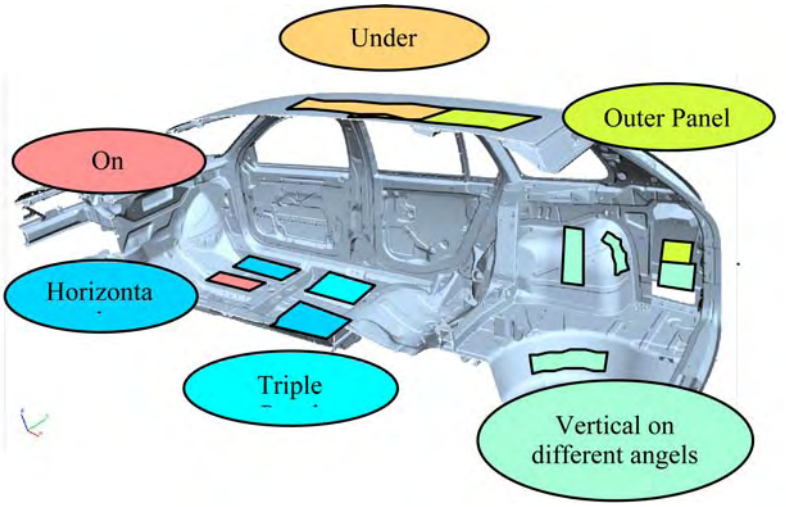
NVH-utvärdering sammanbyggd bil; De tre karosserna sammanbyggdes till kompletta bilar i befintlig process. Dessa utvärderades också i ett antal mätpunkter.

3. Process och processval

Slutligen, projektets huvudmål avseende processtudien var att göra en jämförande studie mellan nuvarande material och sprutbara material; Utvärdering av processrisker och förslag till möjliga motåtgärder gjordes bl a inom nedanstående områden;

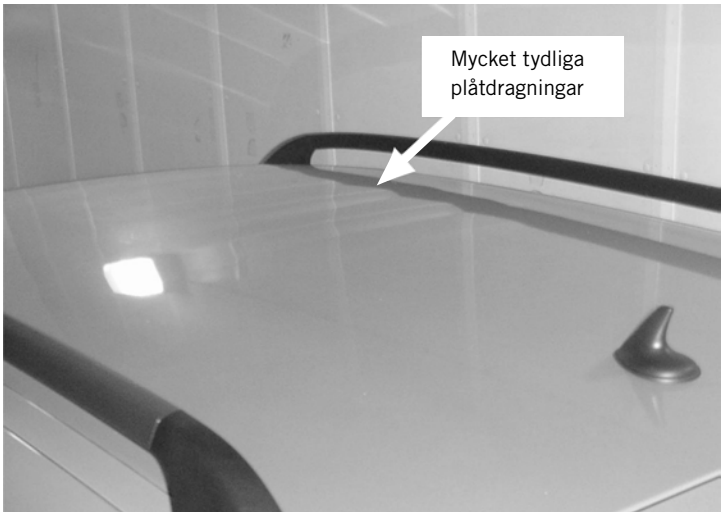
- Kvalitet och kapabilitet för materialapplikationen
- Indirekt påverkan på kvaliteten
- Hälsa och säkerhetsrisker för produktionspersonal.
- Processtillgänglighet och underhållsfrågor
- Sprutbarhet/ appliceringsutrustning och munstycken

Utvärderingen utfördes på ett antal relevanta yttyper se figur 2, nedan.



Figur 2. Utvärdering av sprutbara material på olika yttyper.

Ett exempel på slutsats från utvärderingen är att nuvarande epoximaterial som används på den europeiska marknaden inte kan användas på insidan av skalplåtar (ytterplåt) pga plåtdragningar, se figur 3 nedan. Motsvarande fenomen kan ej observeras då vattenburet akrylbaserat material används.



Figur 3. Exempel på ytstörning (Epoxi vid minus 20 °C.)

Projekteffekter

Utifrån projektets utvärdering avseende ljuddämpningsegenskaper, användningsbarhet i processen och ekonomi, är slutsatsen att teknologin och den vattenburna akrylatbaserade materialtypen är ett självklart alternativ till dagens dämpmattor. I figur 4, redovisas den bedömning av materialtyper som utförts. I tabellen kan man tydligt se att vattenburen akrylatbaserad teknologi är att föredra. Speciellt då dämpningsegenskaper, effekter av material på ytterplåtar – s k read-through-effect, lukt i bil – mycket svag effekt och EVAP – utsläpp av kolväten från färdig bil, beaktas.

Summary	Pads	LASD	
	Bitumen pads	Acrylic based (Waterborne)	Epoxy based
Damping properties, oberst	2	2	1
Damping on car same weight	2	3	2
Full contact damping material to panel	2	3	3
Read through	3	3	0
Odour in car	3	3	1
EVAP	2-3	3	1
Cracks & lose mtrl	2	2	3
Flexibility to model changes	2	3	3
Product weight	2	3	2-3

3 GOOD 2 OK 1 POOR 0 NOK

Figur 4. Bedömning av de två materialtyper som undersökts – jämfört med de nu använda bitumenmattorna baserat på laboratorie- och processundersökningar.

Parallellt med material- och appliceringsmetodutveckling har en logistikutredning genomförts avseende möjligheten av införande av variantspecifik dämpning.

Utredningen har genomförts som ett examensarbete av 2 teknologer från Chalmers.

Resultatet visar konsekvenserna med koppla mängden applicerad material till motorvariant redan i målerifabriken. På köpet har dessutom analysen gett företaget ett antal andra rationaliseringsförslag.

Projektet har medfört att F&U personal vid Saab Automobile AB i Trollhättan och Teamster AB i Brålanda har utvecklat sin kompetens avseende olika materials ljud- och processegenskaper och dess samverkan med processutrustningar. Teamster har under arbetets gång även blivit godkända som processleverantör för GM ”world wide”.

Projektets syfte och mål har uppnåtts. I figur 5 redovisas sammanfattningsvis hela projektet – jämförelse mellan nuvarande material (bitumenmattor) och vattenburet material/epoximaterial.

Figur 5. Sammanfattning av undersökta teknologier

Deltagande parter och kontaktperson

Projektet är ett samarbete mellan Saab Automobile AB och Teamster AB

Ola Norén
Saab Automobile AB
Tfn: 0520-85 000
ola.noren@se.saab.com

BG Bengtsson
Teamster AB
Tfn: 031-65 80 00
bg.bengtsson@teamster.se

Kvalitetssäkrad teknik för recirkulation av kemikalier och vatten från zinkfosfateringsprocessen

Förbehandling före lackering är hos fordonstillverkarna den enskilt största vattenförbrukaren med ca 70 % av fabrikens totala förbrukning. Endast omkring 30 % av de fosfateringskemikalier som sätts in utnyttjas dvs hamnar på kaross och hytt. Resten går till avfall. Målet för projektet är att kunna återföra huvuddelen av det vatten och de kemikalier som idag går till avfall. Detta ska kunna göras utan att kvaliteten försämras

Syfte

Projektets syfte är att utvärdera och utveckla tekniken för återvinning från zinkfosfateringsprocessen så att det på ett kvalitetssäkrat sätt går att återföra vatten till sköljbadet och kemikalier till fosfateringsbadet.

Resultat

De effekter som projektet eftersträvar är att de deltagande fordonsföretagen väljer att införa ett återvinningssystem enligt beslutsunderlaget och att detta ska ge en besparing av färskvatten med 90 % och minskning av mängden avfallsvatten med minst 95 %, minskning av avfallsmängden av tungmetaller (fosfaterigskemikalier) med minst 80 %, samma eller bättre kvalitet på fosfatskiktet, en energiförbrukning som totalt sett inte ökar och en pay off tid för investeringen som inte överstiger 3 år.

Genomförande

Metodiken är att i en industrilik pilotanläggning för ytbehandling utvärdera och utveckla tekniken för att på ett kvalitetssäkrat sätt kunna återföra vatten till sköljbadet och kemikalier till fosfateringsbadet. Erfarenheter från pilotanläggningen ska verifieras i produktion genom att delströmmar tas ut. Sammansättningen hos koncentratet analyseras och teknik för att upptäcka och åtgärda störningar utvecklas.

Säkerställa skiktkvaliteten vi olika återföringsgrader av kemikalier

Swerea IVFs pilotanläggning för doppytbehandling anpassas och kompletteras för att efterlikna de produktionsanläggningarna som valts.

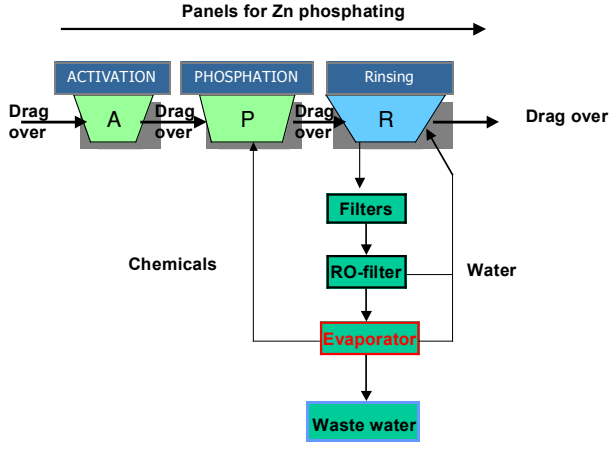
I Volvo personvagnars anläggning har omvänd osmos (RO) och indunstning valts som mest lämplig teknik för återvinning. Den första uppgiften har varit att fastställa kravet på indunstaren. I pilotanläggningen sätts samtliga steg upp för att ytbehandlingen ska kunna utföras och utvärderas på korrekt sätt. De tre bad som kommer att påverka resultatet av att kemikalier återförs (aktivering, fosfatering och sköljning) kommer att tas från aktuell produktionsanläggning.

Provämnen av stål, aluminium och förzinkat stål väljs av samma kvalitet och i samma andel som går genom produktionsanläggningen. Dessa fosfateras när olika andelar av det koncentrat som indunstaren ger återförs. Skiktkvaliteten utvärderas med avsikt att kunna bedöma maximalt tillåten återföringsgrad. Kritiska frågor att utreda är vilka föroreningar bildas eller anrikas? Vilka mängder av respektive förorening kan accepteras utan att kvaliteten försämras? Hur kan föroreningsmängderna registreras on-line och avlägsnas? Hur ska den kompletterande kemikaliesammansättningen utformas?

Säkerställa skiktkvaliteten vid steady state produktion i pilotanläggningen

Pilotanläggning anpassas för att på ett rationellt (automatiserat) sätt kunna fosfatera i stor skala. Återföring av koncentrat görs från indunstare till fosfateringsbad i den mängd som tidigare försök visat är optimal. Detsamma gäller permeatet som återförs till sköljbadet efter fosfateringen.

Provämnen av stål, aluminium och förzinkat stål tas från respektive företag i en fördelning och med en status som liknar förhållandena vid produktion. Dessa fosfateras i en omfattning så att ett steady-state tillstånd nås vad gäller kemikalier, föroreningar m m. I detta moment ingår också att designa systemet för stödkemikalier och justering av övriga processparametrar.



Principskiss över de 3 kritiska processtegen (aktivering, fosfatering och sköljning) och det återvinningssystem som valts för Volvo Personvagnar, filtrering, omvänd osmos (RO) och indunstare.

Produktionsuppföljning av kritiska moment

Utgående från resultaten från tidigare försök och förutsättningarna i respektive företag bestäms (1) vad det optimala återvinningssystemet ska bestå av och (2) vilka är de kritiska delarna i systemet och (3) vilken produktionsnära uppföljning behöver göras hos var och en av företagen. Beslutade produktionsuppföljningar genomförs.

Med resultaten från provningarna som underlag tas ett beslutsunderlag fram för vart och ett av företagen där en uppskalning görs till full produktionsskala. I beslutsunderlaget ingår en komplett massbalans för kemikalier och vattenflöden och beräkning av hur den totala energiförbrukningen och kostnaderna påverkas.

Projekteffekter

Projektet ska möjliggöra att återvinning av kemikalier och vatten görs så långt möjligt utan att kvaliteten påverkas. Vid positiva resultat kommer var och en av de deltagande fordonsföretagen att kunna föra in tekniken i flera av sina anläggningar. Ett fortsättningsprojekt är planerat för att möjliggöra att tekniken förs in bland underleverantörerna.

Deltagande parter och kontaktperson

Kontaktperson:
Lars Österberg, projektledare Swerea IVF,
lars.osterberg@swerea.se
+46 70 780 60 49

Industripartners är

Lennart Kajupank	Volvo Personvagnar
Henrik Kloo	Volvo Powertrain
Christer Bodén	Scania CV
Per-Arne Käck	SAAB Automobil

Forskningsutförare är Swerea IVF
IVL-Svenska Miljöinstitutet, kontakt Östen Ekengren

Optimering av industriella produktionssystem med hjälp av simuleringsteknik

Projektets mål är öka produktionstakten i automatiserade anläggningar. Angreppssättet för att nå detta är att nyttja moderna simuleringsbaserade metoder för optimering av styrfunktioner.

Syfte

Projektfokus är automatiserad produktion och syftar till att ta fram en fungerande metod för att kunna optimera automatisk produktion off-line för att sedan direkt kunna överföra resultaten till den verkliga tillämpningen utan någon manuell eller automatisk bearbetning.

Resultat

Det förväntade resultatet är en virtuell optimeringsstrategi för produktionssystem och som väntas användas i befintlig produktion redan under projekttiden, en presslinje för karossdetaljer.

Övriga projektresultat är bland annat; kortare omställningstider vid nya produkter, ökad kunskap kring produktionssimulering och optimering.

Genomförande

Angreppssättet för att nå projektmålet är att utgå från den framtagna och verifierade simuleringsarkitekturen och definiera och beskriva en adekvat optimeringsstrategi.

Projekteffekter

Att på förhand kunna simulera och optimera komplexa helautomatiserade produktionstillämpningar är idag ett framtidsscenario för de flesta. Men inom kort, bara ett par år, kommer det att vara en realitet. Det är då viktigt att svensk industri är med i den allt mer hårdnande konkurrensen och kan nyttja kommande tekniker och kanske till och med vara med och leda utvecklingen av automatiserad tillverkning.

Deltagande parter och kontaktperson

Nima K. Nia
Volvo Cars nnia@volvocars.com
Tfn 0454 265656

MERA-konferens 2008

Produktionssystem för montering

4D Ergonomics

I dag finns ett antal simulerings- och visualiseringsprogram på marknaden för att studera ergonomiska aspekter vid monteringsarbete. För närvarande används programmen mestadels för att visualisera monteringsuppgifter. I en delmängd av simuleringsstudierna används även statiska utvärderingsmetoder, etablerade utvärderingsmetoder och/eller företagsspecifika utvärderingsmetoder som finns integrerade i verktygen. De statiska analysmetoderna ger dock en alltför grov bild av verkligheten. Det finns ett behov av att introducera dynamiska analyser av ergonomi med fokus på hela monteringssekvenser i stället för enskilda arbetsmoment. Ergonomi kopplas dessutom alltför sällan till kvalitet, trots att det finns väl dokumenterade studier som visar på en korrelation mellan god monteringsergonomi och gott kvalitetsutfall. Projektet 4D Ergonomics syftar till att vidareutveckla analysmetoder och modeller rörande belastningsergonomi i produktion och dess koppling till produktivitet, kvalitetsutfall och hälsa.

Syfte

Syftet med projektet är att studera korrelationen mellan kvalitet, hälsa och belastningsergonomi och att utveckla en ergonomiutvärderingsmetod som tar hänsyn till tid och korrelationen mellan kvalitet, hälsa och belastningsergonomi.

Resultat

Projektet har levererat följande relevanta, industriella och akademiska, resultat:

- En modell som beskriver sambanden mellan kvalitetsutfall och belastningsergonomisk status
- En ergonomisk utvärderingsmetod för handledsbelastning som tar hänsyn till varaktighet och återhämtning
- En demonstrator som beaktar sambanden mellan kvalitetsutfall och belastningsergonomisk status samt tidsdimensionen för en arbetsoperation
- Rekommendationer om viken simuleringsmetod som lämpar sig bäst för olika simuleringsfall
- En jämförande studie mellan två olika ergonomiutvärderingsmetoder – en företagsspecifik och en utvärderingsmetod baserad på nationell standard
- En jämförande studie mellan ergonomisimuleringsresultat och deras riktiga utfall i fabrikerna

- Vetenskapliga artiklar presenterade på konferenser och publicerade i internationella vetenskapliga journaler

Genomförande

En modell som beskriver sambanden mellan kvalitetsutfall och belastningsergonomisk status

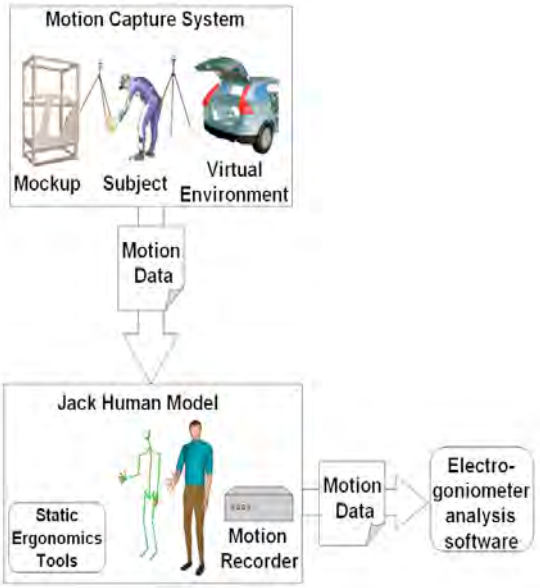
Modellen som beskriver sambanden mellan kvalitetsutfall och ergonomisk fysisk belastning baseras på en studie genomförd på Volvo Personvagnar i Torslanda. Studien inkluderar monteringsoperationer med olika ergonomiska belastningsnivåer – grön/låg belastning, gul/medel belastning och röd/hög belastning. Totalt är monteringar utförda på 24 443 bilar inkluderade i studien. De utvalda monteringarna följdes upp med avseende på kvalitetsutfall under en åtta veckors produktionsperiod. Utöver de åtta veckornas produktion följdes även kvalitetsutfallet på de monterade bilarna upp i en fyra månaders eftermarknadsstudie. Antalet kvalitetsfel och kostnader för korrigeringar/åtgärder samt materialförluster registrerades och relaterades till de olika ergonomiska belastningsnivåerna. Resultaten visar att kvalitetsfel (kvalitetsbrister) hänför sig i en högre grad till medel/höga belastningsnivåer än till låga belastningsnivåer. Risken för kvalitetsfel är 6-7 gånger högre för medel/höga belastningsnivåer än för låga belastningsnivåer. Kostnaderna för korrigeringar (fel upptäckta på banan) är 12 gånger högre för medel/höga belastningsnivåer än för låga belastningsnivåer. En praktisk tillämpning av studien är att den kan tjäna som underlag för val av produkt- och produktionskoncept i ett förebyggande syfte i målet att nå lägre kostnader relaterade till fel uppkomna i samband med manuella monteringsoperationer.

Studien kommer att avrapporteras i en vetenskaplig artikel under 2008. Resultaten kommer också att tjäna som underlag till en ekonomisk modell i en demonstrator.

En ergonomisk utvärderingsmetod för handledsbelastning som tar hänsyn till varaktighet och återhämtning

En ergonomiutvärderingsmetod som tar hänsyn till tid och återhämning är under utveckling och kommer att kunna användas före fysisk byggnation i och med användandet av virtuell ergonomisimulering och elektrogoniometeranalyser (vinkelmätningar). Ergonomisimulerings-programmet Jack och en vinkelmätningsprogramvara utvecklad av yrkesmedicinska enheten vid Lunds Universitetssjukhus (Hansson et al., 1996) användes under framtagningen av ergonomi-utvärderingsmetoden. MatLab användes för att göra vissa transformationer av Jacks utdata, nödvändiga för att få vinkelmätningsprogramvaran att ”förstå” denna utdata. Exponeringsdatan som erhålls genom ergonomisimuleringen jämförs med realdata på olika yrkeskategorier insamla-

de av Hansson et al. (1996). Det kronologiska förfarandet och de olika uppsättningarna av motion-capture-system, virtuell miljö, rekvisita, testperson, digital human model (dator-människo-modell), statisk ergonomiutvärderingsverktyg och dynamisk ergonomiutvärderingsverktyg (elektrogoniometeranalysmjukvara) visas i Figur 1. Den beskrivna utvärderingsmetoden kommer att avrapporteras i en vetenskaplig artikel under 2008.



Figur 1. Motion-capture-system, virtuell miljö, rekvisita, testperson, digital human model, statisk ergonomiutvärderingsverktyg and dynamisk ergonomiutvärderingsverktyg.

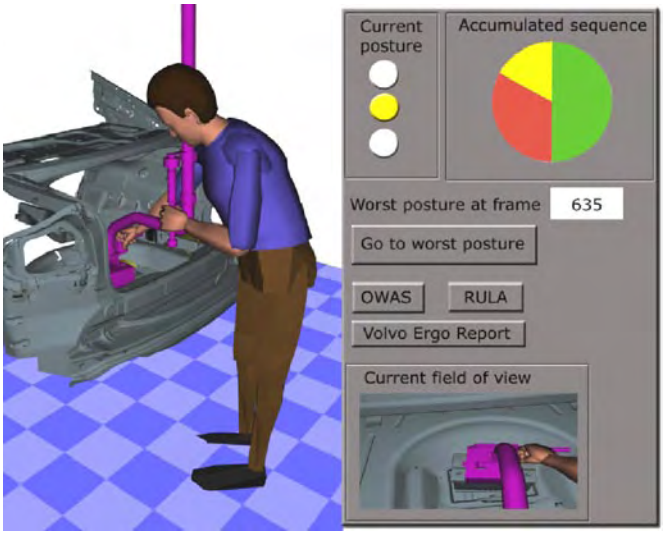
Referens:

Hansson G-Å, Balogh I, Ohlsson K, Rylander L, Skerfving S. (1996). Goniometer measurements and computer analysis of wrist angels and movements applied to occupational repetitive work. In: Journal of Electromyogr Kinesiol, Vol. 6, pp. 23-35.

En demonstrator som beaktar sambanden mellan kvalitetsutfall och belastningsergonomisk status samt tidsdimensionen för en arbetsoperation

En demonstrator är under utveckling och kommer att vara en del av projektets delresultat.

