



VINNOVA INFORMATION
VI 2012:10

HÅLLBARA PRODUKTIONSSTRATEGIER SAMT TILLVERKNING I STÄNDIG FÖRÄNDRING

PROJEKTKATALOG 2012



Titel: Hållbara produktionsstrategier samt Tillverkning i ständig förändring - Projektkatalog 2012
Serie: VINNOVA Information VI 2012:10
ISSN: 1650-3120
Utgiven: Juni 2012
Utgivare: VINNOVA - Verket för Innovationssystem/Swedish Governmental Agency for Innovation Systems
Diariernr: 2009-03261

Omslagsbild: Anders Gunér, Anders Gunér Design

VINNOVA utvecklar Sveriges innovationskraft för hållbar tillväxt

VINNOVA är Sveriges innovationsmyndighet och ska öka konkurrenskraften hos forskare och företag i Sverige.

Vår uppgift är att främja hållbar tillväxt i Sverige genom finansiering av behovsmotiverad forskning och utveckling av effektiva innovationssystem. För att göra detta har vi cirka 2 miljarder kronor att investera i nya och pågående projekt varje år.

En viktig del av VINNOVAs verksamhet är att öka samarbetet mellan företag, högskolor och universitet, forskningsinstitut och andra organisationer i innovationssystemet. Vi gör det på flera sätt, bland annat genom långsiktiga investeringar i starka forsknings- och innovationsmiljöer, genom att investera i projekt som ska öka kommersialiseringen av forskningsresultat eller genom att skapa katalyserande mötesplatser.

VINNOVA är ett statligt verk under Näringsdepartementet och nationell kontaktmyndighet för EU:s ramprogram för forskning och utveckling. Sammanlagt arbetar drygt 200 personer på VINNOVAs kontor i Stockholm och Bryssel. Generaldirektör är Charlotte Brogren. VINNOVA bildades 1 januari 2001.

I publikationsserien **VINNOVA Information** publiceras informations- och presentationsmaterial som beskriver VINNOVAs verksamhet. Det kan röra sig om programskrivningar, projektkataloger, seminariedokumentation, verksamhetsberättelser etc. I denna serie kan även strategiskt viktiga remissvar, regeringsuppdrag, verksamhetsplanering eller andra dokument som återger VINNOVAs synpunkter och policymässiga ställningstaganden förekomma.

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 Information där det kan förekomma alster som återger VINNOVAs synpunkter och ställningstaganden.

VINNOVAs publikationer finns att beställa, läsa och ladda ner via www.VINNOVA.se. Tryckta utgåvor av VINNOVA Analys, Forum och Rapport säljs via Fritzes, www.fritzes.se, tel 08-598 191 90, fax 08-598 191 91 eller order.fritzes@nj.se

VINNOVA's publications are published at www.VINNOVA.se

Hållbara produktionsstrategier samt Tillverkning i ständig förändring

- PROJEKTKATALOG 2012

Förord

Produktionsteknik är utpekad som ett strategiskt forskningsområde i den senaste forsknings- och innovationspropositionen, där VINNOVA tilldelades medel för satsningar på tillverkningstekniker, material och utvecklingsmetoder (Prop 2008/09:50).

Sverige har en lång tradition av en högteknologisk tillverkning av avancerade, kunskapsbaserade produkter som kräver omfattande modellering och simulering och som sen realiserar i avancerade produktions- och bearbetningsprocesser.

VINNOVA har under perioden 2009 – 2011 genomfört 4 utlysningar inom de två programmen Hållbara produktionsstrategier och Tillverkning i ständig förändring. Den senaste, hösten 2011 var gemensam för de två programmen och vände sig till tidigare beviljade hypotesprövningsprojekt, som beviljats medel i de två föregående årens utlysningar.

Den här projektkatalogen samlar alla projekt, som ingår i de två programmen, både avslutade och pågående projekt. Projektkatalogen ges ut i samband med programkonferensen den 13 och 14 juni 2012. Projektbeskrivningarna i katalogen är skrivna av respektive projektledare och ger en överblicksbild av projekten och deras omfattning.

Projektkatalogen visar vilken imponerande bredd och kompetens som forskningsaktörer och industri inom svensk produktionssektor har. Programmet skapar forsknings-samarbete mellan högskola, institut och näringsliv som långsiktigt ytterligare kommer att stärka kompetensen inom området. Resultaten från flera av projekten verkar lovande och vid nyttiggörande inom näringslivet skapas förutsättningar för att våra satsningar kan utgöra grunden för viktiga bidrag att möta samhällsutmaningen Konkurrenskraftig produktion som VINNOVA definierat.