Algoritmerna är ännu ej färdiga, men tillvägagångssättet för implementeringen av dessa i demonstratorn är fastställda och kända. Figur 2 visar ett förslag på hur demonstratorns användargränssnitt skulle kunna se ut.



Figur 2. Ett förslag på hur demonstratorns användargränssnitt skulle kunna se ut.

En jämförande studie mellan två olika ergonomiutvärderingsmetoder – en företagsspecifik och en utvärderingsmetod baserad på nationell standard

I denna studie studerades en internt företagsutvecklad metod för ergonomiutvärdering med högspecificerat protokoll (BME) som användes för att utvärdera ergonomistatus på en produktionslina. Utvärderingen utfördes av produktionspersonal som hade utbildats specifikt i denna metod. Ett antal månader senare utfördes en ny utvärdering av två ergonomer från företagshälsovården, denna gång med lagföreskriften AFS 1998:1 som mall för utvärderingen. Föreskriften är utformad på ett ganska generellt sätt för att passa många industrivarianter.

Studien har dokumenterats i en journalartikel där de två utvärderingsmetoderna jämförs kvantitativt och kvalitativt. Ett antal intressanta likheter och skillnader kunde konstateras. Majoriteten (59,9 %) av bedömningar på stationsnivå (på en tregradig färgskala) stämde överens, med ett antal bedömningsskillnader uppkom i kluster längs produktionslinan. Det framkom även att AFS 1998:1 hade en tendens att ge hårdare bedömningar än BME. Metodernas förmåga att

identifiera kroppssegment i farozonen för belastningsskador studerades också. Den kvantitativa resultatjämförelsen följdes upp med intervjuer bland berörd personal som varit delaktiga i utvärderingarna. I dessa intervjuer uppkom att professionella arbetsuppgifter och mål styrde gruppernas behov av information från utvärderingarna, samt att bedömningarna på den tregradiga skalan har olika innebörd och gränsvärden för de två metoderna. Detta är en betydelsefull aspekt att beakta när man bedömer hur framgångsrikt utvärderingarna fångar upp ergonomiska risker.

De huvudsakliga slutsatserna berör svårigheterna med att välja rätt utvärderingsmetod för ett stort, komplext industriellt system. Olika metoder ger olika utdata på olika detaljnivå och fordrar olika typer av kompetens från personalen som dels ska utföra utvärderingen, dels använda resultaten. Industriella företag som vill övervaka ergonomi i produktion rekommenderas av forskargruppen att försäkra sig om att bedömningsgrader uppfattas som lika allvarliga av alla berörda personalgrupperingar, samt att alla grupers behov av användbar information från utvärderingar tillgodoses.

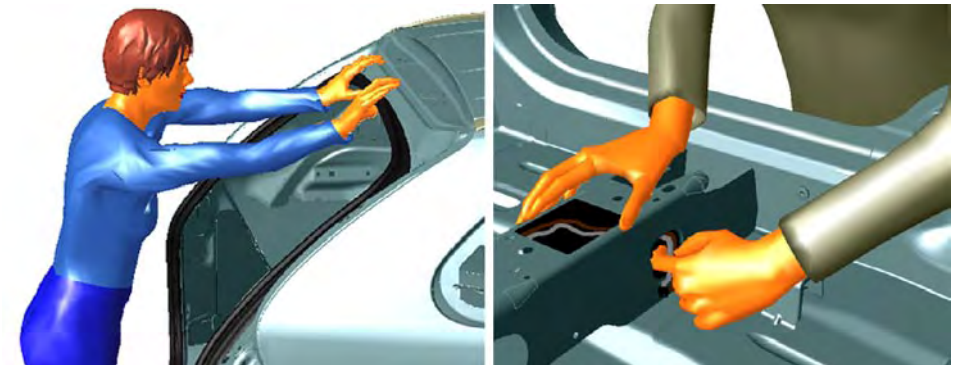
En jämförande studie mellan ergonomisimuleringsresultat och deras riktiga utfall i fabrikerna

Syftet med studien var att undersöka till vilken grad ergonomisimuleringar stämmer överens med de riktiga utfallen i fabrikerna. Ett annat syfte var att studera huruvida rekommendationer som kan hänföras till ergnomisimuleringar tas tillvara. 155 ergonomisimuleringar följdes upp och resultaten visar att ergonomisimuleringar är användbara för, främst, stående och relativt okomplicerade monteringar. Utformningen av hjälpverktyg och studier av deras utrymmesbehov visade sig vara speciellt vanliga och fruktsamma simuleringar – man erhåller hjälpverktyg som har en bra ergonomi (rätt höjd på handtag och rätt placering av reglage) och som får plats på monteringslinan.

Studien har också visat att ergonomisimuleringsprogramvarorna behöver utvecklas inom ett flertal områden för att på ett mer korrekt sätt utvärdera en tänkt arbetsoperations (arbetsplats) ergonomistatus. Främst är det inom fyra områden som studien har identifierat utvecklingsbehov: handåtkomststudier, tryck- och dragkrafter, balans- och ”lutnings”-beteenden samt synfältsstudier.

Studien visar också att en bättre återföring av produkt- och processförändringar samt en mer noggrann (bättre beskrivande) orderbeställning skulle ha en positiv inverkan på simulerings-ingenjörernas möjligheter att på ett korrekt sätt utvärdera en tänkt arbetsoperations ergonomistatus.

Figur 3 visar exempel på simuleringar som är svåra att utvärdera – det gäller tryck- och dragkrafter samt handens åtkomlighet i små utrymmen.



Figur 3. Exempel på simuleringar som är svåra att utvärdera – det gäller tryck- och dragkrafter samt handens åtkomlighet i små utrymmen.

Publicerade journal- och konferensartiklar

Lämkull, D., Hanson, L. and Örtengren, R. (2008). Uniformity in manikin posturing: A comparison between posture prediction and manual joint manipulation. Accepted for publication in International Journal of Human Factors Modelling and Simulation.

Örtengren, R. (2008). Virtual Ergonomics Centre – A research arena for digital human simulation and ergonomics evaluation. Proceedings of the 40th annual Nordic Ergonomic Society Conference, Reykjavik, Iceland, August 11-13, CD-ROM.

Berlin, C., Örtengren, R., Lämkull, D. and Hanson, L. (2008). National Standard vs. Corporate-Internal Ergonomics Evaluation – an Industrial Case Study. Proceedings of the 40th annual Nordic Ergonomic Society Conference, Reykjavik, Iceland, August 11-13, CD-ROM. Falck, A., Örtengren, R. and Högberg, D. (2008). The influence of assembly ergonomics on product quality in car manufacturing – a cost-benefit approach. Proceedings of the 40th annual Nordic Ergonomic Society Conference, Reykjavik, Iceland, August 11-13, CD-ROM.

Högberg, D., Bäckstrand, G., Lämkull, D., Hanson, L. and Örtengren, R. (2008). Industrial customisation of digital human modelling tools. International Journal of Services Operations and Informatics, Vol. 3, No. 1, pp.53–70.

Lämkull, D., Berlin, C. and Örtengren, R. (2008). DHM – Evaluation Tools. In: Handbook of Digital Human Modeling: Research for Applied Ergonomics and Human Factors Engineering. Duffy, V.G. (Ed.). Taylor & Francis, CRC Press. Full book chapter, release date Nov. 18, 2008.

Hanson, L., Högberg, D. and Nåbo, A. (2008). DHM in Automotive Product Applications. In: Handbook of Digital Human Modeling: Research for Applied Ergonomics and Human Factors Engineering. Duffy, V.G. (Ed.). Taylor & Francis, CRC Press. Full book chapter, release date Nov. 18, 2008.

Lämkull, D., Örtengren, R. and Malmsköld, L. (2008). DHM in Automotive Manufacturing Applications. In: Handbook of Digital Human Modeling: Research for Applied Ergonomics and Human Factors Engineering. Duffy, V.G. (Ed.). Taylor & Francis, CRC Press. Full book chapter, release date Nov. 18, 2008.

Berlin, C. (2007). On the Development of a Time Sensitive Ergonomics Evaluation Method. Proceedings of the 39th annual Nordic Ergonomic Society Conference, Lysekil, Sweden, October 1-3, CD-ROM.

Lämkull, D., Troedsson, K. and Falck, A-C. (2007). Virtual ergonomics within Manufacturing Department at Volvo Car Corporation. Proceedings of the 39th annual Nordic Ergonomic Society Conference, Lysekil, Sweden, October 1-3, CD-ROM.

Bäckstrand, G., Lämkull, D., Högberg, D., De Vin, L.J. and Case, K. (2007). Reduce of ergonomics design flaws through virtual methods. Proceedings of the 39th annual Nordic Ergonomic Society Conference, Lysekil, Sweden, October 1-3, CD-ROM.

Högberg, D., Bäckstrand, G., Lämkull, D., De Vin, L.J., Case, K., Örtengren, R., Hanson, L. and Berlin C. (2007). Towards Dynamic Ergonomics Analysis of Work Sequences in Virtual Environments. Proceedings of the 17th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (2007 FAIM), Philadelphia, USA, June 2007, pp 581-588, ISBN 978-1-4276-2092-7.

Wegner, D., Chiang, J., Kemmer, B., Lämkull, D., and Roll, R. (2007). Digital Human Modeling Requirements and Standardization. 2007 Digital Human Modeling for Design and Engineering Conference and Exhibition, June 12-14, Seattle, Washington, USA.

Falck, A-C. (2007). Virtual and Physical Methods for Efficient Ergonomics Risk Assessments – A Development Process for Application in Car Manufacturing. Department of Product and Production Development, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden. ISSN 1652-9243 ; 21. Licentiate thesis.

Lämkull, D. (2006). Computer Manikins in Evaluation of Manual Assembly Tasks. Department of Product and Production Development, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden. ISSN 1652-9243 ; 14. Licentiate thesis.

Projektets medlemmar har deltagit som sessionsledare på följande konferenser:
- Nordic Ergonomics Society (NES) konferens i Lysekil, Sverige, oktober 2007.
- NES-konferens i Reykjavik, Island, augusti 2008.
- Society of Automotive Engineers' Digital Human Modelling konferens i Seattle, USA, juni 2007.

Deltagande parter och kontaktperson

Alviva
Chalmers
Dassault Systèmes
Etteplan (formerly Teknikpartner)
Lund University
Saab Automobile AB
Siemens (formerly UGS)
University of Skövde
Volvo Car Corporation

Contact persons:
Dan Lämkull, Lic. Eng., projektledare
Volvo Car Corporation
dlamkull@volvocars.com
Telephone: +46 (0)730 76 76 99

Roland Örtengren, Prof.
Department of Product and Production Development, Chalmers
roland.ortengren@chalmers.se
Telephone: +46 (0)31 772 3654

Lars Hanson, PhD
Department of Design Sciences, Lund University
lars.hanson@design.lth.se
+46 (0)46 222 4066

For more information about the 4D Ergonomics project, please consult the webpage of Virtual Ergonomics Centre, www.vec.

Flexibel Processnära Materialförsörjning

Flexibel Processnära Materialförsörjning (FPM) utvecklar och utvärderar materialförsörjningslösningar som kombinerar en hög effektivitet med en stor flexibilitet. Centralt i detta är att skapa effektiva leveranssystem där små enhetslaster kan levereras och presenteras på ett sätt som stödjer effektiv montering. Inom FPM har olika koncept som stödjer dessa principer testats och vidareutvecklats. *Vagntåg* är ett transportmedel som på ett effektivt sätt kan användas för leveranser av små enhetslaster av det här slaget. FPM utvecklar kunskap kring hur sådana leveranssystem bäst ska utformas och styras, bland annat för att kunna inkludera även tungt och otympligt material. *Minomi* är ett koncept där material hanteras och presenteras utan emballage, vilket ger en yteffektiv exponering som stödjer variantflexibilitet och tidseffektiv montering. *Kitting* har liknande effekter, men bygger på att material levereras till monteringen i försorterade satser.

Syfte

Projektet Flexibel Processnära Materialförsörjning (FPM) fokuserar på att utveckla och utvärdera materialförsörjningslösningar som kan kombinera en hög effektivitet med en stor flexibilitet. Ett materialförsörjningssystem med denna karaktäristik bedöms vara en central förutsättning för att skapa konkurrenskraftig montering med kapacitet att tillfredsställa ökande kundkrav på ett brett produktprogram och skräddarsydda produkter.

Det överordnade syftet med projektet är att bidra till en nödvändig utveckling av uthålliga materialförsörjningsstrategier som kombinerar hög kostnadseffektivitet med en hög dynamisk flexibilitet inom processnära materialförsörjning. Ett mål med forskningsprojektet är att utveckla ett ramverk för bedömning av materialförsörjningsstrategier med avseende på kostnad, effektivitet och flexibilitet. FPM bidrar därigenom till att möjliggöra större långsiktighet i besluten, till nytta för såväl logistikfunktionen som den direkta produktionsfunktionen. Projektet leder till vetenskaplig kunskapsuppbyggnad såväl som praktisk nytta för industrin. Forskningen omfattar kunskap om alternativa materielförsörjningsmetoder, relationer mellan dem, designparametrar och prestationsmått. Fokus ligger på de materialförsörjningsrelaterade processer som försiggår inom en produktionsanläggning, vilket innefattar transporter, mellanlagring, materialplock samt leverans och presentation av material till slutgiltig montering.

Resultat

I linje med projektets inriktning mot en kombination av flexibilitet och kostnadseffektivitet har fokus legat på materialförsörjningslösningar som på ett effektivt sätt kan åstadkomma små leveranskvantiteter och möjliggöra en yteffektiv och plockvänlig presentation av material vid mottagande monteringsstation. En nyckel till att uppnå detta är att möjliggöra en övergång från att använda gaffeltruck till att istället använda vagntåg vid leveranser av material till monteringen. Denna övergång har inom svensk industri i viss mån redan skett, men kunskapen är fortfarande begränsad kring hur system för vagntågsleveranser bäst ska utformas och styras, framförallt när det gäller tungt och otympligt material.

För att skapa en överblick och en utgångspunkt för det fortsatta arbetet gjordes tidigt inom projektet en studie av vilka materialförsörjningslösningar som i nuläget används inom svensk fordonsindustri, samt vilka utvecklingsbehov som finns. Denna studie byggde till stor del på intervjuer genomförda inom Saab, Volvo Car Corporation, Volvo Lastvagnar och Scania. Resultaten sammanställdes i forskningsartikeln *On the choice of approach for materials supply to mass customised line assembly*, vilken presenterades på PLANs forsknings- och tillämpnings-konferens i Jönköping i september 2007. I artikeln framgår bland annat att man inom svensk fordonsindustri har relativt begränsad kunskap kring många av de konkreta effekterna av användandet av ett flertal materialförsörjningskoncept. Ett annat resultat var att gaffeltrucksleveranser är mycket vanligt förekommande, trots att en ambition finns inom företagen att ändra på detta.

En viktig del av FPM har varit att studera det alternativa materialförsörjningskonceptet *minomi*. Minomi kan användas bland annat för att möjliggöra vagntågsleveranser av tungt och/eller otympligt material. Principen bakom konceptet är att hantera och presentera material utan emballage, vilket medför en hel del fördelar, såsom yteffektiv exponering och eliminerad emballagehantering, men som samtidigt ställer nya krav på materialförsörjningssystemet. Ett antal implementeringar av minomilösningar har gjorts inom Saab och FPM har haft en viktig roll i utvecklandet och införandet av dessa lösningar. Figur 1 är en bild från en av de införda lösningarna och visar en minomilösning för att yteffektivt och plockvänligt presentera material utan emballage. Dessutom har ett flertal fallstudier av minomilösningarna gjorts inom FPM, vilket bland annat har resulterat i forskningsartikeln *Effects of using minomi in lineside materials supply*, vilken presenterades på den internationella EurOMA-konferensen (European Operations Management Association) i Groningen, Holland i juni 2008. I artikeln dras slutsatser kring lämpliga tillämpningsområden för minomi samt kring vilka effekter som kan väntas baserat på vilka förutsättningar som råder. I artikeln presenteras både positiva och negativa effekter som kan uppstå vid ett minomi-införande. Bland de positiva exemplen kan nämnas att en mer yteffektiv presentation av material kan uppnås, vilket

i ett fall fanns kunna minska materialfasadens längd med 77 %. En annan potentiell vinst fanns vara att den mer yteffektiva presentationen av materialet kunde utnyttjas för att placera materialet i en bättre plockposition, vilket i sin tur kan minska hanteringstiden för den mottagande montören. För att uppnå effektivitet även i försörjningsfasen tycks det som minomi bör införas främst i leveranser från interna processer, då det annars ofta är nödvändigt med någon form av omplock.

Ytterligare en forskningsartikel håller på att färdigställas och kommer att presenteras på den internationella konferensen ”Swedish Production Symposium” i Stockholm i november 2008. Denna artikel bygger på en datorsimulering av ett antal materialflöden inom Saabs karossverkstad. Syftet är att undersöka hur beställningsmetoder samt leveranskvantiteter, leveransfrekvenser och buffertstorlekar bäst ska anpassas för att uppnå effektiva vagntågsleveranser i en produktionsmiljö med ett flertal artikelvarianter samt en varierande produktionstakt. Arbetet med denna simulering och artikel sker i samarbete med Högskolan Väst i Trollhättan, som deltar utöver parterna Saab och Chalmers.

Utöver detta stödjer FPM också ett projekt inom Saab där ett flertal införanden av kitting pågår. Kitting bygger på att sammanplockade satser levereras till monteringen, där var och en av satserna innehåller material till ett monteringsobjekt. Detta möjliggör en yteffektiv presentation av material och kan dessutom stödja montörens arbete och bidra till en hög produktkvalitet. Som stöd till de praktiska implementationerna inom Saab bidrar FPM med kunskap från akademin samt med löpande utvärderingar och rekommendationer kring de steg som tas. I förlängningen planeras detta även resultera i en ytterligare forskningsartikel där slutsatser dras kring passande användningsområden samt kring lämplig systemutformning. Figur 2 och figur 3 är hämtade från en kittingimplementation på Saab och visar det förberedande plocket av material, respektive hur materialet exponeras vid monteringen.

Akademiska publikationer från FPM hittills:

- Hanson, R. och Johansson, M.I.: “On the choice of approach for materials supply to mass customised line assembly”, presenterad på PLANs forsknings- och tillämpningskonferens, Jönköping 5–6 september 2007.
- Hanson, R.: “Effects of using minomi in lineside materials supply”, presenterad på EurOMA-konferensen, Groningen, Holland 16-18 juni 2008.

Figur 1: Yteffektiv minomi-presentation av material vid montering

Figur 2: Förberedande plock till kit

Figur 3: Exponering av kit vid montering

Genomförande

FPM drivs som ett samarbete mellan Saab och Chalmers avdelning för logistik och transport. Inom ramen för FPM och i samband med projektstarten anställdes på Saab en industridoktorand vars forskningsinriktning ligger i linje med målen för projektet. På

detta sätt har en naturlig och stark koppling skapats mellan Saab och Chalmers, vilket har bidragit till ett gott utbyte mellan industri och akademi. Detta utbyte har förstärkts ytterligare genom att Högskolan Väst i Trollhättan har deltagit i en av de studier som genomförts inom projektet. Samarbete och kunskapsutbyte har även skett med ett stort antal övriga industriföretag inom Sverige, bland annat Volvo Car Corporation, Volvo Lastvagnar, Volvo Powertrain, Scania, Pininfarina, Parker Hannifin, BT Products och Asko Cylinda.

Utöver den intervjustudie som genomfördes på Saab, Volvo Car Corporation, Volvo Lastvagnar och Scania, har de övriga resultaten från FPM främst hämtats från fallstudier som genomförts inom Saabs produktionsanläggning i Trollhättan. Dessa fallstudier har baserats dels på simuleringar och beräkningar och dels på praktiska införanden av intressanta koncept i form av minomi och kitting. Studierna av dessa praktiska införanden har byggt på direkta observationer och mätningar samt på videoanalyser, vilka har möjliggjort mer detaljerade tidsstudier. Bland annat har arbetet vid de mottagande monteringsstudierna i många fall filmats och analyserats i detalj så att materialexponeringens effekter på monteringsarbetet kunnat fastställas. Studierna som har gjorts har fokuserat främst på effekterna i fråga om effektivitet och flexibilitet att hantera variantrikedom samt variationer i produktionsvolym, då dessa egenskaper bedöms vara centrala aspekter i ett konkurrenskraftigt produktionssystem.

Samverkan har också skett mellan FPM och MERA-projektet Flexible Assembly, vilket drivs gemensamt mellan Saab, Volvo Car Corporation, Chalmers, Högskolan Väst och Innovatum i Trollhättan. Målet i detta projekt är att utveckla produktionssystem med kapacitet att med hög effektivitet montera bilar med traditionella drivlinor tillsammans med bilar med alternativa, miljöanpassade drivlinor. FPM har här bidragit med kunskap kring flexibla materialförsörjningssystem, vilka utgör en central del av en flexibel produktionsanläggning.

Projekteffekter

FPM har bidragit till utvecklandet av och förståelsen för materialförsörjningsmetoder som kombinerar hög flexibilitet med hög kostnadseffektivitet. I den hårda, globala konkurrenssituation som råder i dagens bilindustri är det av central betydelse att ha produktions- och materialförsörjningssystem med just dessa egenskaper, då kraven är höga på ett brett produktprogram med kundanpassade produkter, vilka måste kunna produceras till en låg kostnad.

De resultat som genererats inom FPM har varit till direkt nytta för Saabs verksamhet i Trollhättan, där man även hoppas kunna fortsätta projektet under 2009 och 2010.

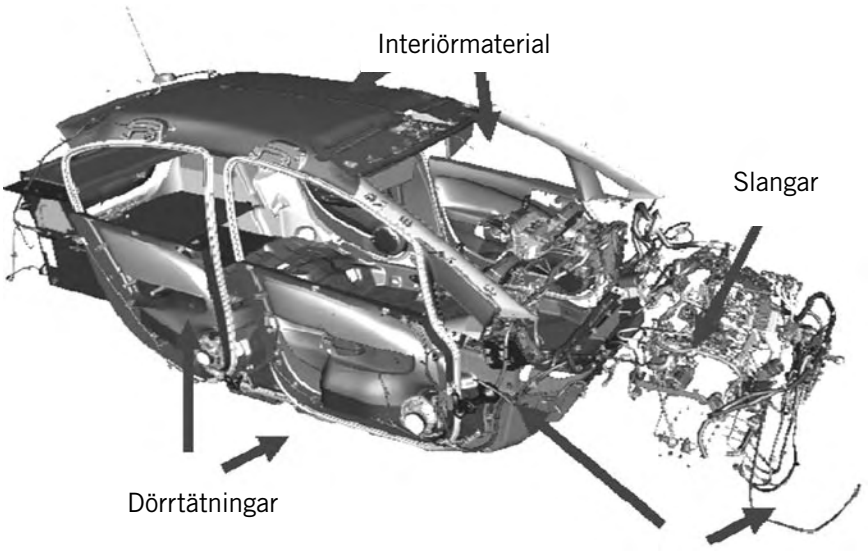
Dessutom har projektets resultat fått akademisk spridning genom de forskningsartiklar som skrivits och de konferenser där resultaten har presenterats. Ytterligare en artikel kommer att färdigställas och presenteras under hösten 2008. Avsikten är sedan att den industridoktorand som anställdes i inledningen av projektet ska presentera sin licentiatuppsats i januari 2009 samt fortsätta sitt forskningsarbete under 2009 och 2010 för att sedan kunna presentera och försvara sin doktorsavhandling.

Deltagande parter och kontaktperson

Kontaktperson:
Robin Hanson, projektledare
Saab Automobile AB
robin.hanson@se.saab.com
Tfn: 0520-85463

Övriga projektmedlemmar:
Tommy Christensen, Saab Automobile AB
Mats Johansson, Chalmers
Lars Medbo, Chalmers

Simulering och banplanering för flexibla material



Exempel på flexibla komponenter i fordonsindustrin är luft- och bränsleslangar, elkablar, och robotslangar. Målet har varit att minska antalet situationer som behöver beredas och valideras med hårdvara och fysiska tester. Projektet har resulterat i metoder, tekniker och kunskap för realtidssimulering av flexibla material som är anpassade till fordonsindustrins krav. Resultaten i projektet har förpackats i en mjukvarudemonstrator. Demonstratorn kan i realtid simulera och visualisera deformationen av flexibla material med olika materialparametrar. Krafter och moment kan analyseras, slang och kabellängder kan optimeras, clips kan fästas och rörelser kan analyseras

Syfte

Projektet syftar till att effektivisera och kvalitetssäkra produktionsberedning av flexibla komponenter. Exempel på flexibla komponenter i fordonsindustrin är luft- och bränsleslangar, elkablar, och robotslangar.

Resultat

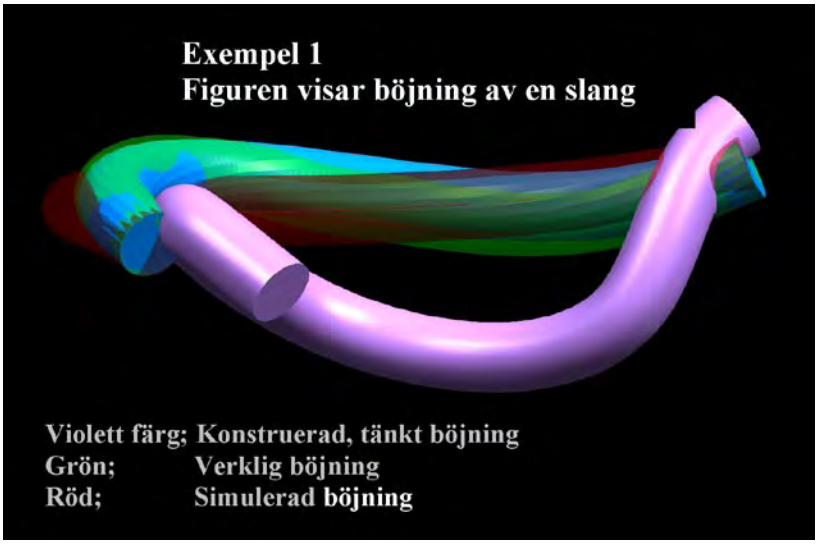
Dagens digitala beredningssystem saknar grundläggande simuleringsteknik för korrekt och tillförlitlig konstruktion och analys när flexibla/ böjliga komponenter ingår.

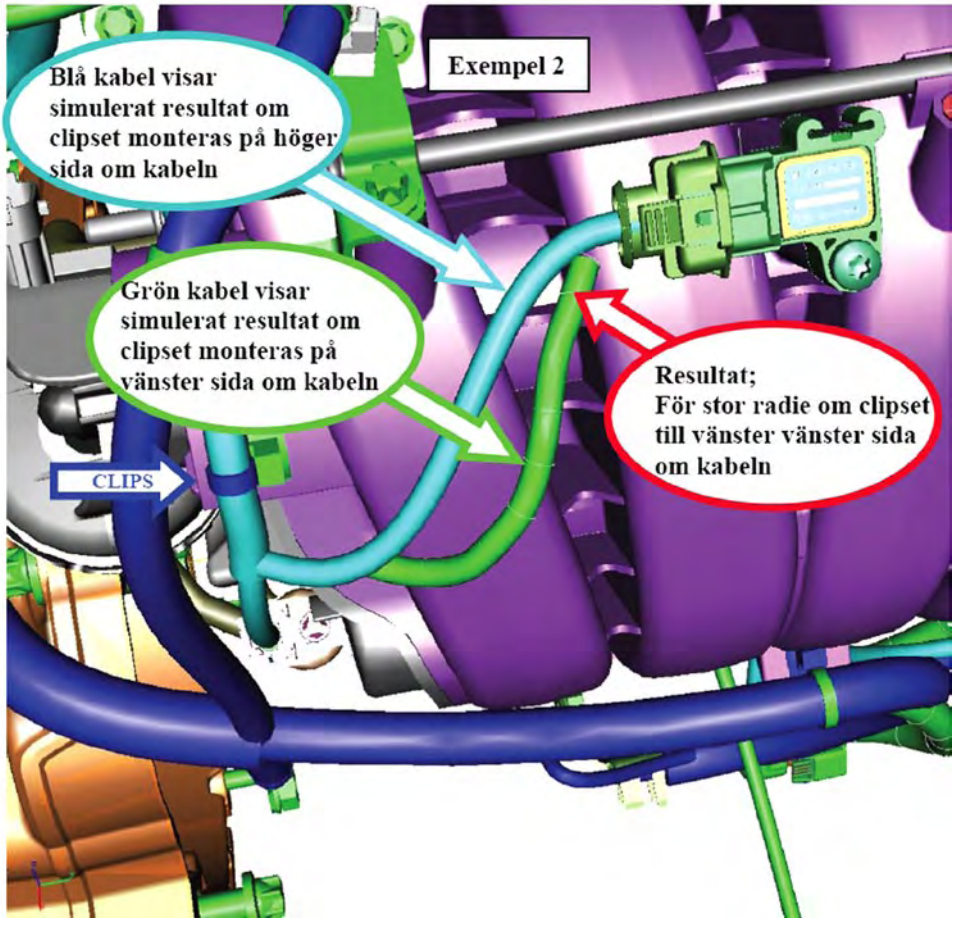
Projektmålet är att minska antalet situationer som behöver beredas och valideras med hårdvara och fysiska tester. Målen är också färre produktionsstop, mindre materialåtgång, och en eftermarknad med färre och billigare reparationer. Projektet har lyckats skapa valideringsunderlag som jämför simuleringsresultat med verkligheten(ii) vara tillräckligt användarvänlig för att simuleringstekniken skall kunna spridas på bred front, och (iii) infört simuleringen av flexibla material som upplevs som realtid. Demonstratorn kan i realtid simulera och visualisera deformationen av flexibla material med olika materialparametrar, förformade eller icke förformade samt med cirkulära eller icke cirkulära tvärsnitt.

Genomförande

En matematisk modell utifrån Icke-linjär elastisk balkteori som tillåter stor böjning, vridning och skjuvning har utvecklats och anpassats för realtidssimulering av flexibla slangar. Modellen har implementerats i en mjukvarudemonstrator där industrin ges möjlighet att testa resultaten i tidigt skede. Försök och tester har genomförts för att jämföra verkligt resultat med simulerat. En databas för materialegenskaper har utvecklats och en modell för att beräkna materialparametrar för sammansatta kablar har kalibrerats via mätdata.

Projekt effekter





- Projektet har resulterat i en mjukvarudemonstrator där slangar/kablar med olika materialparametrar kan simuleras i realtid. Krafter och moment kan analyseras, slanglängd optimeras, clips kan fästas, och rörelser utvärderas.
- Resultaten har visat sig vara av mycket hög kvalitet.
- Simuleringarna används idag på delproblem i verkliga bilprojekt.
- GM har tagit beslutet att satsa på tekniken framtagen i detta projekt som en global standard för simulering av flexibla material.
- C:a 40 personer på Saab/GM och Volvo Car är utbildade och flera av dessa använder den framtagna mjukvarudemonstratorn i sitt dagliga arbete.

Deltagande parter och kontaktperson

Dr Johan S Carlson
Fraunhofer Chalmers Centre
Tfn: 031-772 4289
johan.carlson@fcc.chalmers.se

Roland Roll
Saab Automobile AB
Tfn: 0520-783 61
roland.roll@se.saab.com

Tomi Uimaniemi
Volvo Cars Corporation
Tfn: 031-32 57 673
tuimanie@volvocars.com

Do Y Sohn
Delphi
Phone: +86(21)59566030
do.y.sohn@delphi.com

Framtagning av konceptet ”Swedish Production System” (SwePS)

Swedish Production System (SwePS) – ett kompetenslyft inom Lean produktion! SwePS-projektet bidrar till utveckling av långsiktigt hållbara produktionssystem som ökar konkurrenskraften hos företag i Sverige! En utgångspunkt i projektet är vikten att ta vara på företags styrkor och förutsättningar beroende på en svensk kontext och kultur.

SwePS har resulterat i ökad kompetens genom omfattande utbildningsinsatser, erfarenhetsutbyte i nätverk och praktiska fallstudier i företag som fokuserat konkreta utvecklingsområden relaterat till Lean produktion. Utifrån de medverkande företagens aktuella och framtida utmaningar har lärdomar tagits tillvara relaterat till förbättrings- och utvecklingsarbete, montering, materialhantering/logistik och samverkan i försörjningskedjor/produktionsnätverk.

Syfte

Projektet syftar till att stärka svenska företag genom att utbilda i och implementera ”lean” produktions-filosofi utifrån styrkor och utmärkande förutsättningar hos företag i Sverige

Resultat

Genom SwePS har följande resultat åstadkommits:

- En bred bas med personer (över 3 000 st) inom fordonsföretagen har genomgått kortare Lean-utbildning för ökad kunskap om vad Lean produktion innebär och som bidrar till att en sådan företagskultur införs, utvecklas och upprätthålls.
- Nyckelpersoner såsom ledare och leankoordinatorer (över 50 st) har genomgått omfattande Leanutbildning. Personerna har uppgift att leda och guida Lean-arbeten på sina arbetsplatser och vidare verka för att reformera företaget och har möjlighet att stötta ledarskapet samt tillhandahålla verktyg allteftersom förbättringsarbetet framskrider
- Fördjupad kunskap om hur svenska företag kan utnyttja sina egna styrkor i syfte att skapa konkurrenskraftiga långsiktigt hållbara produktionssystem. Särskilt fokus på generella och specifikt viktiga hänsynstaganden hos företag i Sverige där de övergripande principerna i Lean är generellt tillämpbara medan möjlig-

heten till framgångsrika ”copy-paste lösningar” varierar för delområdena inom Lean produktion, beroende på dess karaktär, kultur och kontext. Här behöver anpassning ske till företagets tekniska, fysiska, affärsmässiga kontext såväl som till kulturell, mänsklig och organisatorisk kontext.

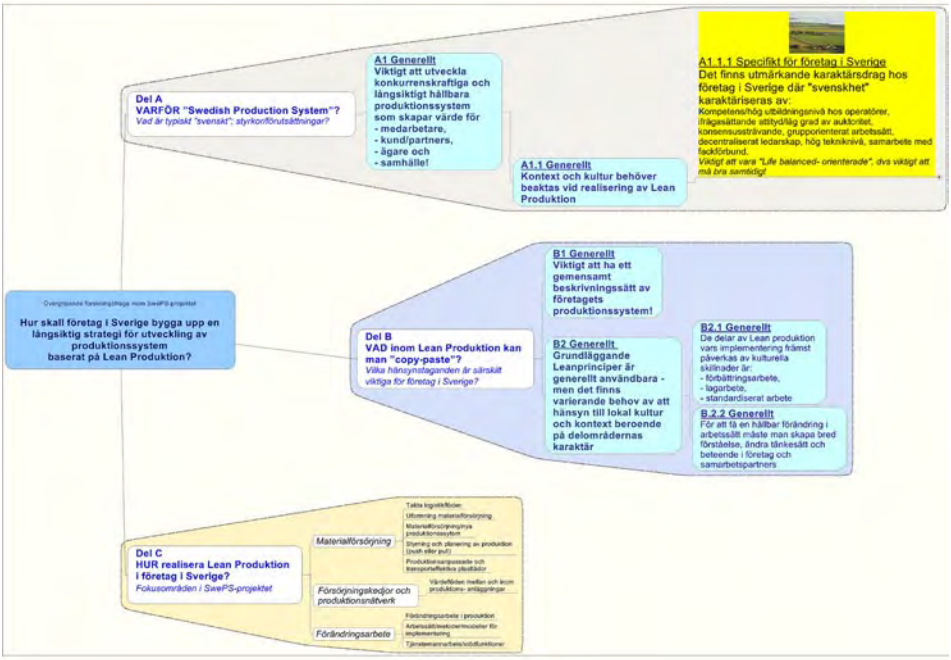
- Ett antal nätverk av praktiker från företag och forskare inom produktion och logistik. Nätverken bidrar till kunskapsöverföring mellan företagen och gemensam utveckling inom specifika problemområden.
- Utbildning av 2 doktorander och seniorforskning för 5 doktorer inom institut och högskola samt 3 doktorer inom industrin.
- Publikation i vetenskapliga tidskrifter och populärvetenskapliga skrifter.
- Presentationer av resultat vid vetenskapliga konferenser och praktikerkonferenser.
- Nya moderniserade utbildningar i Lean produktion för såväl grundutbildning och fortbildning inom högskolan som utbildning inom industrin.
- Inom projektet har 14 st fallstudier genomförts eller pågår i industrin. Fallstudierna har genomförts i samarbete mellan praktiker och forskare och påvisat effektivitetspotentialer på sina respektive områden. Flertalet fallstudier har förändringar realiserats i de studerade produktionssystemen och efter att fallstudierna avslutats har företagen i flera fall vidareutvecklat produktionssystemen och implementerat lösningar.

Genomförande

Projektet har genomförts under 2006 – 2008 i samverkan mellan industri, institut och akademi för att uppnå bästa möjliga kunskapsöverföring och informationsspridning. Projektet har omfattat följande huvuddelar:

1. Utbildning inom Lean produktion för utvalda personalkategorier och nyckelpersoner (Lean-spel, Lean produktion 7,5 p vid Chalmers Industrihögskolan m m).
2. Implementering av ett antal grundläggande Lean-principer i befintliga produktionsanläggningar (14 st fallstudier med olika karaktär och fokus utifrån företagens aktuella och kritiskt viktiga utvecklingsbehov).
3 Analys och konceptutveckling med teoretisk samt empirisk bas (de 14 fallstudierna), se figur 1.

Ramprojektets upplägg har gett möjlighet till synergieffekter mellan de separata men sinsemellan komplementära delarna. Projektet har genomförts i samverkan mellan ett antal olika produktionsenheter inom AB Volvo, Saab Automobile, Volvo Cars, företag ur Fordonskomponentgruppen samt medverkan från forskare vid Chalmers Tekniska Högskola och Swerea IVF AB.



Figur 1. SwePS-projektet bidrar till att öka insikten om VARFÖR, VAD och HUR vid utveckling av produktionssystem baserat på Lean produktion i företag i Sverige.

Projekteffekter

Projektet har resulterat i effekter i flera dimensioner, både bidragit ett kompetenslyft för industrin och fördjupad kunskap om viktiga hänsynstagande för företag i Sverige för att bygga upp långsiktigt hållbara produktionssystem baserat på Lean produktion. Genom projektet har även omfattande kompetensutveckling skett där ett stort antal personer genomgått utbildningar, 40 personer har gått längre Leanutbildningar och drygt 1 400 personer har gått kortare utbildningar inom Lean produktion. Totalt har 19 kurser genomförts av Lean produktion 7,5p vid Chalmers industrihögskola, med ca 25 deltagare i varje kurs. Kurserna har haft stor spridning över hela landet från Sibbhult i söder till Luleå i norr, totalt har kursen satts upp i sju städer förutom Göteborg. Deltagarna i kurserna har kommit från olika branscher och olika storlekar av företag.

I fallstudierna med materialförsörjning har utfallet i blivit mycket framgångsrikt. Samtliga deltagande företag har själva fortsatt att arbeta med resultaten från respektive fallstudie. En fallstudie har under studiens gång omvandlats till att hela fabrikens produktion och materialförsörjning förändrats i enlighet med pilotstudiens resultat. De resultat som uppnåddes i fallstudien har redan överträffats på fabriksnivå. Ytterligare fallstudier inom materialförsörjning omfattar plocktider av material och hur krav från montö-

ren ställs mot materialförsörjningen och vilken inverkan detta får på utveckling av nya försörjningssätt. En annan fallstudie om förändrade materialfasader har genomförts på Pentas Vara-fabrik där man med hjälp av denna förändring klarar av att köra mixat kundorderstyrt flöde på en monteringslina, vilket inte varit möjligt tidigare. Det finns planer att hela monteringslinan kommer att byggas om. Redan har materialförsörjningen byggts om i form av en supermarket med omplockning till mindre förpackningar. En fallstudie på Volvo Aero har visat att enkla pullbaserade principer för vekstadsplanering (t ex i form av Kanban) är tillämpbara och kan ge goda prestanda i planeringsmiljöer som kännetecknas av långa ledtider och komplexa flöden. Detta är planeringsmiljöer där man vanligtvis inte rekommenderar pullprinciper för planering och styrning och där dessa principer ofta har bemötts med skepsis. Inom ovan nämnda fallstudie genomfördes en jämförelse av två olika pullbaserade planerings- och styrningsprinciper, Kanban respektive Conwip. Jämförelsen visade på klara fördelar för Conwip både i form av att denna princip medför ett planerings- och styrsystem som är enklare att justera och anpassa samt att detta system medför en lägre kapitalkostnad jämfört med ett Kanbansystem. Fallstudien på Volvo Aero resulterade också i slutsatsen att de pullbaserade planerings- och styrningsprinciper behöver anpassas och utvecklas för att vara praktisk tillämpbara i planeringsmiljöer som kännetecknas av långa ledtider och komplexa flöden.

Fallstudierna relaterat till försörjningskedjor och produktionsnätverk har bidragit till ökad insikt om betydelsen av att förstå hela värdeflödet och hur hela flödet påverkas (både internt och externt) vid förändringar, t ex inom företaget, mellan företaget och leverantörer, mellan olika fabriker. Särskilt viktigt för företag i Sverige är att dra nytta av närhet till samarbetspartners och leverantörer i försörjningskedjor. Stora potentialer har identifierats att med hjälp av den vidareutvecklade metodiken för värdeflödesanalys relaterad till materialförsörjningsflöden. Metodiken kan användas inom produktionsanläggningar och längs hela försörjningskedjors olika aktörer Här ingår prestationsmått för att bedöma försörjningskedjors prestation, dvs hur väl logistiksystemet förmår uppfylla krav från montering/produktion från olika samarbetspartners perspektiv. Vid fallstudien på Volvo Bussar har produktionsfilosofin tydliggjorts baserat på principer inom Lean produktion och utbildningar genomförts som involverar stora delar av organisationen. Projektet har medfört att nya kommunikationsvägar har öppnats mellan de olika fabrikerna – framför allt mellan karossören i Säffle och ramtillverkaren i Uddevalla. Detta har lett till att flera potentiellt mycket kostsamma modifieringar redan har undvikits. Genom att även införa flertalet större processändringar har mycket stora besparingar i monteringstid möjliggjorts med oförändrad eller förbättrad kvalitet. Arbetet har vidare medfört en ökad fokus på andra besparingar, så kallade ration, vilket inneburit att flertalet andra stora besparingar, i monteringstid men framför allt material, identifierats och implementerats. Vid fallstudien på Saab Automobil har goda

potentialer till förbättringar observerats och resultat har presenterats på bl a Svenskt monteringsforums konferens.