VINNOVA i juni 2012

Margareta Groth
Enhetschef

Produktion & Material
Avdelning Produktion & Arbetsliv

Eva Esping
Handläggare

Daniel Olausson
Handläggare

Tero Stjernstoft
Handläggare

Marie Wikström
Enhetskoordinator

Innehåll

| | |
|--|-----------|
| HÅLLBARA PRODUKTIONSSTRATEGIER | 7 |
| Nya affärsmodeller för varuproducerande industri..... | 9 |
| Återtillverkning och franchising för hållbar produktionsstrategi | 10 |
| SYMBIZ- förutsättningar för en integrerad affärsmodell för varuproducerande industri och återvinningsindustrin | 12 |
| Flexkraft - Flexibla affärsmodeller för hållbar konkurrenskraft | 14 |
| Teknologi som produkt | 16 |
| Produktionsstrategier och produktionslokalisering | 19 |
| Metoder för att mäta, förstå och reducera komplexiteten i produktion - indirekt arbete, information och kompetens (COMPLEX) | 20 |
| Design av globala försörjningskedjor..... | 22 |
| Produktionslokalisering och fabriksroller | 24 |
| Strategier för hållbara produktions- och försörjningsnätverk i turbulenta miljöer | 26 |
| PROLOC – Strategisk produktionslokalisering under produktens livscykel | 28 |
| STRATEGO – Produktionsstrategier för konkurrenskraft i SMME | 30 |
| KAIKAKU – Innovativ Produktionsutveckling | 32 |
| Ett samlokaliserat produktionsflöde utan avbrott..... | 34 |
| Integrerad produkt- och produktionsutveckling..... | 37 |
| Modellbaserad produktutveckling och monteringsstöd för snickeriprodukter..... | 38 |
| Integrerad affärs- och produktframtagningmodell hos första nivåns leverantörer .. | 40 |
| Beslutsstöd för tidig estimering av kvalitetsbristkostnader | 42 |
| Lean Produktutveckling "Ett effektivt arbetssätt" - Hur vet man det? | 44 |
| Effektivt leverantörssamarbete i kunskapsintensiv produktframtagning | 46 |
| Renässans 1.5..... | 48 |
| Innovativ produktarkitektur effektuppskattning och införande | 50 |
| Innovation genom sociala medier och The Wisdom of Crowds | 52 |
| TILLVERKNING I STÄNDIG FÖRÄNDRING..... | 55 |
| Tillverkning anpassad för nya material | 57 |
| Friktion stir welding för hybridfogar mellan metaller och polymerer | 58 |
| Storskalig bioteknisk produktion av nanopartiklar | 60 |
| Höghållfasta skalelement i papper | 62 |
| Plattform för direkttillverkning av mikrokomponenter | 64 |
| Utveckling av kostnadseffektiv optisk fiber för solljusbelysning | 66 |
| Prediktering av kylningsförlopp vid härdning av stål genom CDF-beräkningar..... | 68 |
| Elektrospunna membran för litiumjonbatterier..... | 70 |
| Ett nytt skalelement för effektiv återfjädringsanalys | 72 |
| Enkristalls metalldeposition genom elektroplatering med succesiv doppning | 74 |
| Resurssmarta vävprocesser för framtidens högpresterande textila strukturer | 76 |
| ProMicro - formning och skärning bearbetning av mikrokomponenter | 78 |
| Avbruten kylning i industriella processer för ökad utmattningshållfasthet..... | 80 |
| En ny typ av plasmaaktiverad CVD process | 82 |
| Fältassisterad sintring av metalloxider | 84 |
| Adaptiva tribologiska system för plåtformning (AdaForm)..... | 86 |
| Användning av elektro-plasticitet vid plastisk formning | 88 |
| Konsolidering av hybridgarn - en ny tillverkningsmetod för hårdplastkompositer | 90 |

| | |
|---|------------|
| Ny metod för bearbetning av funktionsytor..... | 92 |
| Svetstillsats med kolnanorör-tråd som aktivt konstruktionselement..... | 94 |
| Utopiska?! konstruktioner med pelare och balkar av glas..... | 96 |
| Genomstyrd tillverkning..... | 98 |
| Planetväxlars ytteringar..... | 100 |
| Materialeffektiva skräddarsydda laminat med metallstickning..... | 102 |
| Förbättrad pulverkompaktering genom multi-funktionell styrning av pulver-egenskaper och tillsatser..... | 104 |
| Smältfogning av termoplastbaserade kompositer och lättmetall..... | 106 |
| Sammanfogning av titan och kompositmaterial..... | 108 |
| Suspensionssprutning av nanomaterial - En ny tillverkningsprocess för att minska miljöpåverkan..... | 110 |
| Ny tillverkningsteknik för minnesmetallskum..... | 112 |
| Miljöfokuseringens påverkan på tillverkningen..... | 115 |
| Ren tillverkning av rostfria produkter..... | 116 |
| Informationsteknologins möjligheter..... | 119 |
| Samverkande strukturer för flexibel tillverkning..... | 120 |
| Integrering av fiberoptiska sensorer i fiberlindade högspänningskomponenter..... | 122 |
| Konfigurering och optimering av operationssekvenser (KOOP)..... | 124 |
| Sekventiell bakåtsimulering av tillverkningsprocesser..... | 126 |
| Sekventiell simulering av gjutning och bearbetning..... | 128 |
| Nytt paradigm för hållfasthetsortering av konstruktionsvirke..... | 130 |
| HOLOPRO – Holografisk verifiering av geometridata..... | 132 |
| Industriella processer i ständig förändring..... | 135 |
| Verkliga operationstider för optimering av produktion..... | 136 |
| Fluid-Structure Interaction in Machining Operations..... | 138 |

HÅLLBARA PRODUKTIONSSTRATEGIER

Nya affärsmodeller för varuproducerande industri

Produktionsstrategier och produktionslokalisering

Integrerad produkt- och produktionsutveckling

Nya affärsmodeller för varuproducerande industri

Återtillverkning och franchising för hållbar produktionsstrategi

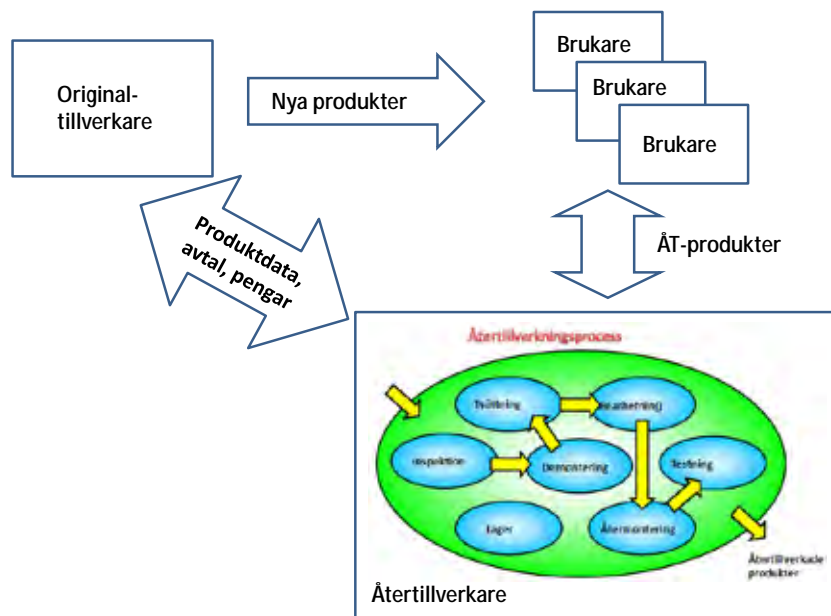
Projektets mål

Projektet syftar till att utreda potentialen för återtillverkning kombinerat med franchising. Detta innebär att analysera förutsättningarna för en ny affärsmodell och se om den kan vara en lönsam och hållbar väg att gå för svenska företag.

Projektet möter programmet och utlysningens mål och postulat väl genom att analysera just affärsmodellen med återtillverkning i form av franchising. Återtillverkning ger lägre miljöpåverkan och förbättrad lönsamhet. I kombination med franchising antogs det att anpassningen till en globaliserad marknad skulle förenklas och att en affärsmodell anpassad för ett litet exportinriktat lands behov skulle ”uppstå” och ge konkurrensfördelar. Förväntningar på vetenskaplig inriktning och samverkan mellan lärosäten och institut uppfylls väl genom detta projekt, exempelvis genom att en vetenskaplig publicering genomförts som ett samarbete mellan Swerea IVF och Linköpings Universitetet.