Genom att studera pågående införandeprocesser i företagen, var syftet att identifiera framgångsfaktorer, hinder och förutsättningar för effektivt införande och hållbar utveckling, t ex studier av införande av flödesorienterad produktion, normarbete, standardiserat arbetssätt, förbättringsgrupper. *I fallstudierna relaterat till förändringsarbete* (Volvo Powertrain, Volvo Construction Equipment och Ljunghäll) har fokus varit både dagligt kontinuerligt förbättringsarbete och större förändringsprojekt, där den gemensamma utmaningen har varit att få till attitydförändringar och anamma normarbete och standardiserade arbetssätt. Vid Volvo Powertrain är en pilot-line är ombyggd och flera personer utbildade. Filosofier är framtagna och spridda i företaget. Positiva skillnader i operatörernas bedömning av sin egen arbetssituation, trots att arbetet med förbättringsgrupper inte kunnat följa avsedd plan på grund av produktionsläget. Fallstudien har bidragit med ytterligare förbättringsområden med förslag på prioriterade områden att arbeta vidare med. Vid Volvo Construction Equipment har ett omfattande transformationsarbete påbörjats och en omfattande utbildningsinsats genomförts. Den radikala Lean transformationen pågår och är nu halvvägs enligt plan med mycket bra resultat inom kvalitet, yteffektivitet, produktivitet och ledtider. Mini-transformationer i olika produktionsavsnitt genomförs med ett dedikerat team under 12 veckor enligt en mycket strukturerad metod där Volvo Production System implementeras. Fallstudien har bidragit till identifiering av lärdomar som erhållits under halva transformationsprocessen, vilka är dokumenterade och kommunicerade i organisationen. Vid Volvo Penta i Göteborg har det ökande andelen av kanban styrda leveranser tillsammans med andra förändringar har medfört att verksamheten idag har goda förutsättningar att utvecklas i flera avseenden positiv riktning på ett sätt som tidigare ej var helt självklart. Den pilotgrupp, vilken ansvarade för införande av vedertagna förändrings/förbättringsmetoder, har även visat sig förändrat beteende, både gällande nytänkande och förändringsbenägenhet. Vid Metallfabriken Ljunghäll AB har personal utbildats och faktaunderlag framtaget till förbättringsarbete i produktionen utifrån identifierade slöserier. Metodiken resulterade i ett omfattande antal förbättringsförslag. Resultat från studien visar att viktiga faktorer att beakta i fortsättningen av utvecklingen av förbättringsarbetet är att det är mycket viktigt att medarbetarna ser att något händer, ser förändringen, att samarbete mellan grupper, supportfunktioner och ledning fungerar, att arbetet startar i formaliserade tidsavsatta förbättringsgrupper och information och framförallt att ha lednings- och supportberedskap för att hantera förbättringsförslag och frågor från medarbetare. De industriella erfarenheterna visar vikten att anpassa arbetssätt, metoder och verktyg för implementering till lokala förutsättningar och att arbetssättet hela tiden behöver utvecklas. Särskilt viktig vid företag i Sverige är att *tidigt* skapa en *bred* förankring i hela organisationen och att på individnivå förstå varför, dvs förstå-

else om *varför* arbetssätt behöver förändras och nyttan för det egna arbetet. Specifikt viktig för företag i Sverige är personligt engagemang, dvs att den person som är närmast uppgiften, dvs ”den lokala expertisen exempelvis operatörer, är direkt medverkande eller är i nära dialog med tekniker och beslutsfattare. Även den höga personalrörlighet mellan olika roller/funktioner i svenska företag visar vikten av att beakta detta och att sträva efter att ”skapa kontinuitet hos ledning” i samband med förändringar. *Ingenjörsarbete* utgör en allt större del av företagets totala arbetsbeläggning. I en fallstudie på Volvo Aero har tjänstearbete i produktion studerats med fokus på produktionsteknisk verksamhet eftersom det har stort genomslag på såväl ledtiden som kvalitén på färdig produkt. Syftet var att ge beredare verktyg för att följa upp arbetet, planera det i större utsträckning och visualisera det för sina kunder. Resultat visade att den berörda beredningsgruppen höjde den planerade andelen av sitt arbete från 32 % till 50 %, vilket upplevdes positivt och ledde till högre effektivitet. Resultatet av bland annat detta arbete användes i en Licentiat-avhandling ”Some Findings on the Management of Production Engineering”.

Flertalet effekter på erfarenhetsutbyte (akademiskt och industriellt) har skett. Exempelvis har flera samarbeten mellan olika industriparter påbörjats och utvecklats. Kunskapsspridning har gjorts genom publikationer och konferenser, både vetenskapliga och praktikerorienterade. Mycket uppskattat inte minst från företagens sida har workshops och nätverksmöten varit. Genom att träffa kollegor från andra företag och forskare för att behandla olika frågeställningar har en effektiv kunskapsutveckling och kunskapsspridning möjliggjorts. Projektresultaten planeras att ytterligare presenteras i ett antal vetenskapliga arbeten och populärvetenskapliga skrifter. Ytterligare effekter har varit att SwePS-forskare har agerat samordnare i MERA-kluster och erfarenhetsutbyte mellan olika Lean initiativ inom MERA programmet, bidragit till initiativ till forskningsprogram såsom AFA (Projekt ProVÅRD) och VINNOVA (Projekt KNOP).

Deltagande parter och kontaktpersoner

AB Volvo
Johan Svenningstorp
Johan.svenningstorp@volvo.com
031-32 23 582

Saab Automobile
Ingrid Elison
Ingrid.Elison@se.saab.com
0520-846 24

Volvo Cars
Henrik Brynzér
hbrynzer@volvocars.com
031-325 62 73

Cabeco AB
Jana Kodesch
jana@cabeco.se
0521-27 21 52

IAC
Bo Ericson
bericson@lear.com
0528-68 31 16

IF Metall
Max Fagerstedt
max.fagerstedt.fk@metall.se
08-786 8297

Chalmers industrihögskola
Dan Carlsson
dan.carlsson@chl.chalmers.se
031-772 26 85

Chalmers tekniska högskola
Lars Medbo
lars.medbo@chalmers.se
031-772 13 47

Swerea IVF
Ulrika Harlin
ulrika.harlin@swerea.se, 031-706 60 54

Effektiv Monteringsberedning

Projektet har genomfört och dokumenterat en modell för inlärning av virtuella verktyg som stödjer effektiv monteringsberedning. Men effektiv monteringsberedning kräver system som kan överföra rätt data på ett effektivt sätt mellan ett företags befintliga datasystem och det aktuella virtuella verktyget som ska användas för monteringsberedning. Genom att arbeta med virtuella verktyg kan företagen minska antalet fysiska prototyper. Detta projekt har även studerat möjligheterna för denna koppling och vilka frågeställningar man kan behöva beakta. Två viktiga erfarenheter från projektet är:

Inlärning av ett nytt verktyg och arbetssätt tar tid och måste ges utrymme i den dagliga verksamheten, där målstyrd inlärning visade sig vara mycket effektiv.

Att utveckla ett nytt arbetssätt tar tid och integration av systemen är mycket krävande, det gäller att veta vad man vill åstadkomma för att inte bygga in sig i ett felaktigt arbetssätt.

Alltså, ett företags organisation och arbetssätt kräver störst insats när det gäller anpassning och integration mellan befintliga datasystem och ett nytt virtuellt verktyg.

Syfte

Projektets övergripande syfte är att utveckla en svensk modell för hur man kan arbeta effektivt med monteringsberedning genom att använda virtuella verktyg tidigt i utvecklingsprocessen. Modellen kommer att baseras på lastbilstillverknings specifika villkor. Detta uppnås genom att ge ökad kunskap kring vilka krav på arbetssätt, verktyg, utbildning och former för samverkan som kan stödja en effektiv monteringsberedning.

Målet för forskningsprojektet är att definiera ett arbetssätt för effektiv monteringsberedning som stödjer kombinationen nyutveckling och varianthantering. Ansatsen är att utgå från beredarens roll och ansvar.

Genomförande

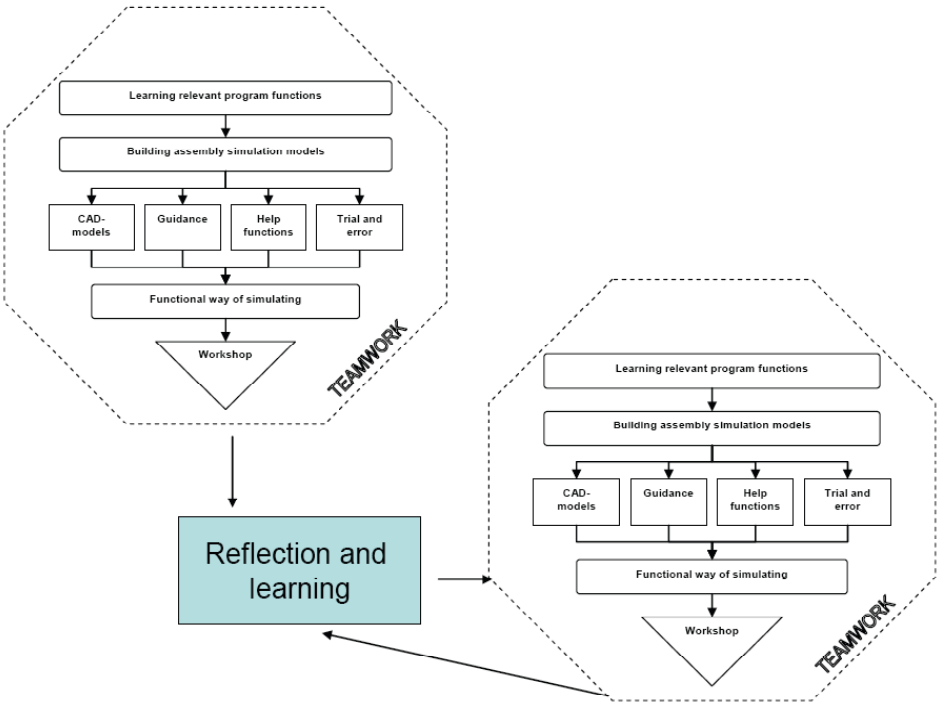
Genom samverkan med flera beredare under processen att lära sig nya virtuella verktyg har deras möjligheter att effektivisera monteringsberedningen studerats. Projektet har haft en aktionsforskningsprofil där forskaren har följt ett antal verkliga produktprojekt

och utbildningsprojekt. Utifrån detta kommer det att utvecklas ett generellt arbetssätt som stödjer beredares monteringsanalyser i en virtuell miljö, vilket ska sammanställas under projektets avslutande fas. Under projektet har forskare vid Linköpings universitet samverkat med ett antal delprojekt som genomförts hos den industriella partnern Scania. Vidare har forskaren haft möjlighet att intervjua andra deltagare inom MERA-programmet hos Volvo och Saab.

Delprojekt 1: Monteringssimulering

Sammanfattning av resultaten:

- Precisionen påverkas direkt genom att CAD modellerna oftast städas så att hjälpgeometri inte interfererar med omgivningen vid provmontering.
- Kollisioner kan man med god noggrannhet hitta på styva artiklar. Åtkomst kan man bedöma om man har god processkunskap då det är en bedömningsfråga, till skillnad från kollisioner längs monteringsbanan.
- Dagens virtuella verktyg kan hantera monteringssimulering av komponenter med flera rörliga leder.
- En modell för inlärning av ett virtuellt verktyg har dokumenterats, se figur 1.



Figur 1: Modell för inlärning av virtuella verktyg (Johansen et al, 2007)

Delprojekt 2: Beredning av produktionsstruktur

Delprojektets mål var att:

- Se hur existerande processinformation kan byggas upp modellbaserat.
- Utvärdering av varianthantering i modellbaserat arbetssätt.

Sammanfattning av resultat:

- Virtuell modell för 9 delar av en hyttvariant är uppbyggd, där det har visat sig vara ett effektivt arbetssätt att återanvända processer och bara byta ut artiklar när man konverterar existerande processinformation från MPS system till PPR Hub (Produkt – Process – Resurs – databas).
- Varianthantering i PPR Hub är utvärderad, där det visar sig att produkt och processkännedom har en avgörande roll när det gäller hur man anpassar arbetssättet så att det blir effektivt i det virtuella verktyget.

Delprojekt 3: Verifiering av arbetssätt med virtuella verktyg i kombination med befintliga datastrukturer

Delprojektets mål var att:

- Hur arbeta med virtuella verktyg när det gäller produktverifiering och processdefinition
- Identifiera möjligheter och begränsningar med att implementera ett virtuellt verktyg i kombination med befintliga datastrukturer.

Sammanfattning av resultaten:

- Det är väldigt viktigt att definiera syftet med en integration av olika datasystem och deras strukturer.
- Att koppla produkt och process i ett virtuellt verktyg underlättar förarbetet vid en simulering och förenklar hanteringen av den stora mängden data.
- Det tar tid och är krävande att utveckla arbetssätt och integrera befintliga system med nya virtuella verktyg som stödjer monteringsberedning.

Projekteffekter

Detta projekt har samverkat med Scania i deras arbete med att utvärdera och implementera nya virtuella verktyg som ska fungera tillsammans med befintliga datastrukturer och stödja deras produktframtagning. Under projektets gång och med visst stöd av projektresultaten har Scania fortsatt med sin interna utbildning inom området virtuell montering i Oskarshamn och idag har man en ansvarig koordinator för virtuella verktyg i Södertälje.

Scania i Oskarshamn har genomfört ett kompetensutbyte kring simulering mellan Saab i Trollhättan (forskare: Lennart Malmsköld), båda med projekt inom MERA-programmet. Andra effekter av detta MERA-projekt är att Linköpings universitet har fått nya kontakter med Volvo, Saab och Scania, och därmed kommit med som deltagare i viktiga kompetenskluster, såsom MDM-VM-klustret.

Vid Linköpings universitet ser vi att vår ökade kunskap om virtuell montering i högre grad kan förmedlas till nya studenter i olika former, både i projektarbeten och i laborationer. En lektor vid Linköpings universitet har haft diskussioner med deltagare i delprojekten för vidareutveckling av kursmaterial för kurser inom Monteringsteknik och Simuleringsteknik. Vi ser en ökad efterfrågan på våra studenter som har läst kurser som använder virtuella verktyg, där vi genom detta projektet har fått en ökad kunskap inom området. Som exempel har 4 av studenterna som deltog i delprojekt 1 fått anställning inom virtual manufacturing i industrin: Scania i Södertälje har anställt 2, Dassault Systèmes har anställt 1 och Saab Flyg i Linköping har anställt 1, alla 4 har en viktig roll i sina respektive företags vidareutveckling inom virtual manufacturing.

Deltagande parter och kontaktperson

Kerstin Johansen, Tekn Dr (projektledare)
Institutionen för Ekonomisk och Industriell utveckling, Linköpings universitet;
kerstin.johansen@liu.se
Tfn +46 13 282447

Anders Lundin, Teknisk chef
Scania, Oskarshamn
anders.lundin@scania.com

Agneta Lundqvist
Dassault Systémes
agneta.lundquist@3ds.com

Automatiserad karossmaterialhantering

Vilka fördelar kan uppnås genom att ersätta interna gaffeltrucktransporter med vagntågsleveranser av sekvenserat material i ett emballagefritt system? Kan behovet av att manuellt packa i och ur emballage elimineras och kan detta åstadkommas utan att sänka systemets totala tillgänglighet? Projektet har utforskat dessa frågor genom att utgå från ett befintligt produktionsavsnitt och bygga alternativa lösningar både virtuellt och fysiskt. Det emballagelösa alternativet visade sig innebära en hög variantflexibilitet samtidigt som det skulle underlätta en automatisering med hög tillgänglighet.

Syfte

Projektets syfte har varit att möjliggöra ökad flexibilitet och produktivitet vid karosstillverkning. Ett grundläggande antagande har varit att långsiktig kostnadseffektiv flexibilitet uppnås genom att gruppera typbundna delsammanbyggnader åtskiljt från ett flexibelt huvudflöde. Härigenom åstadkoms den svåra kombinationen hög flexibilitet / låg komplexitet, men samtidigt ökar behovet av en effektiv materialförsörjning.

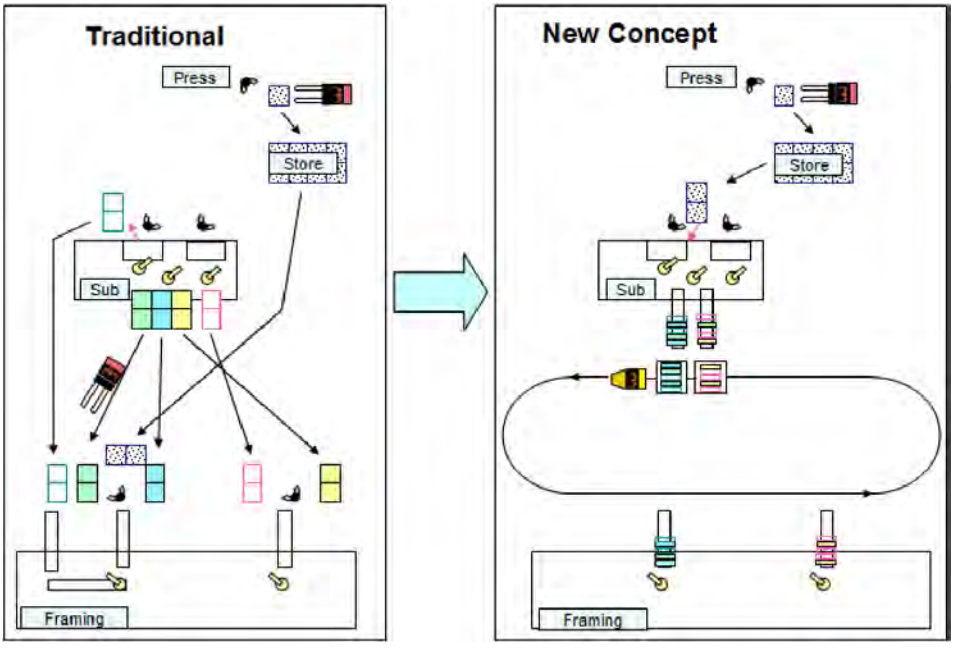
Resultat

I projektet har ett koncept utvecklats där vagntåg kan användas istället för gaffeltruckar och där manuell hantering av plåtartiklar har eliminerats (se figur 1). Det utvecklade konceptet innebär lägre teknisk komplexitet och en lägre investeringsnivå än en traditionell lösning. Konceptets väsentliga funktioner har byggts upp och verifierats i en testutrustning (se figur 2).

En studie av effekterna på ett befintligt produktionsavsnitt har visat att konceptet skulle minska de löpande kostnaderna med 40 %. Besparingen består av två delar: 1) automatisering av den manuella hanteringen av plåtartiklar och 2) en effektivare transport genom användning av vagntåg istället för gaffeltruck.

Jämförelsen visar vidare en väsentlig sänkning av antalet produkter i arbete. I flödet mellan sändande och mottagande station var minskningen mer än 70 %.

Systemet möjliggör ett stort antal varianter genom att flödet är seriellt (sekvenserat) istället för parallellt. Vid ändringar i produktprogrammet, t ex modellbyte eller tillkommande varianter krävs inga strukturella förändringar i systemet. Större ändringar kan innebära att palletterna behöver bytas ut, men i normalfallet krävs endast omprogrammering.



Figur 1. Studerat produktionsområde (traditionell lösning med emballage och gaffeltruck) samt samma område med det nya konceptet (vagntågsleverans av sekvenserade palletter varifrån artiklarna automatplockas).

Figur 2. Konceptets väsentliga funktioner uppbyggda i en testutrustning. Detta innefattar vagntågsvagn, paletter som ”drivs” av gravitation, plåtartiklar, bildbehandlingssystem som leder plockroboten samt robotsystem som indikerar plocknoggrannhet.

Genomförande

Projektgruppen, med deltagare från Saab Automobile, LKN Industriautomation och Sensor Control har sammanfört kompetens inom produktionsteknik, robotteknik,

maskinkonstruktion och bildbehandlingsteknik. Två examensarbeten med studenter från Högskolan Väst har utförts inom ramet för projektet.

Ett tekniskt koncept har utvecklats och applicerats med utgångspunkt från ett befintligt avsnitt i Saabs karossverkstad. Konceptval och utprovning har skett virtuellt i ett första steg, för att sedan övergå i praktiska prov där valt koncept har provats och verifieras i en testutrustning.

Projektet utgick från ett system främst avsett för *manuell* tillverkning och som inom Toyota kallas ”cassette-minomi”, vilket innebär att artiklarna transporteras på palletter och att traditionella emballage inte används. Funktionaliteten utvecklades för att passa i ett automatiserat system och en demonstrator byggdes upp som en del av Saabs robottestcell som är placerad vid Innovatum Teknik AB i Trollhättan.

Projekteffekter

Svensk fordonsindustri ligger långt framme med avseende på tillämpning av lean-koncept, men utvecklingen i Japan och USA det senaste decenniet har inneburit att det nu finns stora skillnader när det gäller principer för materialförsörjning. Inom svensk industri har få av de nya lösningar ens provats, så gapet är mycket stort. A-kamh har bidragit till att minska gapet genom att praktiskt utveckla och testa en lösning som till stora delar baseras på dessa nya metoder. Dels har projektet medfört en påtaglig kunskapsökning hos de deltagande företagen, dels har andra svenska verkstadsföretag bjudits in för att studera demonstratorn och dess möjligheter. Vidare har ett forskningssamarbete etablerats mellan Saab och Chalmers i form av ett nytt MERA-projekt; Flexibel Processnära Materialförsörjning. Detta nya projekt har en bredare inriktning och strävar liksom A-kamh mot ett omfattande utbyte med andra svenska verkstadsföretag (även icke fordonsindustri).

Resultatspridning:

- Projektpresentation vid MERA klustermöte Hytt & Kaross den 12 oktober 2006.
- Presentation av koncept A-kamh för personal från Örebro Universitet, Mälardalens Högskola, Robotdalen och ABB, (oktober - december 2006).
- Projektpresentation vid MERA-konferensen den 6 februari 2007.
- Förevisningar av demonstratorn har utförts vid 14 tillfällen med totalt mer än 50 deltagare från företag och högskolor. Deltagare vid dessa tillfällen har varit personal från Volvo Car, Volvo Truck, Helge Nyberg AB, Chalmers, Högskolan Väst, GM Europa, GM Nordamerika och Saab Automobile (jan - mars 2007).

Deltagande parter och kontaktperson

Deltagare i A-kamh har varit Saab Automobile, LKN Industriautomation, Sensor Control AB och Högskolan Väst.

Kontaktperson:
Tommy Christensen, projektledare
Saab Automobile AB
tommy.christensen@se.saab.com
Tfn. 0520-86831

Implementering av hybridbilar i produktions-processen

Bilutvecklingen och därmed fordonstillverkarna står inför den största förrändringen på produkterna någonsin. Världsmarknadens efterfrågan på råolja med en skenande prisutveckling samt den globala uppvärmningen orsakad av ökade utsläpp av CO2 har direkt påverkan på utvecklingen av framtidens fordon.

För fordonsägarna har drivmedelskostnaden och medveetenheten om bidraget till CO2 utsläppet vid användning av fossila bränslen gjort att nybils köparna heller väljer sk gröna bilar. Vissa länders regeringar tilldelar grön bils köpare fördelar i form av skatte rabatter under ägar tiden.

En direkt följd av marknadens ökade efterfrågan på miljöfordon är att världens fordons tillverkare har accelererat utvecklingen av bilar med alternativa drivlinor.

Utvecklingen kan kort beskrivas i att ersätta fossila bränslen (diesel och bensin) och att göra fordonens drivlinor energi effektivare.

En teknisk lösning för att effektivisera fordonens drivlina och därmed minska bränsleförbrukning och miljöpåverkan är elhybridisering.

Produktions anläggningar är för fordonstillverkare långtsiktliga investeringar och har lång avskrivnings tid. För att hålla tillverkningskostnader nere och behålla konkurrenskraften undviks större investeringar och det är därför viktigt att styra produktutvecklingen genom återförning av processkrav till produktutvecklarna.

El hybridfordon är för produktions processen en helt ny produkt. Hybridsystemen är av typ ”add on” system till den befintliga förbränningsmotor drivlinan och adderar helt nya komponenter,system och funktioner vilka ska byggas samman och funktions testas.

Befintlig produktionsprocess kommer att kunna användas men kräver anpassning med nya monteringsstationer för att kunna montera de tillkommande modulerna. För produktionspersonalen kommer detta att medföra särskild utbildning i funktion och säkerhet för fordonets tillkommande högspännings systemet.

Detta projekt handlar om att utreda och ta fram vilka krav som ställs på produktutformningen, förbereda och anpassa produktionsprocessen för elhybridfordon samt kartlägga behovet av utbildning på operatörer i produktions processen.

Syfte

Huvudsyftet med detta projekt är att utveckla en gemensam produktionsprocess och tillverkningssystem för tillverkning av hybrid och konventionella fordon.

Eftersom detta projekt är ett underprojekt till PFF projektet ”Hybriden” vilket också drivs av Saab Automobile AB så är det också ett syfte att planera och bygga huvudprojektets hårdvara iform av demonstratorer (mockuper) och en fungerande hybridbil. Hybridbilen ska senare användas till att testa och validera ett hybridfordons egenskaper.

Projektet medverkar till att bygga upp ett utvecklingscentra för FoU av hybridbilar i Trollhättan vilket är en förutsättning för en långsiktligt utveckling av unik kunskap och kompetens inom hybridtekniken samt tillverkning av hybrid fordon i Sverige.

Existerande produktionsprocess är utformad för tillverkning av konventionella bilar med förbrännings motorer För att möta framtidens behov av flexibilitet i avseende på alternativa drivlinor så krävs det förändringar i processen såsom utrustning, verktyg och kunskap för att kunna producera morgondagens bilar på ett konkurrens kraftigt sätt. Inom ramen för projektet finns också uppgiften att utreda utbildningsbehovet av produktionsansvariga och produktionspersonal.

Resultat

I och under produktutvecklings processens konstruktions loopar, virtuella utvärderingar och hårdvaru byggnationer har bedömningar, värderingar och simuleringar gjorts ur en produktionsmässig synvinkel. Detta för att förstå, ställa krav och definera förutsättningar gentemot produktutveckling och produktions ledningen och där igenom optimera en produktions process för både vanliga fordon och hybridfordon.

Processkrav mot produkt

Kraven mot produktutvecklingen är till för att fordon med hybridsystem ska konstrueras så att det går att tillverka dem på ett effektivt sätt.

Produktionskrav mot produktutveckling:

- monterings följd
- max tillgänglig monterings tid
- utrustning
- monterings ergonomi
- handtering av komponenter (logistiska krav)
- programmering och testning av fordon i produktions processen
- person säkerhet av högspännings komponenter

De specifika process kraven mot produkt har under projektets faser: konstruktion, virtuell utvärdering och hårdvaru byggnation validerats både virtuellt och fysiskt.

Processkrav

Kraven mot produktion är igenteligen till för att informera och förbereda människor som jobbar med framtidens produktions process. Inför en beslutad produktions start av hybrid bilar måste produktionsprocessen förberedas och anpassas, människor ska utbildas och tränas i god tid då en hybridbils arkitektur (komponenter och system) skiljer sig avsevärt från en konventionell bil och är mer komplex att lära sig att bygga.

Krav mot produktions process:

- fungerande monterings process layout
- utformning monteringsstationer (monteringshöjd, utrustning ect)
- utbildning av montörer och produktions ledning.

Virtuel utvärdering

Tre loopar med virtuell utvärdering av packnings modellerna har genomförts. Första och andra utvärderingen gjordes på underlaget till den första generationens demonstrator.

Den tredje virtuella utvärderingen gjordes på underlaget till den andra generationens demonstrator. Denna demonstrator visar en serie installation av ett ”strong hybrid system” på nästa generations plattform.

Ergonomi simulering

Med hjälp av MERA projektet 4D-Ergonomics har virtuella ergonomisimulering gjorts på högspänningsbatteri och högspännings kabel. Syftet är att optimera monteringsstationerna så att ergonomi belastningen på monterings operatören blir så låg som möjligt.

Hårdvarubyggnation

För att verifiera och möjligöra validering av producerbarheten har två generationer hårdvara byggts, demonstratorer (mockuper).

Syftet för dessa demonstratorer var att spegla en serie installation av hybrid systemet på nästa generations Epsilon plattform.

Gen 1 demonstratorn byggdes på underlaget av andra konstruktions/packnings loopen och gen 2 demonstratorn på underlaget av 3é konstruktions/packnings loopen.

Fysiskt sett är demonstratorerna uppbyggda på nästa generations bottenplatta och detaljerna är tillverkade i plast på underlag från de digitala modellerna.

Demonstratorerna har byggts ihop under produktionsriktiga förutsättningar med avseende på monteringsföljd, utrustning och verktyg. Under byggnationen bedömdes producerbarheten i egenskaper som: åtkomlighet, monterings ergonomi, verktygsbehov, monteringstid.

Analys utbildningsbehov

Inom ramen för projektet finns uppgiften att utreda utbildningsbehovet av produktionsansvariga och produktionspersonal.

Hybridfordonen innehåller system och komponenter som är nya för fordonsindustrin t ex högspänning. Viktigt är också att få kunskap i hur ett hybridfordon ska handteras vid t ex en kollission och måste bärgas.

Kunskap om dessa system, lagar och förordningar är en nödvändigt för att kunna bedriva utveckling och tillverkning av hybridfordon. Utformas inte produkt och process efter dessa krav finns risk att människor skadas. Det yttersta ansvaret bärs alltid av det utvecklande/tillverkande företaget.

Resultatet av analysen är att samtliga personer som kommer ikontakt med utveckling och tillverkning av hybridfordon måste utbildas i:

- Hybridfordonets ingående system och funktion.
- El-säkerhet
- Hjärt lung räddning
- Personlig säkerhet och skyddsutrustning.

Samtliga personer i PFF projektet ”Hybriden” och MERA projektet ”Inplementering …” Har genomgått dessa utbildningar.

Programmering och testning

I produktions processens senare del, det som kallas ”final”, blir fordonets elektriska system spänningssätta, programmerade och diagnostiserade dvs funktionstestade. Nästa steg i tillverknings processen är uppstart av motor och körning på rullar för kontroll att motor och transmission fungerar som det är tänkt.

För ett hybridfordon som har ett drivsystem (elektriskt) parallellt med den konventionella förbränningsmotorn så tillkommer det elektriska system att spänningssätta, programmera och diagsnstisera vilket adderar monterings tid jmfr med en konventionell bil. Detsamma gäller för uppstart och körning på rullar, den elektriska transmissionen ska provköras och kontrolleras.

Eftersom nya fordon förses med allt fler funktioner och blir mer elektroniskt komplicerade så är denna del av produktions kedjan kritisk map tid /bil (takttid).

Genomförande

Utgångs läget för huvud projektet var att integrera GM´s 2-mode hybrid system på nästa generations plattform. Avsikten var att genomföra en förstudie där kombinationen hybrid med en diesel motor studerades. 2-mode hybrid systemets grundkomponenter är utvecklade för SUV´s och större pickuper och redan från början var det en utmaning ifråga om att få plats (packa) alla detaljer.

För projektets genomförande har Saab Automobile produktutvecklingsprocess används vilket innebär en loop där **konstruktion – verifiering – återförning** ingår. Efter några lopar vallideras resultatet virtuellt eller genom hårdvara.

I projektet har två loopar genomförts och därefter byggdes den första demonstratorn. Därefter ytterligare en loop och den slutliga demonstratorn som visar en serielik installation på nästa generations plattform.

Hybrid bilen utvecklades och byggdes som en mula dvs som en kombination av ny och gammal arkitektur och är därför ointressant ur ett produktionsperspektiv.

Projekteffekter

Genomförandet av detta projekt och satsningen i hybrid utvecklingscentrat har gett en ökad kunskap och kompetens innom området: Framtidens fordons bränsle och drivlinor.

Detta projektet har direkt genererat ett nytt projekt i Gröna Bileb 2 programmet: Flexibel montering av miljöbilar. I det nya projektet har området vidgas från tillverkning av hybridbilar till bio bränslen och vätgas fordon. Partners i detta projekt är Volvo Cars, Chalmers, Högskolan Väst Innovatum teknik Park och Saab Automobile.

Deltagande parter och kontaktperson

Projektledare:
Ingemar Nilsson
Saab Automobile AB
46180 Trollhättan
Tfn: 0520-86400
Mobil: 0707-795264
Ingemar.h.nilsson@se.saab.com

Projektkoordinator:
Lillemor Lindberg
Innovatum Teknik
46100 Trollhättan
Tfn: 0520-48 87 30
Mobil: 0730-98 88 22
lillemor.lindberg@innovatum.se

MERA-konferens 2008

Informationshantering

Effektiv informationsintegrering för Virtual Manufacturing (EVM)

EVM projektet har arbetat med att ta fram datamodeller och demonstratorer för att påvisa hur man effektivt kan använda sig av en informationsryggrad och dess koppling till virtuella analysverktyg.

Syfte

Projektet EVM syftar till att undersöka hur informationen i befintliga, egenutvecklade som inköpta, informationssystem skall kunna sammanföras och göras mer tillgänglig för ”Virtual Manufacturing, inkl Virtual Manufacturing Engineering” (VM), med detta menas både virtuell produktionsberedning och virtuell produktionsoptimering.

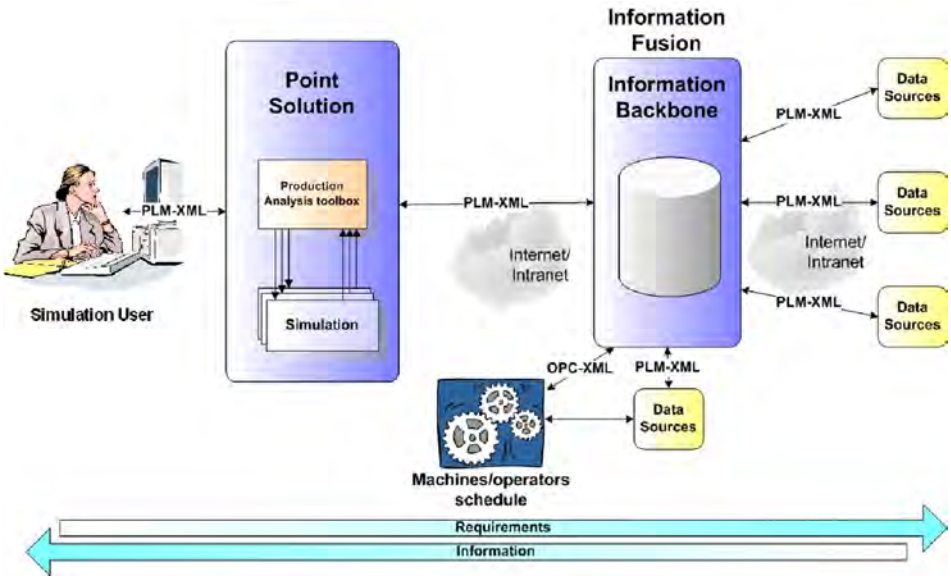
Vid en informationsintegrering medför det att man inte kommer att ha otaliga system med redundant information som kan skapa förvirring och kvalitetsproblem samt att man kan återanvända information och på detta vis även tidigarelägga analyser och korta ledtider vid utvecklingsprojekt Det finns dock ett antal hinder som man måste ta sig förbi innan man fullt ut kan dra nytta av en informationsryggrad.

Resultat

Projektet har tagit fram hur en lämplig informationsarkitektur och datamodeller bör se ut som kan hantera den typ av information som skall kommuniceras mellan de olika systemen samt hur lämpliga arbetsmetoder ser ut för hanteringen av information mellan systemen och dess påverkan på produktionsteknikens arbetssätt. Projektet har fokuserat på fyra olika ”point soultions” för VM. Vidare har projektet tagit fram nya automatiserade sätt att analysera flöden direkt från data i informationsryggraden.

Genomförande

Projektet har analyserat vilken typ av data som behövs för att göra analyser av typen flödessimulering, layout, linebalanseing. Vidare har projektet tagit fram datamodeller för hur information skall lagas i informationsryggraden samt skapat system för automatiska dataöverföringar från befintliga system in mot informationsryggraden. Slutligen har projektet skapat en enkel demonstrator för hur informationen i informationsryggraden enkelt skulle kunna användas för att gör analyser i så kallade ”point solutions”



Figur 1 Användandet av informationsryggrad för VM

Projekteffekter

Projektet har skapat kunskaper kring hur man kan arbeta sig förbi vissa svårigheter kring användandet av en informationsryggrad. Projektet har också påvisat hur förändringar i arbetssätt kan komma att bli vid användandet av informationsintegrering för VM.

Deltagande parter och kontaktperson

Volvo technology, Högskolan i Skövde
Projektledare:
Johan Sveningstorp
Volvo Technology
johan.sveningstorp@volvo.com
Tfn. 031- 3223582

Mats Jägstam
Högskolan i Skövde
mats.jagstam@his.se
Tfn. 0500-448525

Konceptuell Fabriksutveckling, FACTS

Svensk industri har idag få verktyg till hjälp för att analysera kompletta fabriker i tidiga projektskeden, trots att besluten då är grundläggande för att få robust, flexibel och kostnadseffektiv produktion. Syftet med projektet "Konceptuell fabriksutveckling" är att möjliggöra analyser av kompletta fabriker: snabbare, oftare, och med bättre resultat. För att nå detta har komplexiteten minskats med abstraktionsmetoder, hanteringen av indata som idag oftast är manuell har automatiserats, och optimeringen är enkel tack vare simuleringsbaserad optimering. Förkortningen FACTS syftar på att vi ger produktionsutvecklaren fakta för fabriksanalys i konceptfasen med stöd av simulering. Två prototypverktyg har tagits fram för att underlätta analyser av produktionskoncept. Det första vektyget – Generic Data Manager (GDM) – förenklar insamlingen och bearbetningen av information från olika databaser in i simuleringsanalyser. Det andra – FACTS Analyser – ger möjlighet att enkelt modellera, simulera och optimera produktion. Projektet har testat arbetssätt och verktyg på deltagande företag och även utrett möjligheterna till användning av fler företag. Projektets industriparter är Volvo Cars (projektledning) och ett flertal bolag inom AB Volvo: Volvo Technology, Powertrain, Trucks. Forskningsutförare är Högskolan i Skövde, Chalmers tekniska högskola och Swerea IVF AB.

Syfte

Huvudsyftet är att erbjuda industrin metoder och verktyg för att effektivisera utvecklingen av nya eller modifierade fabriker, och få en bättre optimerad produktion. I senare utvecklingsfaser används idag ofta datorverktyg för att simulera fabrikssystem, men då är alternativa lösningar redan låsta. Projektet fokuserar på analyser av kompletta fabriker i de tidiga utvecklingsfaserna då produktionskoncept, eftersom man då ofta låser stora kostnader i konceptlösningar. Exempel på frågeställningar vid sådana analyser är "Vad blir konsekvensen av att byta ut hela min line mot funktionella celler?" eller "Vad händer om jag har tre parallella flöden istället för att hantera produktvariationer på stationerna?".

Olika analytiska metoder kan användas för att förutspå fabrikens prestanda, men kompletta fabriker tenderar att vara mycket komplexa. Att analysera analytiskt kräver experter, mycket tid och avancerade metoder som köteori och stokastisk processteori.

Projektet vill stödja analyser med simulering, och därigenom produktionsutvecklaren mer och bättre fakta inför beslut. Målen är 50 % fler analyser i konceptfasen, 20 %

snabbare simuleringsprojekt och högre precision i förutspådd prestanda. För att nå detta har projektet arbetat med att:

- reducera komplexiteten med abstraktionsmetoder
- automatisera hanteringen av indata som idag oftast är manuell
- optimera ett stort antal produktionsparametrar med simuleringsbaserad optimering.

Figur 1. FACTS-projektet ger möjlighet att tidigt i fabriksprojektering snabbt kunna utvärdera fler alternativa fabrikslösningar, och därmed finna, säkerställa och besluta om bra systemlösningar.

Resultat

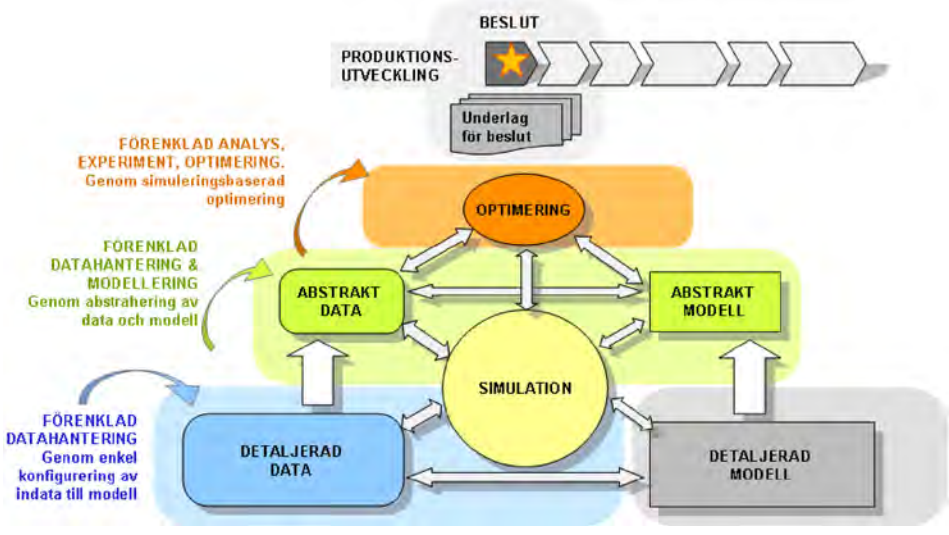
Projektet har under arbetets gång svarat på ett antal forskningsfrågor och publicerat resultaten i antal vetenskapliga artiklar:

- Vilka analytiska metoder för abstraktion av komplexa fabrikssystem kan stödja snabb utvärdering av fabrikskoncept i tidiga projektskeden? Hur kan abstraktion användas för att visualisera förändringsscenarios över tiden?
- Hur kan generering, hantering och behandling av indata effektiviseras så att produktions- och utvecklingsdata automatiskt kan omvandlas till, för analysverktygen, relevanta data?
- Hur kan simuleringsbaserad optimering effektivt användas för att optimera utvecklingen av fabrikssystem i tidiga projektskeden och samtidigt reducera tiden för den manuella arbetet med simulerings och experimentering?

- Hur bör abstraktion, indatahantering och optimering kombineras för att konceptuell fabriksutveckling skall vara ett kraftfullt "verktyg" inom fordonsindustrin vid framtagning av nya/modifierade fabriker?

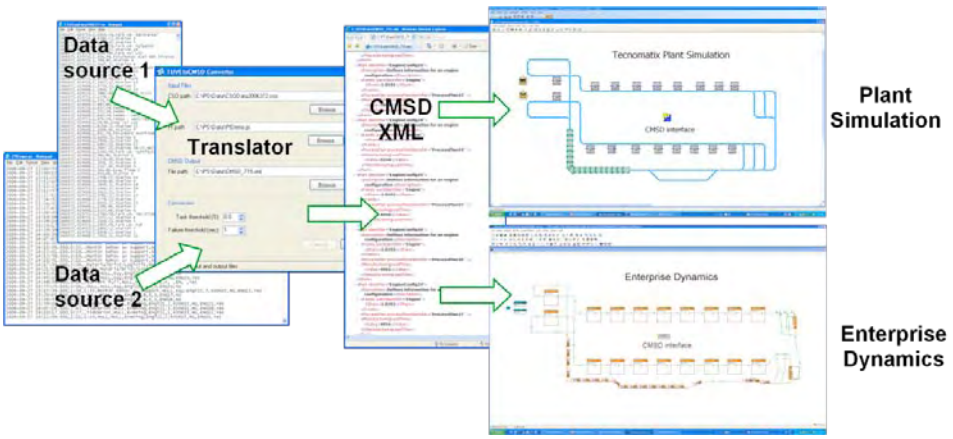
Svaren på dessa frågor har varit basen för utvecklingen de tekniska industriella användbara resultaten. Det tydligaste industriella målet med projektet var att kombinera olika analysmetoder till en pallett av industriellt användbara metoder för utveckling av kompletta fabriker i konceptfas. De tekniska resultaten från projektet har realiserats i form av två kraftfulla programvaruverktyg som ger produktionsutvecklaren faktabaserade svar för beslut i tidiga skeden. I och med utvecklingen och implementeringen av dessa har förväntningarna från industriparterna överträffats.

Traditionellt krävs mycket arbete för att bygga de detaljerade fabriksmodellerna och för att samla in och bearbeta all data som behövs i modellen. Detta begränsar användningen av simulering och försämrar beslutsunderlagen. De verktyg som utvecklats i FACTS underlättar analyserna i två avseenden, se Figur 2. Dels har projektet gjort det möjligt att genomföra analyser på en förenklad (abstrakt) nivå av fabrikerna – både avseende informationen och modeller. Detta förenklar datainsamlingen och modelleringen. Dels har stöd utvecklats för att med genomföra experiment och optimeringen. Detta underlättar och förbättrar slutsatserna från simuleringsanalyserna.