Genomförande/metoder

För att kunna närma oss företagen skapades en workshop i ämnet återtillverkning som erbjöds intresserade företag. Vi utnyttjade nya och gamla kontakter som kontaktades. Workshopen drevs i dialogform för att pejla intresse och belysa fördelar och hinder för en tillämpning av den hypotetiska affärsmodellen. Workshopens verktyg var en bildserie, ett frågeformulär för bedömning av företaget samt en bedömningsmall för företagets produkter. Frågeformuläret kan besvara i dialogform eller som en enkät.



Återtillverkning (ÅT) som franchising?

Grön tillväxt

Återtillverkning i bemärkelsen längre livslängd och fler livscyklar per produktindivid är allmänt sett av godo eftersom det dels spar energi för råmaterialets omvandling till produktindivid och dels bromsar materialets degenerering från prima nytvunnet rent material till uppblandat återvunnet material. En nackdel kan vara att man håller liv i mindre miljövänliga produkter istället för att byta ut dessa till nya och mer miljövänliga som är strävan med de sk EuP-direktiven som reglerar hur mycket energi en nytillverkad produkt får förbruka under drift.

Konkreta resultat och projekteffekter

Vår fråga i detta hypotesprövningsprojekt har varit: Kan återtillverkning genom franchising vara en alternativ väg att gå, speciellt om det redan uppstått spontan återtillverkning i värdekedjan? Snabbt svaret är att vi inte

hittat ett enda företag som tillämpar denna affärsmodell på återtillverkning i betydelsen att den återtillverkade varan är som ny eller bättre. Få av de företag som vi studerat uppfyller detta krav på vad återtillverkning är. En djupare analys visar dock att förmågan att återställa produkten till ett skick som motsvarar användbarhet i ett funktionsförsäljningssammanhang kan vara en lysande affär. Vidare visar det sig att det finns många fall av återtillverkning som sker via partnerskap mellan originaltillverkare och en återtillverkare.

Ett djupare svar blir att om man kan tänka sig att göra avkall på att det skall vara absolut renodlad franchising och återtillverkning i sin striktaste form så blir svaret ja och att en rad sådana partnerskap finns idag.

Framgångar

Projektet har givit följande insikter: Många företag som arbetar med återtillverkning och renovering är ofta

relativt små (5-30 anställda). Originaltillverkarna av produkterna är mest intresserade av att sälja nya produkter. Ett tydligt exempel finns inom området återtillverkning av elmotorer där en liten återtillverkare vill förbättra sin affärsmodell och fördjupa kontakten med originaltillverkaren. Originaltillverkaren vill å sin sida mer gärna sälja nya produkter som också är mer energisnåla. Dock kvarstår ett behov från originaltillverkaren att de små återtillverkarna kan bistå med servicetjänster och kunna plocka reservdelar från begagnade motorer och stå för viss nyförsäljning. Dessa mindre företag kan även ordna fram återtillverkade motorer för att fylla akuta behov när ledtiden är för lång för nytillverkade motorer.

Toyota Materials Handling är omskrivna och har utvecklat en effektiv

hyres- och renoveringsverksamhet – men satsningen har inte påverkat produktutformningen utan är väsentligen en isolerad eftermarknadsaktivitet – om än i tillämpningsmässig framkant! Här spelar affärsmodellen och möjligheten att utnyttja mer än en produktlivscykel hos produkten större roll än att produkten återtillverkas strikt efter definitionen att den ska vara som ny eller bättre då den lämnar återtillverkare. Företaget har en skara med serviceverkstäder kopplade till sig. Dessa verkstäder har genom partnerskap med Toyota MH ett uppdrag att ta hand om produkter som är för slitna för att passa i originaltillverkarens verksamhet (dvs kräver större återtillverkningsinsats för att kunna kallas återtillverkad i sin striktaste definition).

Vi kontakter med företag och vid litteratursökning så har vi inte hittat

renodlad franchising av återtillverkning. Däremot har vi hittat ett flertal fall där återtillverkning sker i form av ett partnerskap där en part ofta originaltillverkaren uppdrar åt någon att utföra själva återtillverkningen mer som en inköpt tjänst. Vi har gjort en vetenskaplig publicering på världens första vetenskapliga konferens på området återtillverkning, ICOR-11 i Glasgow 2011, och där direkt kunnat pejla det internationella forskningsläget.

Deltagande parter

Forskningsutförare är Swerea IVF och Linköpings Universitet. I syfte att analysera och värdera hypotesen har ett antal företag kontaktats och besökts.

Publikationer

Per Kilbo, Konstruera för återtillverkning, Uppfinnaren och konstruktören, 1/2011

Ström M, Kilbo P, Återtillverkning som Franchising, Recycling, 2011-02-03

Kilbo. P., Sundin, E., Ström. M., OEM advantages to prosper on the remanufacturing and service market, International conference on remanufacturing 2011, Glasgow

Per Kilbo, Återtillverkningens betydelse växer, Teknik och tillväxt 3/2011

Per Kilbo, Medlemsblad – Swerea IVFs Intressentförening , Återtillverkningens betydelse växer



Projektledare:

Mikael Ström, Swerea IVF, mikael.strom@swerea.se

Start: Januari 2011

Slut: April 2010

Projektbudget: 0,5 MSEK

SYMBIZ- förutsättningar för en integrerad affärsmodell för varuproducerande industri och återvinningsindustrin

Projektets mål

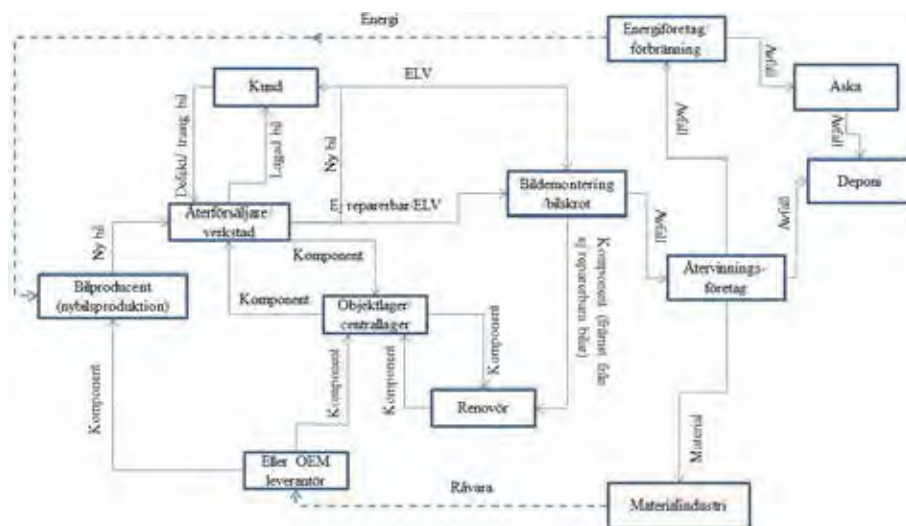
SYMBIZ mål var att undersöka hypotesen: Ökad lönsamhet och minskad miljöbelastning uppnås genom tillämpning av symbiotiska affärsmodeller mellan varuproducerande industri och återvinningsföretag.