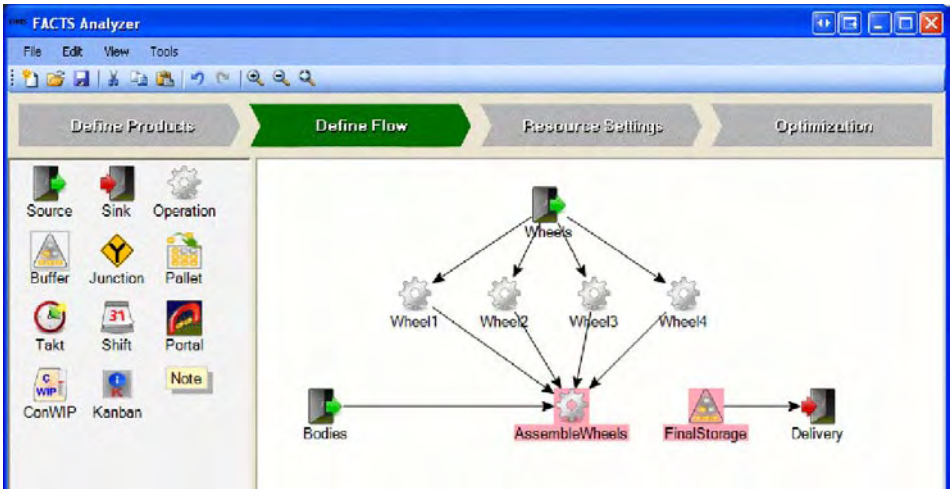
Figur 2. Inför beslut i konceptfasen, behövs analys, men dagens arbetssätt är alltför komplext (blått). FACTS underlättar detta i två avseenden. Dels genom abstraktion av data och modeller för att förenkla indatahantering och modelleringen (grönt). Dels genom att automatisera experimenteriandet och optimeringen, för att få snabbare och bättre analyser (rött).

GDM-Tool består av ett antal delar som tillsammans möjliggör att information som finns i olika databaser i produktion kan matas in i simuleringsprogram, t ex processtider, störningar, produktionssekvenser, se Figur 3. Med hjälp av en översättare konfigureras manuellt vilken data som skall hämtas från vilka databaser och hur denna skall bearbetas för att få fram den information som behövs. Systemet lär sig hur olika datakällor skall bearbetas så att översättningen kan göras automatiskt när väl konfigureringen gjorts. Dessa data kan sedan bearbetas vidare med statistiska metoder. För att underlätta överföringen av informationen till simuleringsprogrammen översätts informationen till ett standardformat kallat CMSD, Core Manufacturing Simulation Data, som utvecklats på NIST (National Institute of Science and Technology, USA). Översättare har utvecklats i projektet från detta CMSD-format in till simuleringsprogrammen Plant Simulation och Enterprise Dynamics.



Figur 3. Realiserat dataflöde från två datakällor, via konfigurering/översätting och CMSD-fil, till två simuleringsmodeller av samma process.

Det andra verktyget, FACTS Analyser, ger produktionsutvecklaren möjlighet att modellera, simulera och optimera på en abstrakt nivå. Med ett enkelt modelleringsverktyg som utvecklats i projektet bygger man en modell av fabrikens flöde med stationer, buffertar. Produkter, processtider, störningsbeteende, m m matas in, se Figur 4. I kommersiella simuleringsprogram för produktionsflöde får man manuellt genomföra varje experiment på modellen, analysera resultaten, förändra modellen eller dess parametrar, simulera, igen, osv. Detta är mycket tidsödande och det är här som FACTS Analyser särskiljer sig – användaren ger underlag för hur denna modell skall analyseras, antal experiment etc.



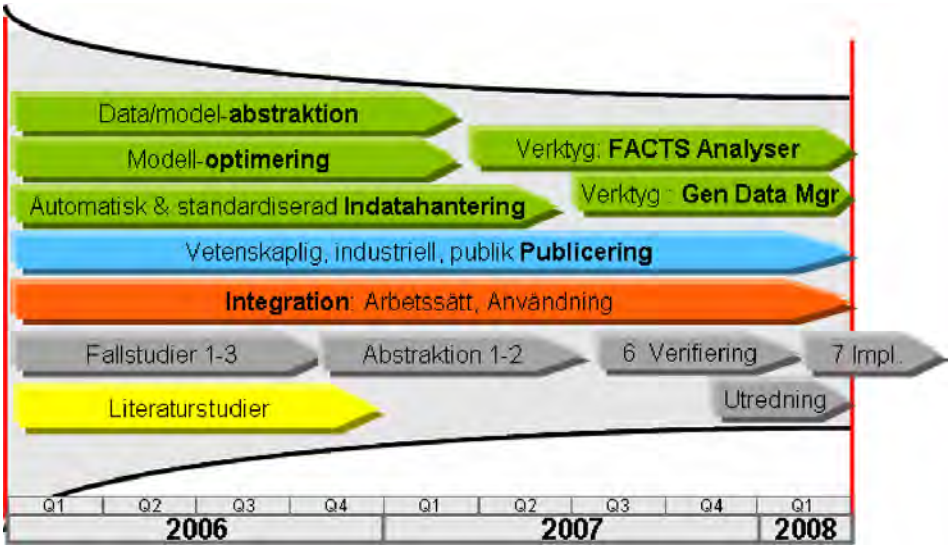
Figur 4. I FACTS Analyser byggs snabbt en abstrakt modell av koncept. Dessa modeller kan sedan simuleras och optimeras automatiskt.

Dessutom ger användaren underlag för optimeringen, dvs vilka parametrar kan justeras (t ex vissa buffertstorlekar) och vilken målfunktion som man vill ha (t ex minimera produkter i systemet, eller maximera kapaciteten). Hela experimentförfarandet, med stort antal simuleringsexperiment, inkl optimeringen sköts sedan automatiskt. Detta åstadkoms genom att en optimeringsmotor utformar ett experimentschema och distribuerar ut olika experiment på den abstrakta modellen till ett antal parallellt exekverande simuleringsprogram. När ett experiment har körts skickas resultaten till optimeringsmotorn som då skickar ett nytt simuleringsexperiment. Tack vare den distribuerade web-lösningen och den enkla modellen kan optimeringsmotorn praktiskt genomföra och sammanställa resultaten av tusentals experiment. Den mest optimala lösningen kan sedan användaren läsa ut i t ex Pareto-diagram.

Genomförande

Projektet har genomförts jan 2006 – mars 2008, se Figur 5, och haft en budget på totalt ungefär 18 milj kr som finansieras av de deltagande företagen och av MERA-programmet (VINNOVA, Västra Götalandsregionen och Nutek). Arbetet har genomförts med ovanligt hög grad av samverkan mellan industri, institut och akademi. Volvo Cars, har lett hela projektet men arbetet i de olika delområden har styrts av utsedda områdesansvariga.

I projektet organiseras arbetet i fem starkt samverkande områden med olika fokus. De tre första områdena fokuserar de viktigaste problemställningarna för att effektivt kunna genomföra analyser av fabrikssystem redan i konceptfasen: 1) Abstraktion av detaljerade fabrikssystem, 2) Metoder för hantering av indata till analyser, 3) Optimering.



Figur 5. Projektplan: forsknings och utvecklingsarbetet, publicering och arbetssätt har baserats på successiva fallstudier.

Dessa tre delområden betraktas som huvuddelar för att forma ett övergripande arbetssätt. Användningen av verktygen och detta arbetssätt är fokuserat i Integrationsdelen av projektet. Förutom dessa huvuddelar så tillkommer informationsspridning – både om projektet och resultaten – som ett eget delområde.

Abstraktion av modeller

Abstraktion handlar om att göra rätt förenklingar av sin verklighet för att på så vis kunna minska de begränsningar som man tvingas göra. Forskningsuppgiften är att testa, utveckla och implementera olika teoretiska analysmetoder till en pallett av systematiska och industriellt applicerbara arbetsmetoder.

Hantering av modelldata

När flödessimulering används för analyser finns stor finns mängd data tillgänglig t ex styrlogik, orderlogik, produktmix, buffertstorlekar och störningsdata. Detta medför att hanteringen av indata idag står för en oproportionerligt stor del av tiden för genomförande av en fabriksanalys. I många analyser får man till slut kapitulera för mängden data som måste samlas, omtolkas och presenteras på ett sätt som både människor och simuleringsmodeller förstår. Forskningsuppgiften är att skapa förutsättningar för analys av fabrikskoncept genom effektiv informationshantering i tidiga projektfaser samt framtagning av effektiva mät- och analysverktyg i löpande produktion som medgör förenklad input till flödessimulering.

Optimering av modell

Ett annat problem vid analys av kompletta fabriker är att få fram den bästa lösningen för ofta motstridiga parametrar som kapacitet, PIA, genomloppstid m m. Ofta skruvar man på en parameter i taget eller arbetar med en försöksplan för att försöka iterera sig fram till den bästa lösningen. Forskningsuppgiften är att utveckla simuleringsbaserad optimering så att experimenterandet automatiseras och effektiviseras. Även med ett stort antal fabriksparametrar kan man då snabbt hitta en bättre optimerad lösning. Eftersom simuleringsbaserad optimering använder sig av artificiella intelligenta metoder för att söka reda på optima genom att vrida på de variabler som man kan påverka ökar precisionen till skillnad från att man manuellt testar alla tänkbara alternativ. Detta innebär att resurser i form av tid och pengar kan sparas samt att man kan korta ledtiden för den konceptuella fasen.

Projekteffekter

Projektet har nått sina övergripande mål dvs tagit fram metoder och verktyg, med fokus på konceptuell utveckling, för att effektivisera utvecklingen av nya/ modifierade fabriker. Genom dessa metoder och verktyg uppnås även ”frontloading” för användandet av virtuella metoder för analys av kompletta fabriker. Nedan följer en analys av hur väl projektmålen har uppnåtts.

Oftare, snabbare, bättre

- *Frontloading: 50 % fler analysjobb i konceptutvecklingsfasen*: Detta kvantitativa mål har inte verifieras till fullo under projektets löptid, till stor del beroende på att implementeringen av FACTS Analyser pågår vid företagen och kommer att fortsätta under hela 2008. Underlag för att svara på detta mål kräver data från fler projekt under en längre tidsperiod. Däremot kan vi med säkerhet säga att FACTS Analyser lägger en bra grund för att detta skall kunna uppnås genom den snabba modelleringstiden etc se punkt två nedan (motsvarar kraven i konceptutvecklingsfasen väl).
- *Minska tid för simulering i industrialiseringsfasen med 20 %*: Detta mål har omformulerats till det bredare målet ”Minska tid för simuleringsprojekt med 20 %” och har verifierats under projektets löptid. De fallstudier som genomförts har visar på minst 50 % minskad tid för genomförande av ett simuleringsprojekt: Tiden för modellbyggnation har reducerats med minst 75 %. Tiden för indatahantering har reducerats med minst 50 %. Tiden för experimentering har minskat med minst 50 %. Dessa tidsreduktioner har uppnåtts genom att använda FACTS Analyser och koncept som nu implementeras i GDM-Tool. För att exemplifiera: en av fallstudierna vid Volvo Cars visar att samma simulering som tog 4 veckor att bygga upp med en kommersiell programvara tog 40 minuter att bygga upp i FACTS Analyser.

- *Högre precision i förutspådd prestanda för fabrikssystem → rätt nivå på investeringar, balanserad produktion*: Detta kvalitativa mål har verifierats under projektets gång genom införande av simuleringsbaserad optimering. Traditionellt sett så har optimering sällan använts vid simulering eftersom det är så komplexa system som skall analyseras. FACTS Analyser genomför dessa optimeringar på konceptuella modeller, vilket gör det mycket tidseffektivt och enkelt att använda – en förutsättning för genomslag i industrin.

Spridning och användning av verktygen

Det som tilltalat dem som fått FACTS demonstrerat för sig är först och främst snabbheten i verktyget. Det lättbegripliga användargränssnittet gör att det känns mycket överkomligt att sätta sig in i och lära sig att behärska det för en produktionstekniker. Lättillgängligheten är givetvis en extra styrka för det mindre och ofta resursknappa företaget. En troligen unik styrka hos FACTS, som bidrar till att det är lättanvänt, är att färdig logik finns som definierade block, t ex Kanban. Här finns dock vid den fortsatta utvecklingen en svårighet att hitta balansen mellan specialisering och generell/abstrakt modell.

FACTS Analyser har möjlig tillämpning på flera områden – i vilken utsträckning beror bl a på vilken tillgång ett företag har till data. I konceptfasen kan verktyget (även utan tillgång till erfarenhetsdatabaser eller simuleringskompetens) t ex användas för att identifiera flaskhalsar, få förslag till förbättringsåtgärder, lokalisera och dimensionera buffertar. Verktyget bör kunna användas för att visualisera och förmedla idéer internt eller för bättre kommunikation med leverantörer av maskiner/liner och undvika missförstånd pga otillräckliga underlag

FACTS-verktyget är i sig mycket generellt. Det är svårt att se några tekniska hinder som skulle göra att inte alla företag med diskret produktion skulle kunna använda det. I nuläget är det troligen företag med line-tillverkning och frekventa förändringar av tillverkningssystemet. Däremot är företagets storlek knappast utslagsgivande, dvs även relativt små företag bör som redan nämnts kunna ha nytta av verktyget. Viktigt är att FACTS kompetensmässigt torde innebära en betydligt lägre tröskel för användning än konventionella simuleringssystem.

Programvaran för GDM-Tool är till skillnad från den för Analyser inte särskilt datorresurskrävande. Enbart mindre anpassning behöver göras för varje användarföretag och tillgängligheten bör därför kunna bli god. GDM-Tool är ett verktyg som, förutom som del av FACTS, kan få användning som hjälpmedel tillsammans med konventionella simuleringsprogram. Idag tar indatagenereringen 1/3 av totaltiden för simulering och den tiden kan med GMD-Tool sänkas drastiskt. Det skulle innebära att även konven-

tionell simulering kunde läggas tidigare i kedjan och göras oftare. Det är inte bara tidsbesparingen som är en vinst utan det går med GDM-Tool att göra analyser av data som annars inte skulle ha blivit gjorda.

Deltagande parter och kontaktperson

I projektet har ungefär 20 personer arbetat, varav 11 personer från industriföretag och sju disputerade. Om du har frågor eller önskar mer information om projektet kontakta

Pär Klingstam	Volvo Car Corporation	pklingst@volvocars.com
Johan Svenningstorp	Volvo Technology	johan.svenningstorp@volvo.com
Mats Jägstam	Högskolan i Skövde	mats.jagstam@his.se
Björn Johansson	Chalmers tekniska högskola	bjorn.johansson@chalmers.se
Per Gullander	Swerea IVF	per.gullander@swerea.se

Interaktiv datorstödd operatörsträning samt återföring av produktionserfarenhet (IDO-P)

Hur kan introduktioner av nya bilar på produktionslinan stödjas genom nyttjande av datorstöd för träning av operaötrer? Vilka lärmodeller kan användas och vilken typ av kunskapsinlärning är lämpad för datorstödd träning? Kan man påverka kvalitetsutfall m h a datorstödd träning? Hur ska en modell för datorstödd träning se ut som stödjer standardiserat arbetsätt? Hur kan operatörer och lagledare bättre stöttas för att lösa problem som uppstår i produktionen och återföra dessa tillbaka till organisationen för att inte problem eller fel skall återuppstå?

Dessa frågor har utforskats i MERA projektet IDO-P, Interaktiv datorstödd operatörsträning samt återföring av produktionserfarenhet. Med bakgrund i att svensk fordonsindustri har en fördelaktig position gentemot många av sina konkurrenter i fråga om operatörernas utbildningsnivå har projektet tittat på möjligheter att skapa konkurrensfördelar genom att utnyttja datorteknik på nya sätt ända ned på operatörsnivå.

Med en utgångspunkt från ett antal fallstudier gjorda direkt i löpande produktion har MERA projektet IDO-P utvecklat metoder för effektiv datorstödd operatörsträning samt erfarenhetsåterföring.

Syfte

Projektets övergripande syfte har varit att att definiera effektiva metoder rörande nyttjandet av datorbaserade verktyg för lärande- och kunskapsprocesser i och kring en produktionsorganisation. Projektet har även syftat till att skapa möjligheter för en ökad flexibilitetsförmåga hos organisationen att klara en ökad variantflora med bibehållet eller förbättrat kvalitetsutfall. Genom införande av nya lärprocesser vid operatörsträning kan utbildningen effektiviseras, tidigareläggas samt göras mer flexibel. Viktigt är att kunna utnyttja de möjligheter som den nya datortekniken erbjuder för att snabbare kunna starta upp produktion av nya bilmodeller men även att fånga erfarenheter och kunskap på ett sätt som kommer att främja kvalitetsutfall i produktionen.

Forskningsområden som fokuserats är grundfrågeställningar inom lärande kopplat till tillämpningar i samband med införande av nya bilmodeller i produktionsflödet samt grundfrågeställningar inom informations- och kunskapsöverföring kopplat till tillämpningar framförallt inom problemlösning kopplat till produktionsrelaterade problem

Resultat

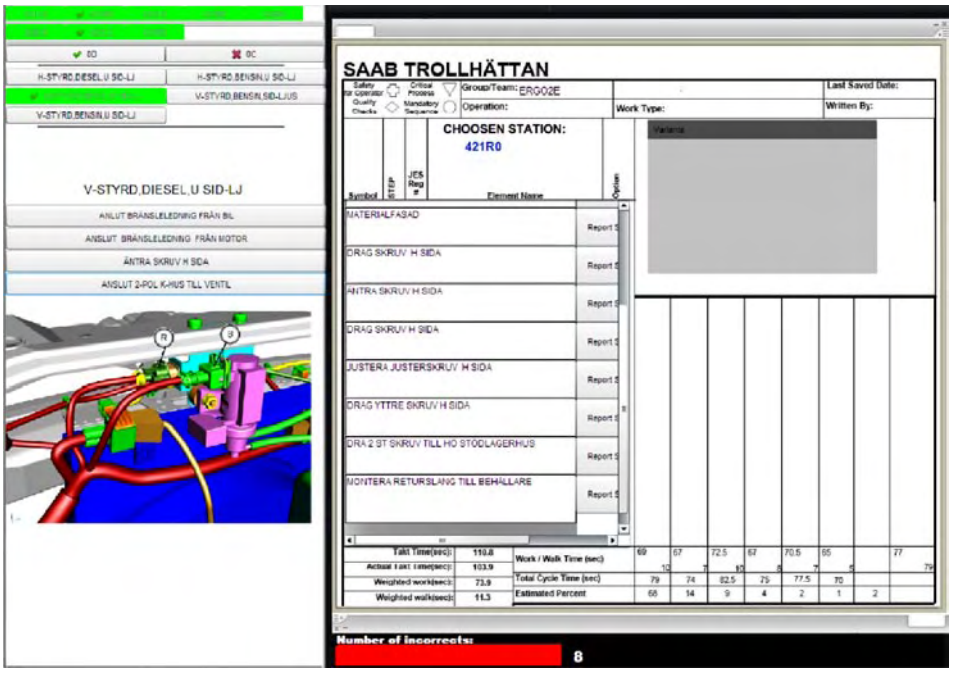
Projektet är uppdelat i två delprojekt

Delprojekt A: Lärande i operatörsrollen

Här har målen varit att identifiera nyckelfaktorer och förutsättningar för effektivt lärande på operatörsnivå. Metoder för effektivt lärande har identifierats genom utförandet att ett flertal fallstudier, alla genomförda på olika produktionsavsnitt i en monteringsfabrik. Resultaten har dokumenterats i ett flertal forskningartiklar I stort består dessa av:

- Ett ramverk beskrivande kunskapsfaser som en operatör genomgår vid lärandet av nya operationer. Ramverket kan även ses som en grund för hur modeller och applikationer inom datorstödd träning skall utformas för denna typ av träning.
- En modell för hur introduktioner av nya bilmoder skall kunna stödjas med hjälp av datorstödd träning. Modellen har två huvudbeståndesdelar:
  a) En inledande del med förberedande träning (produktkännedom) som stöd inför praktisk träning i samband med förserieproduktion.
  b) En kompletterande del vars fokus ligger på att träna variantunika operationsordningsföljer (sekvensträning) samt kvalitetsaspekter kopplade till utvalda operationer. Denna typ av träninghar sin huvudtillämpning då grundläggande kunskap och erfarenhet om operationerna existerar hos operatörerna och är därför tillämpbar först i slutet på en introduktionsfas eller alternativt i samband en ändring i produktionstakt som då resulterar i inlärning av nya operationsföljder.
- Modellens två delar har i flera fallstudier utvärderats och resultaten visar positiv respons både beträffande mottagande hos operatörer, integration till befintliga praktiska träningsmetoder och förbättrat kvalitetsutfall. Det sistnämnda visades i en fallstudie där utfallet förbättrades ca 15 % i den datortränade gruppen jämfört med en referensgrupp. Alla fallstudier har dokumenterats i ett flertal vetenskapliga konferens och tidsskriftsartiklar.

I arbetet med den del av datorstödd träning som som berör sekvensträning och kvalitetsaspekter utvecklades en speciell träningsmjukvara som även användes i fallstudierna. Denna mjukvara (fig 1) nyttjar befintliga existerande processdokument hämtade från en databas. Att återanvända redan existerade information har gjort att träningssessioner kan genereras med ett minimum av förberedande insats.



Figur 1. Användargränsnitt i den mjukvara som utvecklats för sekvens- och kvalitetsträning inom projektet

Delprojekt B: Lärande genom återföring av produktionserfarenhet

Här har målen varit att förstå vilka bakomliggande förutsättningar som krävs för effektivt erfarenhetsutbyte inom produktionsorganisationen. Fokus har varit på att studera befintliga processer och utifrån dessa hitta modeller för hur hantering av erfarenheteter, problem identifierade i produktionsprocessen, problem vid löpande ändringar etc och hur dessa skall angripas och dokumenteras. Projektdelen har initialt tittat på erfarenhetsutbyte mellan olika delar i organisationen. Initialt gjordes en fallstudie kring informationsflödet vid löpande ändringar. Denna följdes av en större enkätstudie i samarbete med ett annat MERA projekt: DLP-E. Studien innefattade Volvo Aero och Saab Automobile som jämfördes med avseende på informationsflöde och processer för erfarenhetsåterföring. Resultaten visade att det i flera stycken saknas processer för att reducera återkommande problem, oberoende av företag.

Denna projektdel har kvarvarande planerade aktiviteter och resterande del av projekttiden kommer att fokusera på problemlösningsprocesser kopplade till s k ständiga förbättringar. Denna projektdel avser efter en detaljerad analys av existerande processer omsätta slutsatserna i en förändrad problemlösningsprocess samt en utvecklad operatörsutbildning med avseende på problemlösning.

Projektets akademiska mål var att det skulle resultera i två doktorsexamina. Då en av doktoranderna har avslutat sin anställning kommer detta mål inte att kunna uppfyllas helt. Den andre doktoranden kommer dock att lägga fram sin licentiatavhandling i samband med projekttidens slut ca tre år efter antagningen till doktorandutbildningen. Det är en jämförelsevis kort tid för en industridoktorand.

Genomförande

Projektet med löptid till 2008-12-31 har genomförst som ett forskningsprojekt där två doktorander varit knutna till projektet, en industridoktorand (Saab Automobile) och en universitetsdoktorand (Chalmers/HV), som tyvärr avslutade sin anställning i december 2007. Litteraturstudier kombinerat med ett flertal empiriska fall-studier har genomförts för att verifiera och fastställa metoder och arbetssätt. I studierna rörande operatörsträning har mjukvara använts som hyrts under projektperioden. I vissa av studierna har även delar av preparationsresurs köpts. De empiriska studierna har involverat ett större antal försökspersoner hämtade från SAAB Automobile såsom monteringsoperatörer, beredare och produktionstekniker.

I delprojekt A, ”Lärande i operatörsrollen”, har studier framförallt att genomförts i situationer där operatörsträning ingår i företagets planerade aktiviteter. Införanden av nya modeller i fabriken, men även förändringar i produktionstakt har utnyttjasts för fall studier. Tyngdpunkten i detta delprojekt har varit att identifiera vilka förutsättningar som krävs för att virtuella metoder och arbetssätt skall kunna ersätta eller komplettera fysiska artiklar/bilar med bibehållen effektivitet med avseende på informationsöverföring och utbildning av operatörer under de kognitivt dominerade delarna av inlärningsprocessen.

I delprojekt B, ”Lärande genom återföring av produktionserfarenhet”, har fallstudier, enkätstudier och intervjustudier genomförts. Fokus har varit att skapa försåelse för existerande processer och med dessa som utgångspunkt skapa modeller över effektivare problemlösning och erfarenhetsåterföring.

Under projekt perioden har doktorandernas arbete kompletterats med fyra examensarbeten på bachelor- och masternivå.

Projekteffekter

Industriellt har projektet med sina genomförda aktiviteter visat på de vinster som kan uppnås via datorstödd träning av operatörer. Dels har fallstudierna kunnat påvisa förbättrat kvalitetsutfall men studierna även gett en positiv insikt kring hur 3D information kan användas som ett pedagogiskt hjälpmedel i samband med introduktioner av nya bilar. Arbetet har väckt ett intresse för nyttjandet av datorstöd för operatörsträ-

ning både internt inom SAAB Automobile men även inom GM/GME. Inga konkreta beslut har tagits beträffande införande men diskussioner pågår för närvarande.

Resultatspridning:

Projektpresentationer har skett vid:
MERA klustermöte Montering den 10 oktober 2006
VINNOVAs MERA konferens, februari 2007
Visual Forum, konferens, april 2008 i Göteborg

Föreläsningar i kurserna:
Virtuell produktion, Chalmers, dec 2006
Human Factors in Production, maj 2006 och maj 2007
Produktionsergonomi, Högskolan Väst, maj 2008
Forskarutbildningskurs för läkare i Simulering och virtuell träning inom klinisk medicin, Sahlgrenska, maj 2007

Industriella kontakter/studiebesök på SAAB:
GM Europa/GM Nordamerika/GM Australien – ca 20 besök under projektperioden
Volvo Aero
Volvo Cars
Volvo Trucks
Scania (Oskarshamn)

Publikationer:
Tidsskriftssartiklar: 1 st
Konferensbidrag: 6 st
Examensarbeten: 4 st

Deltagande parter och kontaktpersoner

Saab Automobile AB	Lennart Malmsköld (projektledare)
Innovatum AB	Lennart Walldén
Högskolan Väst	Lars Svensson
Chalmers tekniska högskola	Roland Örtengren

Kontaktperson:
Lennart Malmsköld
lennart.malmskold@se.saab.com
Tfn: +46-520-84105

MERA-konferens 2008

Konceptuella projekt

Utveckling av konkurrenskraften för Saab Automobiles produktion i Sverige, domän IV

För att Saab Automobiles produktion och utveckling i Trollhättan ska kunna bibehållas måste produktionsteknologi och beredningsprocesser hålla absolut världsklass. För att åstadkomma detta samlades ett antal delprojekt inom domän IV "Strategier, principer och metoder för tillverkning – konceptutveckling" där Saab har goda förutsättningar att snabbt nå kompetens i världsklass.

Syfte

Detta projekt består av en samling delprojekt som inriktar sig på förbättrade verksamhetsprocesser som en grund för rationalisering och effektivisering.

Genomförande och resultat

Projektet består av åtta delprojekt.

D.IV-1 MERA programadministration

Syftet med delprojektet var att säkerställa att tillräckliga resurser skulle finnas tillgängliga för att utveckla MERA programmet till dess fulla potential, sett som mängden projektmedel investerade av Saab.

Ett påtagligt resultat från arbetet är att Saab Automobile AB fått ansvar inom GM Europa för Advanced Manufacturing Technologies och därför har kunnat bygga upp en ny sektion för ändamålet. Detta har inte har funnits tidigare inom GM Europa och är det enda område där Saab Automobiles produktionsberedning fått ett funktionellt ansvar inom GM Europa.

Förändringen innebär även större möjligheter för Saab Automobile att få ansvar för utvecklingsområden inom GM globalt.

Vi har byggt upp ett nätverk med övriga industriparter inom MERA programmet samt med universitet/högskolor som inte har funnits tidigare och som kan bidra till utveckling av en förbättrad konkurrenskraft för svensk fordonsindustri i stort.

D.IV-2 Utveckling av process för ”Dimensional Technical Specification”

Resultatet av detta projekt är en standardiserad process för att skapa en ”Dimensional Technical Specification” (DTS). Detta gjordes genom att erfarenheter från tidigare projekt samlades in och provades mot nya krav på kortare ledtid och minskad hårdvarubyggnation. Saab tog en ledande roll inom detta område, där erfarenheter från såväl Saab som övriga GM utnyttjades för att nå bästa resultat.

D.IV-3 Utveckling av tvärfunktionellt arbetsätt för att öka produktiviteten

Detta delprojekt syftar till att åstadkomma ett mer övergripande och tvärfunktionellt arbetssätt och därigenom öka förbättringstakten radikalt. Projektet har resulterat i:

- En standardiserad och dokumenterad process för att öka produktiviteten.
- 722 förslag på effektivitetshöjande åtgärder genererades. Av dessa har 381 implementerats och resulterat i en reduktion av direkt tid per bil med 57,3 minuter.
- Arbetssättet implementerades inom GM Europa under 2005.

D.IV-4 Utveckling av Processdriven Produktutveckling

Detta delprojekt syftar till att utvärdera arbetssättet med att använda concept sheets, vid överföring av produktionsprocessens krav till konstruktionsansvariga. Projektet har omfattat.

- Uppbyggnad av en tvärfunktionellt projektorganisation.
- Förslag på en standardiserad och dokumenterad process.
- Förslag på förbättringar.

Projektet har resulterat i:

- 12 personer har fått erfarenhet av att använda ”concept sheets”.
- 25 unika krav har tagits fram och godkänts av både produkt och process ansvariga inom en tvärfunktionella arbetsgrupp.

D.IV-5 Interiör designutveckling fokuserad på minimering av gnissel/skrammel och minimering av monteringstid

Detta projekt har utvecklat en mer objektiv kravsättning för gnissel och skrammel. Med förbättrade objektiva krav kan beräkningar göras tidigt i projekten och konstruktionen kan möta krav redan i den virtuella miljön. För att definiera bättre krav har projektet uttnyttjat de objektiva data som finns i JDP undersökningar och definierat ett antal bilar som är bra och mindre bra ur gnissel och skrammel från instrument panel.

Dessa bilar är bl a BMW, Audi, Lexus, samt Saab produkter. På dessa bilar har det utförts omfattande konkurrentanalys, för att förstå hur dessa instrumentpaneler är sammansatta, hur de är uppbyggda strukturellt samt utfört strukturdynamiska mätningar för att bestämma dess objektiva prestanda.

Projektet har resulterat i ett antal objektiva krav på ett interiört delsystem (instrumentpanel) som kan valideras via virtuella metoder (finita element analys) samt experimentell strukturdynamik. Dessutom har via virtuella metoder konstruktionsförändringar identifieras för att minimera antalet ”fixåtgärder” för gnissel och skrammel i produktion.

D.IV-6 Implementera MTM-UAS för tidanalyser

Målet med projektet är att genom implementeringen av MTM-UAS för tidsanalyser använda samma kriterier för att ange tidsåtgång för bilar producerade i Trollhättan som för bilar producerade i GMs övriga fabriker i Europa, detta för att öka konkurrenskraften för fabriken i Trollhättan. Sättet att mäta tidsåtgång inom bilindustrin är BEC (Base Engineering Content). BEC är den tid det tar att utföra värdeskapande aktiviteter för den av företaget anställda operatören i fabriken.

Totalt har 15 personer utbildats på olika nivåer i berörda system, vilket resulterat i en mycket hög kompetensnivå inom området. Inom ramen för delprojektet har också en utredning gjorts angående möjligheten att använda IGRIP:s MTM-modul för att kunna generera MTM tid vid virtuell utredning av ergonomi och åtkomst.

D.IV-7 Implementera Produktionsdokumentationssystem

Produktionsdokumentation är den information som är nödvändig för en fabrik för att producera, i vårt fall, bilar. Produktionsdokumentationssystem är system som hanterar denna information och där man kan samla och generera all nödvändig data. Andra IT-system som används på Saab är t ex system för produktdata, ändringstjänst, produktionsplanering, fordringsklassificering och från dessa finns möjlighet att skapa automatiska kopplingar till Produktionsdokumentationssystem.

Projektet har resulterat i att Saab Automobile AB i Trollhättan har implementerat ett nytt produktionsdokumentationssystem, PIM/APS, som höjer Saab Trollhättans konkurrenskraft med avseende på utveckling och produktion av globala och nya projekt/plattformar inom GM.

- Via förutsättningar utverkat i detta projekt har vi åstadkommit följande: Standardiserad utvecklingsprocess av produktionsdata

- Högre kvalitetsnivå på produktionsdata
- Effektivare hantering av produktionsdata
- Lagt grund för utveckling av produktionsdata i Trollhättan inom globala projekt

D.IV-8 Implementera processplaneringsverktyg

Vid beredningsarbete används normalt ett stort antal olika digitala verktyg och dokumentationen sker i en mängd olika system. Genom att föra samman allt detta i ett enda digitalt verktyg uppnås fördelar såsom kortad ledtid, minskad resursåtgång samt mindre risk för fel. Dessutom ökar möjligheten att hantera komplexiteten med en ökande mängd produktvarianter som ska införas med en ökande frekvens.

Projektet innebär i ett första steg att föra in systemet på Saab och utbilda beredare. Nästa steg blir att bättre utnyttja och även utveckla systemets potential (främst inom åtkomstsimulering).

Projektets första del, att implementera systemet på Saab och utbilda beredare, slutfördes år 2006. Systemet är nu i drift och 18 personer inom Saabs produktionsberedning har fått en grundläggande kompetens i att använda systemet.

Projektets andra del, att vidareutveckla systemet, har flyttats till ett separat MERA projekt, ”Virtuell Geometrisäkring, Banoptimering & Stationslogik”.

Projekteffekter

Projektets bredd har medfört att alla delar av produktions- och beredningsavdelningarna på Saab har berörts. Detta har gett resultat i form av ökad produktivitet, främst genom en snabbt förbättrad HPV (timmar per bil) som har väckt stor uppmärksamhet inom GM. Dessutom har Saabs ökade kompetens i högre utsträckning börjat efterfrågas från GM:s globala organisation.

Deltagande parter och kontaktperson

Deltagande parter:
Saab Automobile AB
Kontaktperson:
Lennart Malmsköld
Saab Automobile AB
lennart.malmskold@se.saab.com
Telefon 0520-84105

Lean Produktion

Trampbilsfabriken – Lean ledarskap i praktiken

Syfte

Syftet med projektet är att ta Lean Produktion till en ny högre nivå och åstadkomma verklig förståelse och skapa grunder till varaktig förändring hos de svenska underleverantörerna till fordonsindustrin. Projektet skall stärka svenska leverantörsföretags konkurrenskraft genom kunskap och träning inom Lean Produktion. Målsättningen är att i första hand skapa ett koncept för att utbilda och träna topp- och mellanchefer i företagen. Konceptet bygger på att varje ledare tränar sina närmaste medarbetare och ”coachar” dessa i deras egen utveckling.

Resultat

Projektet har resulterat i en utbildning, Lean Management, som bedrivs i en speciell utbildningsmiljö, Trampbilsfabriken. Denna utbildning ger på ett handfast sätt förutsättningar för ett lyckat införande av Lean Produktion i den egna verksamheten. Den väsentliga skillnaden mot andra utbildningar är den stora andelen praktik både vid utbildningstillfällen och vid det arbete som utförs i det egna företaget mellan dessa tillfällen. Utbildningen i Trampbilsfabriken ger topp- och mellanchefer träning i hur de skall agera som ledare, för att åstadkomma en bestående och kontinuerlig resultatförbättring i sina företag. Utbildningsmetoden har prövats i en pilotutbildning, och visat sig mycket framgångsrik.

– ”*Jag har lärt mig två saker. Hur viktigt det är med ordning och reda i produktionen. Och att minska slöserierna med tid*”. (Fredrik Revellé, Ferroprodukter)

Genomförande

Utbildningens struktur

I första delen av projektet undersöktes befintliga utbildningar, och där framkom att de utbildningar som gav bäst resultat hade en praktisk del i utbildningen. Projektdeltagarnas erfarenhet var också att mycket praktisk träning krävs för ett lyckat införande av Lean. Floran på befintliga utbildningar visade sig också vara ett smörgåsbord av metoder och verktyg utan struktur och sammanhang.

För att åstadkomma ett långsiktigt förbättringsarbete utformades ett praktiskt träningsprogram där blockstrukturen följer en generisk process för förbättringsarbete som använts i Japan under mer än femtio år. Träningsprogrammet innehöll från början sex kurstillfällen med två till fem dagar vid varje tillfälle. Då det visade sig vara omöjligt att engagera personer i ledande befattning i den omfattningen, fick vi revidera antalet dagar till två dagar per tillfälle.

Blockindelning för Lean Management-utbildning

Den praktiskt inriktade träningen ger kunskaper i lean-metoder och ständig förbättring, samt hur man förvaltar och driver en lean verksamhet ur ett ledarperspektiv.

I blocken får deltagarna möta problem, stöttas i att lösa problemen, för att sedan arbeta med frågeställningen hemma. Hemarbetet redovisas vid nästa block och följs upp med ett studiebesök där deltagarna får ta del av andra företags erfarenhet och lösningar.

Tanken med upplägget är att man snabbt skall kunna applicera kunskaperna på egen verksamhet. Den praktiska träningen av topp- och mellanchefer sker med hjälp av bland annat japanska tränare, (Industrial Engineers och seniora chefer) samt erfarna konsulter, i syfte att ge en unik ledarträning som ligger långt över vad som tidigare erbjudits i svenskt näringsliv. Utöver dessa deltar också chefer från fordonsföretagen som föreläsare.

Trampbilsfabriken

Trampbilsfabriken är en neutral produktionsmiljö som utvecklats för att träna ledningspersoner i lean ledarskap. Målet har varit att utveckla en flexibel produktionsmiljö, där deltagarna utvecklar fabriken från utgångsläget, ”svensk industristandard”, till en fabrik i världsklass.

Deltagarna utmanas att hitta förbättringar utan stora investeringar, till exempel byggs monteringsfixturer av kartonger och frigolit, som enkelt kan byggas om och förbättras av deltagarna själva. Devisen har varit; ”Använd huvudet, inte pengarna”.

Trampbilsfabriken ger deltagarna möjlighet att möta problem, lära av misstag och pröva olika förbättringar i en neutral miljö. Deltagarna stöttas i genomförandet med hjälp av tränare.

Hemläxa och coachning

I utbildningen ingår också hemläxor som genomförs i ett utvalt pilotområde i hemmafabriken. Detta medför att kursdeltagarna måste träna chefer och personal i pilotområdet, enligt ”train-the-trainer”-principen. Hemläxorna är kopplade till varje block, och deltagarna stöttas i genomförandet med hjälp av ”coaching”-dagar. Det utvalda pilotområdet utvecklas och förbättras på detta vis i takt med utbildningens gång. Redovisning av hemläxor är en viktig punkt för lärande och erfarenhetsutbyte mellan företagen. Engagemanget hos deltagarna ökar tydligt under träningsprogrammets gång, eftersom redovisningen tar mer och mer tid i anspråk.

Studiebesök

Studiebesök är en viktig och integrerad del i strukturen. Det handlar då inte om industriturism, utan fokuserade besök som anknyter till föregående block och hemläxan. Deltagarna kan efter att ha arbetat med problemställningen i Trampbilsfabriken och på hemmaplan, ställa relevanta frågor och få ta del av värdföretagets erfarenhet kring den aktuella problemställningen. Direkt efter varje studiebesök ges deltagarna också tillfälle att göra reflektioner, och får på så sätt ett gediget utbyte av besöken.

Fortsättning

Innovatum driver denna utbildning vidare med finansiering från NUTEK fram till och med 2010.

Projekteffekter

Projektet har resulterat i en hel rad effekter, men några kan framhållas särskilt:

- En internationellt och nationellt erkänd arena för Lean-träning
- Ett helt nytt och mycket framgångsrikt koncept för utbildning inom Lean
- Möjlighet för svenska underleverantörer att själva snabbt komma igång med införandet av Lean, och därigenom snabbt förbättra sin konkurrenskraft
- Möjlighet för företagsledare att genomföra förändringar i praktiken på en neutral yta, utan att behöva störa eller kortsluta den egna verksamheten

- Möjlighet för ledare att träna underställd personal på en neutral plats
- Företagen som deltog i pilotutbildningen har fått betydande resultatförbättringar och kunskaper och erfarenhet för att driva arbetet vidare

Deltagande parter och kontaktpersoner

Innovatum AB
Lennart Walldén
projektledare
0520-289327
lennart.wallden@innovatum.se

Fordons Komponent Gruppen
Svenåke Berglie

Chalmers Tekniska Högskola
Bo Bergman

Linköpings Universitet
Jan Olhager

Hur bryter man massproduktionskulturen i ett företag och inför Lean produktion

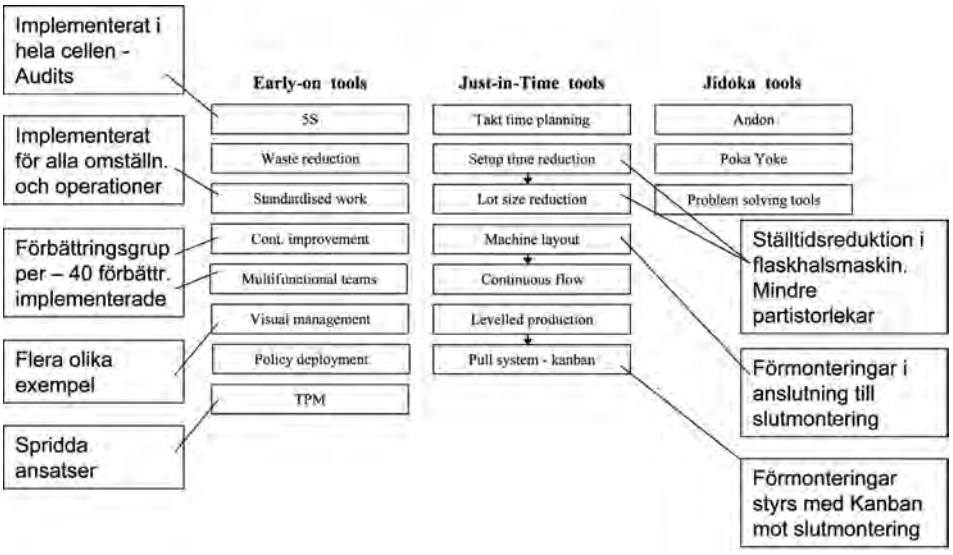
Syfte

Det övergripande målet med projektet är att i samverkan mellan företagen, forskningsorganisationerna och fackförbunden bidra till en modell som kan ge svenska företag vägledning i hur man med utgångspunkt från en massproduktion kan skapa en trygg och effektiv Lean produktion. En ”Se modell” som skall vara benchmark för svensk tillverkningsindustri och utbildning skall tas fram.

Resultat

Praktiskt förändringsarbete

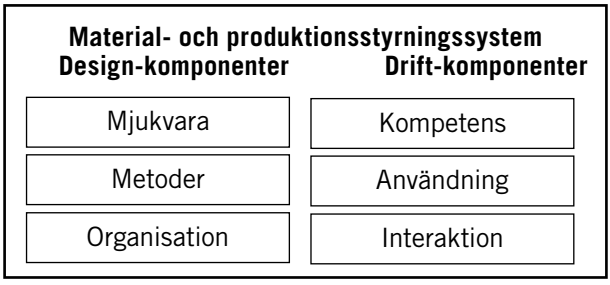
Praktiskt förändringsarbete genomfördes både på Cabeco och IAC. Som exempel på genomförda förändringar redovisas i figur 1 de förändringar som genomförts på IAC (Scaniacellen).



Figur 1. Implementering av Leanverktyg på IAC.

Studier av planeringssystem

I denna del av projektet studerades de förändringar i företagens planeringssystem under en implementering av Leanfilosofier och Leanverktyg. Syftet var att identifiera nödvändiga ändringar i företagens planeringssystem vid en utveckling mot en mer Lean produktion. Syftet var vidare att identifiera eventuella hinder inom planeringssystemet mot en sådan utveckling. Planeringssystemet inkluderar ett antal komponenter som kan påverkas, se figur 2.



Figur 2. Planeringssystemets komponenter

I projektets inledningsskede gjordes en omfattande litteraturstudie rörande Leanprinciper, Leanverktyg och implementering av Lean. Baserat på denna togs en modell över viktiga Leanverktyg, Leanprinciper och deras principiella implementeringsordning fram, vilket framgår av figur 1. Denna modell har sedan används vid analysen av de två fallföretagens förändringsprojekt. Under de praktiska förändringsprojektens genomförande studerades löpande hur företagens planeringssystem påverkades av de förändringar i planeringsmiljön som gjordes.