SYMBIZ resulterade i två möjliga konstellationer för fortsatt forskning där hypotesen håller och vidareutveckling för industrialisering av affärsmodellerna behövs. En idé inom fordonsindustrin och återanvändning av plaster, samt en idé inom handelshinder och ”product takeback” problematik då delar av produkterna är uttjänta.

Rent kvantitativt producerades: Workshop med företagen i listan nedan. Konferensartikel till 18th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering 2011. Projektet presenterades på Återvinningsdagen i Näringslivets hus den 8 November 2010 för ca 100 personer. Populärvetenskaplig artikel presenterades i tidningen ”Recycling & Miljöteknik” nummer 1/2.

Genomförande/metoder

Projektet genomfördes enligt följande upplägg: Insamling av publik information om state-of-the-art inom affärsmodeller för återvinning. Intervjuer med återvinningsföretag, varuproducerande industrier samt leverantörer av produktionsteknisk utrustning. Workshop med aktörerna kring nuvarande affärsmodeller och externa faktorer som driver lönsamhet och miljöpåverkan. Analys av befintliga affärsmodeller och externa faktorer för att identifiera utrymme för innovation och synergieffekter.



Nuvarande flöden från idé inom fordonsindustrin angående plastkretsloppet

Grön tillväxt

Ökad medvetenhet om hur vi alla måste hushålla/återanvända och återvinna material.

Konkreta resultat och projekteffekter

Hypotesen som sattes upp håller och industrierna som kontaktades håller med. Personförflyttning inträffade då en projektdeltagare från Chalmers/CIT anställdes av Ragnsells.

Framgångar

SYMBIZ resulterade i två möjliga konstellationer för fortsatt forskning där hypotesen håller och vidareutveckling för industrialisering av affärsmodellerna behövs. Dessa två idéer är under utveckling och konstellationerna formas för att bygga förslag till nya forskningsprojekt. Den ena konstellationen handlar om plastkretsloppet inom fordonsindustrin och bilden ovan

beskriver möjliga material och komponentströmmar som är viktiga att beakta.

Deltagande parter

- Chalmers Tekniska Högskola Institutionen för Produkt och Produktionsutveckling, avdelningen för Produktions-system.
- Dr. Björn Johansson, Projektledare samt forskare inom produktions-system.
- Mr. Christopher Jonsson, Expert inom återvinning och kemi, anställd av Ragnsells efter projektet
- Stiftelsen Chalmers Industriteknik
- Dr. Johan Felix, Expert och forskare inom återvinnings-industrin.
- Mr. Christopher Jonsson, Expert inom återvinning och kemi, anställd av Ragnsells efter projektet.
- CIP Professional Services (SME och Dotterbolag till Stiftelsen Chalmers Industriteknik).
- Mr. Anders Sundelin, Expert inom affärsmodeller.

Till det tillkommer deltagare på workshop och i diskussioner om uppkommande fortsättningsprojekt. Fortsatt projekt kommer att ansökas om via FFI under 2012: Bil Sweden,

Chalmers Material och Tillverkningsteknik, Ecris, Ericsson, Hans Andersson gruppen, IAC, Stena Metall, Ragnsells, Volvo Aero, Volvo Cars, Volvo Lastvagnar.

Samarbete med NIST i MD, USA pågår inom miljöområdet, utbyte av gästforskare sker fortfarande.

Publikationer

Johansson, B., Jonsson, C., Felix, J., and A. Sundelin. 2011. Sustainable Production by Integrating Business Models of Manufacturing and Recycling Industries. Proceedings of the 18th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering. ISBN 3642196918.

Jonsson, C., Felix, J., Sundelin, A., and B. Johansson. 2011. Samarbete över gränserna för en grönare miljö. I tidningen Recycling & Miljöteknik, Nr 1/2 pp. 41-42



Projektledare:

Björn Johansson, Chalmers Tekniska Högskola, Produkt och Produktionsutveckling, Bjorn.johansson@chalmers.se

Start: April 2010

Slut: December 2010

Projektbudget: 0,9 MSEK

Flexkraft - Flexibla affärsmodeller för hållbar konkurrenskraft

Projektets mål

Projektets syfte är att studera hur svenska tillverkningsföretag kan utveckla de flexibla och samtidigt effektiva affärsmodeller som krävs för en övergång till ett tjänsteorienterat synsätt med fokus på värdeskapande kundlösningar. Projektet drivs integrerat med industrin för att både möta företagets behov av att flytta fram sina positioner och akademins behov av empiriskt baserad forskning i framkant. Detta svarar mot programmets intresse av nya affärsmodeller för varuproducerande industri som är nytänkande.

Genomförande/metoder

Projektet är uppdelat i fem delprojekt, varav tre är slutförda. Projektet följer projektplanen. Varje enskilt delprojekt har förutom deltagande från forskare även deltagande experter på respektive område från de deltagande företagen. Varje enskilt delprojekt omfattar både empiriska studier och workshops med företag och akademi där frågeställningarna stegvis drivs fram och testas. Vi har även valt att lyfta in extern akademisk expertis med annan kompetens i vissa delprojekt och projektmöten för att få nya perspektiv och säkerställa höjd och nytänkande inom projektet.

Grön tillväxt

Hållbarhetsfrågor är i dag integrerade i industriella erbjudanden, eftersom efterfrågan ökar både genom regleringar och utifrån ett ökat krav på resurseffektivitet. Företagens anpassningsförmåga och möjlighet att kombinera tjänster och produkter är centralt för att kunna möta den ökade efterfrågan som finns. Integration/co-creation med kunder sker i stor



utsträckning, både för att ta del av varandras expertis vilket i många fall är en förutsättning för att nå nya krav, och för att utveckla sina erbjudanden.

Konkreta resultat och projekteffekter

De tre första delområdena har avslutats. De har ersatts av två nya delprojekt inom logiker och operationell excellens. Dessa två delområden utnyttjar resultaten från de tre första delprojekten. Samtliga delprojekt studerar flexibilitet ur strategiskt, operationellt och taktiskt perspektiv.

Delprojekt Co-creating service innovation har haft sin utgångspunkt i förändringen från produktlogik till tjänstelogik avseende idégenerering och omhändertagande av innovationsidéer. En del i detta har varit att se på betydelsen av ambidextrösa organisationer (Modell II), dvs organisationer som både kan utveckla nya erbjudanden

och driva en effektiv process för produktion av sina befintliga erbjudanden. Delprojektet har också inventerat befintliga utvecklingsprocesser samt kartlagt olika metoder för idégenerering och ökad kundförståelse. Resultaten i detta delprojekt ligger till grund när logiker i innovationsvärderingar studeras under det pågående delprojektet inom logiker.

Delprojekt Selling process såg till utmaningarna i transformeringen till en tjänstelogik kopplad till försäljningsorganisationens förmåga och kapacitet att ändra och anpassa erbjudandeportfölj, paketering och design utifrån flexibla kundbehov. Mer komplexa erbjudanden har fler och nya kontaktpunkter mellan säljande och köpande företag, vilket ställer ökade krav på den egna organisationen att förstå och hantera relationerna i flertalet kontaktpunkter. Delprojektet har tydliggjort vad en ökad grad av tjänsteförsäljning

innebär för en säljorganisation, vilket har dokumenterats och utnyttjats av deltagande företag avseende organisation och roller, kompetenser, försäljningsprocesser och försäljningsstrategier. Kanalproblematiken, som studerats i det tredje delprojektet, är en central utmaning för företag för att säkerställa distributionseffektivitet, samtidigt som kunskap och information direkt från kunder är betydelsefullt för att kunna öka verksamhetens tjänsteverksamhet och utveckling. Ytterligare en komplexitet i valet av kanalstrategi är hur väl kanalen klarar av den ökade graden av komplexa erbjudanden. I samband med att erbjudanden och marknader förändras så förändras också fördelarna med olika kanalstrategiska val. Delprojektet har utvecklat en

modell som stödjer företag i de kanalstrategiska valen, något de deltagande företagen redan tagit till sig. Modellen bygger på omfattande studier, intervjuer och diskussioner med både leverantörsföretag och intermediärer. Dessutom har det inom delprojektet genomfört undervisningscase på några av problemställningarna som kommit fram hos deltagande företag.

Framgångar

Utvecklingen i frågeställningarna, med ursprung både från akademien och näringslivet, har inneburit att företagen tagit till sig nya arbetsmetoder och modeller till stöd för arbete till exempel avseende idégenerering och kanalstrategier. Akademiska artiklar är under produktion eller review. Spridning av insikter och kunskap från projektet har

redan gjorts i exempelvis Episis expertpanelsrapport Meeting the challenge of Europe 2020.

Deltagande parter

Projektet baseras på behovsgenererad forskning där industrin är mycket aktiv i projektet, både för empirisk insamling, men även för utveckling av insikter och för spridning av resultat. I projektet deltar ABB Robotics, AGA/Linde, Empower, Sandvik Coromant, SKF, Volvo Group och VCE. Akademiskt samverkar tre lärosäten i projektet nämligen Linköpings Universitet, CTF vid Karlstads Universitet och Uppsala Universitet. Projektet leds av Stiftelsen Marknadstekniskt centrum.

Publikationer

Carlborg, P., D. Kindström and C. Kowalkowski, under review in ISI-ranked journal (submitted September 2011).

Konferensartiklar till Institute for the Study of Business Markets (ISBM) Academic Conference (2010). 17th Annual CBIM Academic Workshop (2011). Academy of Marketing konferens (2011)

Undervisningscase: Presentation på International Symposium on Logistics.

Publika rapporter: Case till expertpanelens case rapport Meeting the challenge of Europe 2020 - The transformative power of services innovation. Volvos S-GDP - Service global development struktur - case till Episis konferens 2011



Projektledare:

Staffan Movin, Stiftelsen Marknadstekniskt Centrum, Staffan.movin@mtcstiftelsen.se

Start: Mars 2010

Slut: Maj 2013

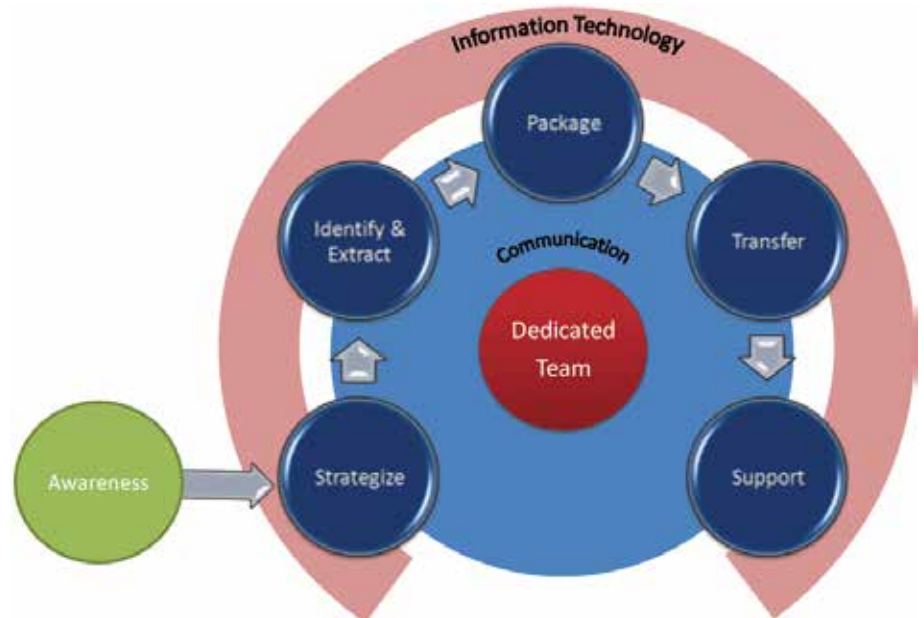
Projektbudget: 12 MSEK

Teknologi som produkt

Projektets mål

Med projektets hypotes ”Teknologier kan marknadsföras och säljas mellan företag på liknande sätt som ett företags produkter“ ville vi undersöka på vilket sätt företag skulle kunna skapa nya affärer kring sin kompetens, och inte bara kring sina produkter. Hypotesen hade sitt ursprung ur de teknologi-plattformar som utvecklats på Volvo Aero för att underlätta återanvändande av kunskap inom företaget och mellan olika utvecklingsprojekt. Vi såg en möjlighet att denna kunskap även skulle kunna paketeras och säljas till företag utanför den egna koncernen. Detta kan på sikt i så fall leda till att teknologiutvecklingskostnaderna kan bli lägre samtidigt som man får möjlighet att forska mer och djupare inom avgränsade områden. Inom projektet arbetade vi med följande områden:

- Förutsättningar för att köpa och sälja teknologi. Tidigare har alltid en teknologi varit kopplad till en vara eller tjänst. Kort innebär detta att man tittar på teknologiöverföringen ur säljarens vy, köparens vy, marknadens vy samt från ett handels och relationsperspektiv. För att kunna genomföra en teknologihandel så måste alla fem perspektiven vara uppfyllda till en miniminivå.
- Modell för extern exploaterbarhet av ett företags kunskap i form av teknologier. En teknologiplattform sågs som en ansats för projektet och detta arbete fortsatte. Förslag på hur den interna teknologiplattformen kan tvättas från hemligheter och användas i marknadsföringssyfte konkretiserades. Detta innebär att man kan undvika att avslöja för mycket kunskap kring företagets teknologier.
- Metod eller arbetssätt för att skydda företagets intellektuella



Modell för stegvis process för att skapa möjligheter att arbeta med teknologi som produkt. I varje steg konkretiseras teknologierbjudandet i samarbete med den tilltänkta kunden

kapital, i fall där patenterbarhet eller sekretess är svår. Här handlar det om att man måste hitta kunder/säljare på samma nivå (relationsperspektivet i ramverket). Tillit är viktigt och bästa sättet att skydda sig är genom att välja sina kunder och relationer noggrant.

Genomförande/metoder

I projektet har en senior forskare, en doktorand och en mastersstudent arbetat kontinuerligt. Inom projektets ram har en enkätstudie genomförts av en kandidatarbetsgrupp på 6 studenter. Därefter gjordes en uppföljande intervjustudie på fem företag i olika branscher från clean-tech till marinindustri. En djup litteraturstudie genomfördes parallellt och ett ramverk för hur teknologierna bör paketeras och marknadsföras togs fram. Arbetssättet har varit effektivt och vi lyckades samla in empiriskt material på bred front (genom enkät) och med djupintervjuer inom speciellt intressanta branscher.

Grön tillväxt

Projektet kopplar till begreppet grön tillväxt genom dess tillämpningsbarhet på grön teknologi. Ett av de deltagande företagen hade en utvecklad grön teknologi som mycket väl skulle kunna exploaterats mer effektivt. En annan intressant aspekt är att teknologi utvecklad för t.ex. flygindustrin på ett enklare och snabbare sätt skulle kunna överföras till andra industriområden. Ett exempel på en sådan teknologi är lättviktskonstruktioner i titan eller komposit inom flygindustrin som skulle kunna vara intressanta för t.ex. en fordonstillverkare.

Konkreta resultat och projekteffekter

Projektet har visat på att ”Teknologi som produkt” inte är ett prioriterat affärsområde för svensk industri. Samtidigt visar många företag ett intresse för att kunna öka sin omsättning genom att mer effektivt kunna erbjuda sin kunskap och

teknologi till försäljning. Det finns många teorier och ramverk inom området men bristen på konkreta arbetssätt och verktyg ser vi som den främsta anledningen till denna underpenetration. Vi tog inom projektet fram ett ramverk som tar in de viktigaste punkterna från litteraturen och de deltagande företagen. Utifrån denna modell ser vi en fortsättning med ett konkretiserat arbetssätt stött av verktyg och processer. Utifrån detta arbete anser vi att projektets hypotes är möjlig att realisera.

Framgångar

Projektet hade ett flertal nämnvärda framgångar. Dessa kan också uttryckas i form utav nya forskningsmöjligheter.

Vi fick en stor respons från industrin, och industrin var också beredd att delta i vårt arbete. På enkäten som skickades ut erhöles 66 svar och fem företag var med i den mer djupgående analysen. Totalt identifierades 4 intressanta områden för fortsatt forskning, de mest intressanta och de största insikterna var att: Teknologexploatering måste kunna värderas. Kan man värdera teknologin rätt kan man också värdera förlusten av att inte sälja den.

Konkreta metoder och processer behövs. Det är först när man försöker implementera saker som man upptäcker problemen och kan lösa dem.

Deltagande parter

De deltagande företagen gavs anonymitet. Av de företag som deltog var två stora och arbetade med utveckling av maskiner och komponenter för marin och flygindustrin. Två företag var att betrakta som nystartade med en ny unik teknologi. Det ena företaget fokuserade på att generera el med hjälp av tidsvattenströmmar och det andra företaget hade en unik teknik kopplad till behandling av cancer. Till sist deltog ett mellanstort företag som utvecklar simuleringsprogramvara för flyg- och vägtransporter.

Publikationer

Bergsjö, Dag: Process and IT Support for Technology Platform Development and Use. Proceedings of IAMOT 2011, Miami, USA

Corin Stig, Daniel; Högman, Ulf; Bergsjö, Dag: Assessment of Readiness for Internal Technology Transfer – A Case Study. INCOSE, 20-23 June 2011, Denver, USA

Kashif Nawaz, Daniel Corin-Stig, Dag Bergsjö "Technology as a Product", Accepted for: IAMOT 2012, Taipei, Taiwan

Kashif Nawaz, "Technology as a Product", Master Thesis, Chalmers University of Technology, Sweden, 2012

Daniel Corin-Stig, Ulf Högman, Dag Bergsjö, "Adressing Flexibility and Reuse During Technology Development" Submitted to Systems Research Forum



Projektledare:

Dag Bergsjö, Chalmers Tekniska Högskola, dagb@chalmers.se

Start: December 2010

Slut: December 2011

Projektbudget: 1 MSEK

Produktionsstrategier och produktionslokalisering

Metoder för att mäta, förstå och reducera komplexiteten i produktion - indirekt arbete, information och kompetens (COMPLEX)

Projektets mål

Att driva och utveckla produktionssystem innebär att man ständigt måste hantera förändringar såsom introduktioner av nya produkter, många produktvarianter, ökande antal komponenter, upprepade ändringar i produktionsvolym och takt, m m. Forskningsprojektet ”COMPLEX” har som mål att ta fram metoder för att mäta, beskriva och förenkla hanteringen av denna ökade komplexitet. När antalet varianter, komponenter, förändringar ökar skapas det många förluster i produktion. Syftet med projektet är att erbjuda metoder för att kunna åstadkomma hög effektivitet hos produktionssystem trots att både komplexiteten och flexibiliteten är hög.