Implementeringen av 5S och standardiserat arbetssätt hade ingen märkbar påverkan på planeringssystemet i något av företagen. Däremot påverkades planeringssystemet på flera sätt av implementeringen av visuell styrning i båda företagen. Den största påverkan var på *organisationen* av planeringen i termer av decentralisering av planering och styrning till teamen. Införandet av förbättringsgrupper hade i sig ingen påverkan på planeringssystemet, däremot påverkades det av flera av de genomförda förbättringarna.

På IAC fick introduktion av ett dragande system (pull) i förmonteringsstationerna, förutom att *metoder* ändrades, flera andra konsekvenser för planeringssystemet. *Användningen* av planeringssystemet ändrades, dels gjordes produktstrukturerna grundare genom att förmonteringarna togs bort från produktstrukturen dels introducerades backflushing. Införandet av dragande system påverkade också *organisationen* av planeringen eftersom planeringsaktiviteter flyttades från den centrala planeraren till operatörerna.

Studier av förändringsprocess

I projektets inledningsskede genomfördes en litteraturstudie rörande Leanprinciper och förändringsstrategier samt konsekvenser av införande av produktionskoncept enligt Lean. Samtidigt genomfördes en nulägesanalys av psykosociala förhållanden, attityder till förändring och förväntningar på hur införande av Leanproduktion skulle komma att påverka arbetsförhållanden på respektive företag. Under projektets gång följdes förändringsprocessen i upprepade intervjuer med nyckelpersoner. Uppföljningen rörde dels upplevelser av effektivitetsvinster, dels i vilken mån förändringsarbetet hade påverkats av arbetsvillkor.

Drivkrafterna för förändring av en arbetsplats kan vara såväl externa som interna och belyser *varför* en förändring behöver genomföras. För effektiv förändring krävs, dels förmåga att kortsiktigt förbättra resultatet, dels möjlighet att utnyttja resultat till investering för långsiktig konkurrenskraft. Kortsiktiga förbättringar kan till exempel sökas i ledtids- och kvalitetsför-bättringar medan långsiktiga förbättringar också kräver att medarbetares arbetsvillkor och kompetens utvecklas. Förutsättningar för framgångsrik förändring är därmed beroende både av *vad* som förändras och *hur* förändring genomförs.

I båda företagen hade kunders Leanarbete utgjort en inspirationskälla men förändringsarbetet hade främst interna drivkrafter. Det var alltså tydligt i delar av företagen *varför* en förändring mot Lean produktion skulle genomföras.

Frågan om *vad* som skulle förändras handlade inledningsvis om vilka Leanverktyg som skulle implementeras i respektive företag (se Figur 1). Efter projektets första år uttalades behov av fördjupad kunskap om produktionsfilosofin inom Lean. På Cabeco genomförde ledningsgruppen en Workshop om förändringsledning och Lean produktionsfilosofi. I en Leandiagnos 2007 blev behov av fokusering på produktionsfilosofi tydlig också på IAC och ledningsgruppen gick en Chalmersutbildning i Lean produktion.

Frågan om *hur* förändring skulle drivas kom att ställas vid flera tillfällen under förändrings-processens gång. På IAC ägnades tid åt att förankra förändringsarbetet hos högsta ledningen för att säkra engagemang och kontinuitet. I Scaniacellen implementerades ett antal Leanverktyg på förändringsledningens initiativ. Arbetet inleddes som ett traditionellt projekt.

För att ge förutsättningar för ett mer aktivt deltagande bland berörda i direkt produktion genomfördes utbildningsinsatser och workshops samtidigt som arbete i förbättringsgrupper startades. Engagemanget i förbättringsgrupperna var högt.

Under första årets arbetet i riktning mot mer Lean produktion skedde stora förändringar på IAC. Företaget fick ny ägare, en ny platschef tillsattes och genomförde en omorganisation som bland annat följdes av permitteringar. Förutsättningarna för att driva förändringsarbete i det läget var starkt begränsade.

Samtidigt som de ursprungliga förutsättningarna för Leanarbetet hade ändrats upprätthölls ett visst mått av processkontroll genom uthållighet och samsyn bland ett antal nyckelpersoner. Andra halvåret 2007 innebar en stabilisering av den nya organisationen på IAC, aktiviteterna och engagemanget i Leanarbetet ökade och beskrevs i positiva termer som att en process hade inletts samtidigt förmedlades insikter om att mycket arbete återstod.

Också på Cabeco inleddes arbetet i riktning mot Lean produktion med implementering av ett antal Leanverktyg. Under första hälften av förändringsarbetets andra år syntes påtagliga resultat av Leanarbetet. Det framstod främst som en effekt av att förändringsgrupper hade startats upp. Ungefär samtidigt började en nyrekryterad funktionschef som hade erfarenheter av Lean produktion. Det innebar en resursförstärkning i Leanarbetet.

I september 2007 togs beslut om att flytta Cabecos produktion utomlands. Vid samma tid genomfördes intervjuer med anställda på Cabeco. Trots omständigheterna gav flera personer uttryck för att Leanarbetet hade haft positiva effekter för arbetsvillkoren i företaget. Det i ett företag med mycket god psykosocial arbetsmiljö i förändringsarbetets start.

Genomförande

Följande undersökningar och praktiskt förändringsarbete genomfördes under projekttiden:

1. Genom praktiskt förändringsarbete infördes flera grundläggande Leanprinciper och Leanverktyg i företagens värdeflöden.
2. En studie av planeringssystemens begränsningar och möjligheter vid praktisk förändring från ett tänkande utgående från masstillverkning, till ett koncept som bygger på grundläggande principer från Lean produktion.
3. Studier av förändringsprojektens genomförande, bl a med avseende på och hur den enskilde individens engagemang, förändringskraft och arbetssituation påverkas av förändringsprocessen och vice versa.

Figur 3 visar schematiskt projektets tre delar.

Figur 3. Projektets delar.

Projekteffekter

Förändringsarbetet

Effekten blev en ”Se modell” på IAC som används som benchmark internt samt är tillgänglig för svensk tillverkningsindustri och utbildning.

Planeringssystem

Baserat på erfarenheterna av de två fallstudieföretagen kan konstateras att i ett tidigt skede av en Leanimplementering, dvs vid införande av tidiga Leanverktyg (early-on tools), är det framförallt *organisationen* av planeringen och *användning* av planeringssystemet som ändras. *Metoder* för planering och styrning modifieras främst efter det att implementeringen har pågått en tid, dvs när senare verktyg (Just-in-Time tools) introduceras.

I de två fallföretagen observerades att införande av vissa Leanverktyg, t ex dragande system, resulterade i förändringar både i planeringssystemets *design- och driftkomponenter*. Å andra sidan föranledde några av de tidigt införda verktygen, såsom 5S och standardiserat arbetssätt, inte några ändringar i planeringssystemet. Andra tidigt införda verktyg, t ex visuell styrning, föranledde endast okomplicerade förändringar av planeringssystemets *driftkomponenter*.

Inte några av de implementerade Leanverktygen i de två fallstudieföretagen resulterade i förändringar i planeringssystemets *mjukvara*, men eftersom implementeringen i de två företagen fortfarande är i ett tidigt stadium kommer ytterliggare förändringar av planeringssystemet att ske, kanske också i *mjukvaran*.

Det verkar vara så att de tidigt införda verktygen (early-on tools) har mindre påverkan på planeringssystemet än senare införda verktyg (Just-in-Time tools). Det är därför rimligt att antaga att ett företags befintliga planeringssystem inte är ett hinder för att starta en implementering av Lean. Mycket kan göras för att minimera slöseri och att

förbättra värdeflödet, t ex introducering av 5S, standardiserat arbete och förbättringsgrupper innan det finns behov av att göra några stora förändringar i någon av planeringssystemets komponenter.

Förändringsprocess

Erfarenheter från förändringsarbetet på Cabeco och IAC visar betydelsen av att samtliga direkt berörda engageras i processer för att utveckla och genomföra förändring. Följande lärdomar kan dras från förändringsarbetet i riktning mot Lean produktion om betydelsen av att:

- skapa forum för upprepad dialog om målbilder
- skapa bred medverkan, handla och uppmuntra experiment
- skapa balans mellan handling och förståelse
- engagera ledningen – de måste kontinuerligt delta och ge uttryck för intresse. Det gäller högsta ledningen men också chefer på mellannivå
- vara uppmärksam på förändrade förutsättningar.

Deltagande parter och kontaktpersoner

IAC
Bo Ericson
0528-68 31 16
Bo.Ericson@iacgroup.com

Chalmers
Peter Olsson
031-772 50 24
olsson@chalmers.se

Cabeco AB
Jana Kodesch
0521-27 21 52
jana@cabeco.se

Chalmers
Kathe Nonås
031-772 36 16
kathe.nonas@chalmers.se

MERA-konferens 2008

Projektdeltagare

IFMETALL
SKF
OVAKO
teamster
ArvinMeritor
APT
AUTOMATION PRESSES TOOLING
ITT
Thor Ahlgren
PTC
Shaping Innovation
VOLVO AERO
Ljunghäll ab
HÖGSKOLAN SKÖVDE
Haldex
ACCRA
LUNDS UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola
DMMS
IAC
International Automotive Components
SAAB
GESTAMP HARDTECH
Svensk Verktygsteknik
NUTEK
Verket för näringslivsutveckling
semcon
MCR CENTRE
VÄSTRA GÖTALANDSREGIONEN
HÖGSKOLAN HALMSTAD
swerea IVF
swerea KIMAB
VOLVO
swerea SWECAST
Bodycote
METAL TECHNOLOGY
UPPSALA UNIVERSITET
Fraunhofer ITWM
CHALMERS Research Centre Industrial Mathematics
SSAB
SWEDISH STEEL
SAMHALL
MER ÄN ETT ARBETE
Hermanders AB
FINNVEDEN
toolcenter
OUTOKUMPU
SWEDISH STANDARDS INSTITUTE
LKN
Castolin Eutectic
Eutectic Castolin
COOR SERVICE MANAGEMENT
EFD INDUCTION

BINAR
www.binar.se
wikman toolcenter
AUTOTUBE
Castrol
SANDVIK
Coromant
SANDVIK
Linde Gas
AGA
KTH
VETENSKAP OCH KONST
HÖGSKOLAN VÄST
SIEMENS
ESAB
IVL
Svenska Miljöinstitutet
FORDONS KOMPONENT GRUPPEN
SinterCast
Supermetal CGI
TEKNISKA HÖGSKOLAN
HÖGSKOLAN I JÖNKÖPING
NOVACAST
TECHNOLOGIES
SCANIA
CHALMERS
DASSAULT SYSTEMES
INNOVATUM
TEKNIKPARK
VINNOVA
Atlas Copco
Linköpings universitet
eurostep
LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET
Industriellt Utvecklings Centrum
COMPONENTA
DELPHI
Driving Tomorrow's Technology
NMW
metal works
Henkel
PERMANOVA
Lasersystem ab
SENSOR CONTROL
EPSILON
HERBER
UGS
Transforming the process of innovation
BENDIRO
PROFILE TECH
BORS
Automation & Tool AB
HUSKVARNA
PROTOTYPER AB

VINNOVAs publikationer

Oktober 2008
För mer info eller för tidigare utgivna publikationer se www.VINNOVA.se

VINNOVA Analys

VA 2008:

01 VINNOVAs Focus on Impact - A Joint Approach for Impact Logic Assessment, Monitoring, Evaluation and Impact Analysis

02 Svenskt deltagande i EU:s sjätte ramprogram för forskning och teknisk utveckling. *Finns endast som PDF*

03 Nanotechnology in Sweden - an Innovation System Approach to an Emerging Area. *För svensk version se VA 2007:01*

04 The GSM Story - Effects of Research on Swedish Mobile Telephone Developments. *För kortversion på svenska respektive engelska se VA 2008:07 och VA 2008:06*

05 Effektanalys av ”offentlig såddfinansiering” 1994 - 2004

06 Summary - The GSM Story - Effects of Research on Swedish Mobile Telephone Developments. *Kortversion av VA 2008:04, för kortversion på svenska se VA 2008:07*

07 Sammanfattning - Historien om GSM - Effekter av forskning i svensk mobiltelefoniutveckling. *Kortversion av VA 2008:04, för engelsk kortversion se VA 2008:06*

08 Statlig och offentlig FoU-finansiering i Norden

09 Why is Danish life science thriving? A case study of the life science industry in Denmark

VA 2007:

01 Nanoteknikens innovationssystem. *För engelsk version se VA 2008:03*

02 Användningsdriven utveckling av IT i arbetslivet - Effektvärdering av tjugo års forskning och utveckling kring arbetslivets användning av IT. *För svensk respektive engelsk kortversion se VA 2007:03 och VA 2007:13*

03 Sammanfattning - Användningsdriven utveckling av IT i arbetslivet - Effektvärdering av tjugo års forskning och utveckling kring arbetslivets användning av IT. *Kortversion av VA 2007:02, för engelsk kortversion se VA 2007:13*

04 National and regional cluster profiles - Companies in biotechnology, pharmaceuticals and medical technology in Sweden 2004. *Finns endast som PDF. För svensk version se VA 2005:02*

05 Nationella och regionala klusterprofiler - Företag inom fordonsindustrin i Sverige 2007

06 Behovsmotiverade forskningsprogram i sektoriella innovationssystem. *För engelsk version se VA 2006:15*

07 Effekter av den svenske trafikksikkerhetsforskningen 1971-2004. *För kortversion på svenska respektive engelska se VA 2007:08 och VA 2007:09*

08 Sammanfattning - Effekter av den svenska trafiksäkerhetsforskningen 1971-2004. *Svensk kortversion av VA 2007:07, för engelsk kortversion se VA 2007:09*

09 Summary - Effects of Swedish traffic safety research 1971-2004. *Kortversion av VA 2007:10, för kortversion på svenska se VA 2007:07.*

10 Effects of Swedish traffic safety research 1971-2004. *För kortversion på svenska respektive engelska se VA 2007:08 och VA 2007:09*

11 Svenskt deltagande i sjätte ramprogrammet. *Finns endast som PDF*

12 The role of Industrial Research Institutes in the National Innovation System

13 Summary - User-driven development of IT in working life - Evaluating the effect of research and development on the use of information technology in working life. *Kortversion av VA 2007:02, för svensk kortversion se VA 2007:03*

14 VINNOVAs fokus på effekter - En samlad ansats för effektlogikprövning, uppföljning, utvärdering och effektanalys

15 Needs-driven R&D programmes in sectorial innovation systems. *För svensk version se VA 2007:06*

16 Biotechnology, pharmaceuticals and medical technology in Sweden 2007 - Cluster profiles

VINNOVA Forum

VFI 2007:

01 Universitetet i kunskapsekonomin *(Innovationspolitik i Fokus)*

02 Tillväxtgenvägen - affärsinnovation i svenska tjänsteföretag *(Innovationspolitik i Fokus)*

VINNOVA Information

VI 2008:

01 Upptäck det innovativa Sverige.

02 Forskningsprogrammet Framtidens personresor - Projektbeskrivningar

03 Passenger Transport in the Future - Project Descriptions

04 Vehicle ICT - Project Descriptions

05 Forska&Växa - Program som främjar forskning, utveckling och innovation hos små och medelstora företag

06 Årsredovisning 2007

07 Innovationer och ledande forskning - VINNOVA 2007. *För engelsk version se VI 2008:08*

08 Innovations and leading research - VINNOVA 2007. *För svensk version se VI 2008:07*

09 Forskning och innovation för hållbar tillväxt

10 Swedish Competence Research Centres - within the Transport Sector and funded by VINNOVA

11 E-tjänster i offentlig verksamhet. *För engelsk version se VI 2007:18*

12 VINN Excellence Center - Investing in competitive research milieus

13 Relationships between R&D Investments, Innovation and Economic Growth - A Conference Summary

14 Arbetslivsutveckling för global konkurrenskraft

15 Innovationspolitik och tillväxt - En seminarierapport från Svenskt Näringsliv, IF Metall och VINNOVA

16 Den kompetenta arbetsplatsen - Forskning om kompetems i arbetsplatsens relationer. Programkatal

17 Nya möjligheter för små och medelstora företag - Rapport från VINNOVAs seminarium för småföretag 3 september 2008

18 ”No wrong door” alla ingångar leder dig rätt! - Erbjudande från nationella aktörer till små och medelstora företag

19 Forskning om kvinnors företagande - Presentation av projekten

20 MERA-programmet 2008 - Projektkatalog

21 The MERA-program 2008 - Projects

VI 2007:

02 MERA-programmet - Projektkatalog. *För engelsk version se VI 2007:03*

03 The MERA-program - Projects. *För svensk version se VI 2007:02*

04 DYNAMO 2 - Startkonferens & Projektbeskrivningar

05 IT för sjukvård i hemmet - Projektkatalog

06 VINNVÄXT - Ett program som sätter fart på Sverige! *För engelsk version se VI 2007:09*

07 Årsredovisning 2006. *Finns endast som PDF*

08 Het forskning och innovationskraft - VINNOVA 2006. *För engelsk version se VI 2007:10*

09 VINNVÄXT - A programme to get Sweden moving! *För svensk version se VI 2007:06*

10 Red-hot research and innovation power - VINNOVA 2006. *För svensk version se VI 2007:08*

12 Projektkatalog - Genusperspektiv på innovationssystem och jämställdhet. Forsknings- & utvecklingsprojekt för hållbar tillväxt

16 SWEDISH RESEARCH FOR GROWTH - A VINNOVA Magazine

17 VINNOVAs satsningar för små och medelstora företag

18 EU-projekt: Mer värt än pengar

19 EU-forskning ger nya möjligheter - EU-projekt Arbete & Resultat

VINNOVA Policy

VP 2008:

01 Forskning och innovation för hållbar tillväxt - VINNOVAs förslag till forsknings- & innovationsstrategi 2009-2012

02 Offentlig upphandling som drivkraft för innovation och förnyelse. *Finns endast som PDF. För engelsk version se VP 2007:03*

VP 2007:

01 Innovativa små och medelstora företag - Sveriges framtid. SMF-strategi från VINNOVA

02 Forskningsstrategi för miljöteknik - Redovisning av regeringsuppdrag till Formas och VINNOVA. *Finns endast som PDF*

03 Public procurement as a driver for innovation and change. *För svensk version se VP 2008:02*

VINNOVA Rapport

VR 2008:

01 Mot bättre vetande - nya vägar till kunskap på arbetsplatsen

02 Managing Open Innovation - Present Findings and Future Directions

03 Framtiden är öppen! Om problem och möjligheter med öppen källkod och öppet innehåll

04 First Evaluation of the Institute Excellence Centres Programme

05 Utvärdering av det Nationella Flygtekniska forskningsprogrammet - NFFP. Evaluation of the Swedish National Aeronautics Research Programme - NFFP

06 Utvärdering av Vehicle - Information and Communication Technology programmet - V-ICT

07 Kartläggning av ett halvt sekels jämställdhetsinsatser i Sverige

08 Politiken, offentlig verksamhet - en av tre parter i samverkan

09 Forsknings- och innovationspolitik i USA - Näringslivets fem roller

10 ”Born to be wild” - 55+... eller hur förvandla en global demografisk förändring till ett svenskt styrke- och tillväxtområde?

11 DYNAMO 2 i halvtid - Rapport från VINNOVAs konferens på Ulfsunda slott 10 - 11 april 2008

12 VINNVÄXT II - Generalist and Specialist Evaluation of process and knowledge development 2004 - 2007

13 Svensk makrologistik - Sammansättning och kostnadsutveckling 1997 - 2005

14 Leading Companies in a Global Age - Managing the Swedish Way

15 Chefsskapets former och resultat - två kunskapsöversikter

16 NRA Security - Swedish industry proposal for a National Research Agenda for security

17 University strategies for knowledge transfer and commercialisation - An overview based on peer reviews at 24 Swedish universities 2006

VR 2007:

01 Design of Functional Units for Products by a Total Cost Accounting Approach

02 Structural Funds as instrument to promote Innovation - Theories and practices. *Finns endast som PDF*

03 Avancerade kollektivtrafiksystem utomlands - mellanformer mellan buss och spårväg. Tillämpningsförutsättningar i Sverige. *Finns endast som PDF*

04 VINNVÄXTs avtryck i svenska regioner - Slutrapport. *För engelsk version se VR 2007:06*

05 Utvärdering VINNVINN Initiativet

06 Effects of VINNVÄXT in Swedish regions - Final report. *För svensk version se VR 2007:04*

07 Industry report on exhaust particle measurement - a work within the EMIR1 project. *Finns endast som PDF*

08 Swedish innovation journalism fellowships - en utvärdering. *Finns endast som PDF*

09 Rörlighet för ett dynamiskt arbetsliv - Lärdomar från Dynamoprogrammet

10 Miljöbilar och biodrivmedel - Hur påverkas Sverige av EUs direktiv?

11 Evaluation report by the VINNVÄXT International Review Team

12 DYNAMO Arbetsgivarringar för ökad rörlighet - En slututvärdering av projekt om arbetsgivarringar inom DYNAMO-programmet

13 Är svenskt management konkurrenskraftigt? - Trettio ledare om svenskt management, dess konkurrenskraft och framtida utveckling - resultat från en intervjuundersökning

14 First Evaluation of the VINNOVA VINN Excellence Centres NGIL, HELIX, SAMOT and ECO^2 together with the STEM Competence centre CICERO

15 Vart tog dom vägen? - Uppföljning av forskare och forskning vid nedläggningen av Arbetslivsinstitutet

16 Bättre cyklar - en analys av äldre cyklisters behov och önskemål. *För engelsk version se VR 2007:17*

17 Better cycles- an analysis of the needs and requirements of older cyclists. *För svensk version se VR 2007:16*

Produktion & layout: Weststudios AB, www.weststudios.se
Tryck: Arkitektkopia AB, www.arkitektkopia.se
Oktober 2008

VINNOVA är en statlig myndighet
med uppgift att främja hållbar tillväxt
genom finansiering av behovsmotiverad forskning
och utveckling av effektiva innovationssystem.

VERKET FÖR INNOVATIONSSYSTEM – SWEDISH GOVERNMENTAL AGENCY FOR INNOVATION SYSTEMS

VINNOVA, SE-101 58 Stockholm Besök/Office: Mäster Samuelsgatan 56
Tel: +46 (0)8 473 3000 Fax: +46 (0)8 473 3005
VINNOVA@VINNOVA.se www.VINNOVA.se