Genomförande/metoder

Projektet har identifierat fyra aspekter i produktion som behöver stödjas (se figur). Komplexitet är en egenskap kopplad till hur man personligen upplever ett system. Detta gör det svårt att tydligt definiera och jämföra. Forskargruppen i projektet utvecklar en modell och metod för att mäta, jämföra och kommunicera graden av komplexitet i produktionsenheter.

Projektet utreder också hur komplexiteten inverkar på mängden indirekta stödjande arbetsuppgifter i fabriken (obalanserade uppgifter), i förhållande till det direkt processtyrda arbetet (balanserade). Detta skall ge bättre metoder för beräkning totalt personalbehov i fabrik. Idag är kunskapen om denna relation och vilka effekter ökad komplexitet ger mycket begränsad.

Komplexiteten gör också operatörernas uppgifter och situation svårare, vilket ställer krav på olika informa-

tionsstöd och utveckling av kompetenser. Operatörernas förutsättningar undersöks och stödjande metoder utvecklas. Slutligen tar projektet fram metoder för att underlätta balansering av produktionslinjer, eftersom ständiga förändringar och hög komplexitet ökar behov av att balansera operationer.

Projektet utgår från ett vetenskapligt arbetssätt för att besvara forskningsfrågor kring de fyra fokuserade områdena. I projektet studeras och analyseras konkreta problemställningar och situationer på de deltagande företagen, och de teorier och modeller som beskrivs i litteratur. Modeller och metoder utvecklas och testas på de medverkande företagen.

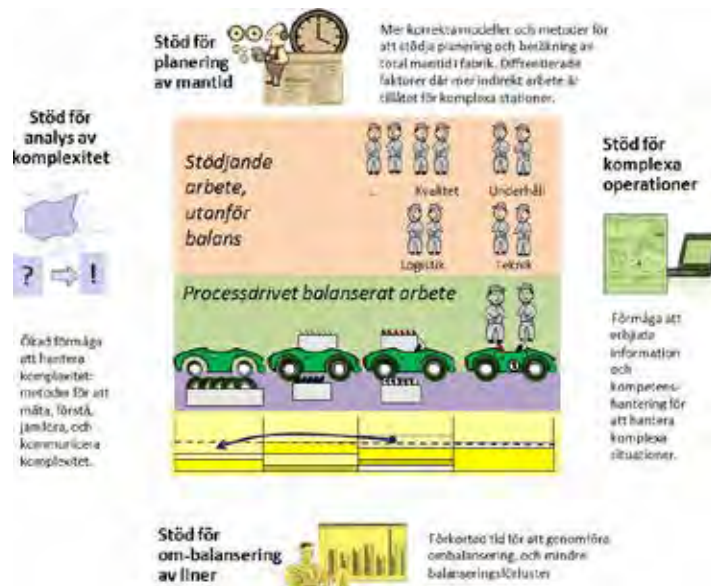
Grön tillväxt

Framtida produktion förväntas lokaliseras till fabriker som flexibelt och effektivt kan producera nya

produkter på sätt som uppfyller hållbarhets- och miljökrav. Nya krav och lösningar, som t ex elmotorer och hybrider i personbilar, innebär ökat antal komponenter och produkter och fler varianter. Dessutom krävs hög flexibilitet och snabb förändringstakt. Allt detta påverkar produktionssystemet i sin helhet, med ökad komplexitet som följd. De metoder som utvecklas i projektet förväntas stödja utveckling och drift av fabriker för att kunna tillverka nya komplexa miljökrävande produkter.

Konkreta resultat och projekteffekter

Projektet tar fram ny generell kunskap för att stödja arbete med att planera, hantera och optimera produktionssystem. Resultaten från projekten kommer att vara dels modeller och metoder som är generella för tillverkningsindustrin,



Projektet COMPLEX tar fram metoder för att mäta och beskriva komplexitet. Komplexitetens effekter på relationen mellan de balanserade arbetsuppgifterna och allt stödjande arbete, nödvändigt stöd åt operatörer för kompetens och information, och metoder för ombalansering

dels resultat generella för vissa tillämpningsområden. En slutsats från studien av komplexitet i produktion är att komplexitet kan beskrivas på många sätt. Som en statisk egenskap eller som en dynamisk med störningar, avvikelser och förändringar. Vidare kan man beskriva komplexiteten utifrån ett objektivi synsätt och utifrån ett subjektivt och personligt upplevt perspektiv. Det är viktigt att ta hänsyn till att samma system kan upplevas olika hög komplexitet beroende på bl a person, kompetens, roll och uppgift. Det finns i litteraturen flera modeller och metoder som beskriver och mäter komplexitet ur ett begränsat perspektiv, och med teoretiska och tidskrävande metoder.

Framgångar

En slutsats i arbetet är att en metod för att mäta komplexitet måste vara lätt-använd, vara knuten till den specifika

rollen/arbetsuppgifterna, inkludera systemens dynamik och den subjektiva uppfattningen av komplexitet. Dessutom kan komplexitet syfta till flera olika aspekter hos systemet: produktvarianter, arbetsinnehållet/uppgifterna, layout, verktyg, stödsystem och arbetsinstruktioner. Det är väsentligt att identifiera vari komplexiteten ligger för att kunna sätta in rätt stöd. I projektet har utvecklats en metod att med en enkät mäta upplevd komplexitet på stationsnivå. Denna valideras under våren 2012. Med denna erhålls en indikation på graden av komplexitet och vilka delområden som är mest problematiska.

Det svenska COMPLEX-projektet drivs och samordnas kontinuerligt med ett projekt som har samma fokus som genomförs i Belgien med bl a Flander's Drive (koordinator), Volvo Cars, Volvo Trucks, Ford, Van Hool och universitetet i Gent. Den svenska metoden för

att mäta komplexitet jämförs nu med en mätmetod för komplexitet som utvecklats i det belgiska projektet. I samarbete utvecklas en gemensam metod för att skanna hela produktionen avseende objektiv komplexitet, och sedan och djupanalysera specifika stationer avseende upplevd komplexitet.

Deltagande parter

Projektet genomförs av forskare från Swerea IVF (projektledning) och Chalmers tekniska högskola (Produkt- och produktionsutveckling), i nära samverkan med Volvo Cars (Göteborg), Electrolux (Mariestad), Stoneridge Electronics (Örebro), Volvo Technology och Volvo Trucks (Göteborg, Tuve).

Publikationer

Gullander, P., Davidsson, A., Dencker, K., Fasth, Å., Fässberg, T., Harlin, U. & Stahre, J. (2011) Towards A Production Complexity Model That Supports Operation, Re-Balancing And Man-Hour Planning. Proceedings Of The 4th Swedish Production Symposium (Sps)

Harlin, U., Bäckstrand, G., Fässberg, T., Brolin, A. & Gullander, P. (2011) Production Complexity And Its Impact On Manning. Proceedings Of The 28th International Manufacturing Conference (Imc). Dublin, Ireland.

Mattsson, S., Gullander, P. & Davidsson, A. (2011) Method For Measuring Production Complexity. Proceedings Of The 28th International Manufacturing Conference (Imc). Dublin, Ireland.

Fässberg, T., Harlin, U., Garmer, K., Gullander, P., Fasth, Å., Mattsson, S., Dencker, K., Davidsson, A. & Stahre, J. (2011) An Empirical Study Towards A Definition Of Production Complexity. In Proc. 21st International Conference On Production Research. Stuttgart, Germany.

Fasth, Å., Mattsson, S., Fässberg, T., Stahre, J., Höög, S., Sterner, M. & Andersson, T. (2011) Development Of Production Cells With Regard To Physical And Cognitive Automation - A Decade Of Evolution International Symposium On Assembly And Manufacturing (Isam 11). Tampere, Finland.

Fässberg, T., Fasth, Å., Hellman, F., Davidsson, A. & Stahre, J. (2012) Interaction Between Complexity, Quality And Cognitive Automation. In Proc. 4th Cirp Conference On Assembly Technologies And Systems (Cats). Ann Arbor, Usa.

Mattsson, S., Gullander, P., Harlin, U., Bäckstrand, G., Fasth, Å. & Davidsson, A. (2012) Perceived Production Complexity At Assembly Stations - A Case Study. In Patras, U. O. (Ed.) 45th Cirp Conference of manufacturing systems (Cms). Athen, Greece.



Projektledare:

Per Gullander, Swerea IVF, per.gullander@swerea.se

Start: Mars 2011

Slut: Juni 2013

Projektbudget: 12,6 MSEK

Design av globala försörjningskedjor

Projektets mål

Projektet utvecklar kunskaper om hur olika faktorer styr utformningen av globala försörjningskedjor. Vi analyserar särskilt effekterna av teknologisk mognad, krav på kunskapsintegration, ekonomistyrningssystem och krav på hållbar utveckling. En huvudfråga är vilka kompetenser och funktioner som kan separeras och vilka som behöver integreras och samlokaliseras för att skapa effektiva försörjningskedjor. Målet är att identifiera möjliga produktionsstrategier för Svensk global produktion.

Genomförande/metoder

Projektet genomförs som fem delstudier av forskare från tre högskolor där varje delstudie har en tyngdpunkt på en av faktorerna. Resultaten från delstudierna knyts samman genom ett syntetiserande samarbete mellan parterna. Analyserna bygger på fallstudier vid svenska och utländska industriföretag. Vidare har genomförts en internationell enkätstudie av 680 företag i Europa och Nordamerika som inriktats på strategier och organisering av inköp och leverantörssamverkan och dess effekter.

Grön tillväxt

Kraven på hållbar utveckling och företagens strategier för att hantera dessa krav påverkar designen av försörjningskedjor och är en central del i analyserna. Projektet utvecklar särskilt kunskap om hur arbetet mot korruption kan bidra till grönare försörjningskedjor. Samtidigt visar studierna hur kraven på kostnadseffektivitet kommer i konflikt med kraven på hållbarhet för vissa produkttyper.

Konkreta resultat och projekteffekter

En lärdom som gjorts vid studierna av telekomföretag är att förmågan att



Nyckelfaktorer som påverkar balansen mellan outsourcing och integration vid design av globala försörjningskedjor

bygga effektiva försörjningskedjor, snarare än teknisk funktionalitet, blir allt viktigare för företagets konkurrenskraft när produktteknologin mognar. Studien har resulterat i en doktorsavhandling av Robin von Haartman (2012). Den visar också synen på produktionens strategiska roll behöver vidgas, eftersom produktionskompetensen alltmer bidrar till företagets förmåga att integrera kunder och leverantörer samt bedriva en mer effektiv produktframtagning.

Projektet visar vidare hur viktig förmågan till kunskapsintegration i industriella nätverk är för företagets innovations- och konkurrensförmåga. Dessa resultat har dokumenterats i en bok som vi gett ut på Oxford University Press. I fallstudier bland annat vid Sandvik illustreras hur övergången till en mer aktieägarorienterad ekonomistyrning ställer högre krav på snabbare, mer resurseffektiv och lönsam produktutvecklingsprocess. Detta påverkar också formerna för samordning mellan olika organisatoriska enheter spridda till olika länder. Resultaten återges bl a i en bok på Routledge.

Delstudien kring hållbar utveckling har tydliggjort betydelsen av att ut-

veckla strategier för att hantera korruption för att lyckas med implementering av CSR i leverantörsleden. Med stöd av enkätdata visas också att CSR-krav vanligen går ihop med andra konkurrensfaktorer. För icke-kritiska komponenter finns dock en motsättning mellan kraven att samtidigt nå låga kostnader och social och miljömässig hållbarhet. Slutligen har projektet utvärderat effekterna av olika försörjningskedjor och produktionsstrategier. Analyserna visar att effekterna av outsourcing som drivs av lågkostnads-skäl skiljer sig från innovationsdriven outsourcing. Vidare klargörs att effekterna av outsourcing endast kan värderas tillsammans med de interna utvecklingsinsatser som görs parallellt. Resultaten visar också de dolda kostnaderna av outsourcing, som skapas av gapet mellan krav på och förmåga till kunskapsintegration.

Framgångar

En av de oväntade framgångarna i projektet är fallstudien av Huawei i Shenzhen som visar hur telekomföretaget byggt upp globala försörjningskedjor som bidrar till det som kallas "cost innovation", dvs. en

förmåga att kunna leverera kundpassade högteknologiska produkter till lågt pris.

En annan framgång i projektet är utnämningen av en tekn dr och en docent samt publicering av två böcker på internationella förlag, en på Routledge (2010) och en på Oxford University press (2011).

Nämnas kan också att projektets seminarium kring strategiskt inköp som arrangerades tillsammans med SILF lockade ca 130 deltagare.

Deltagande parter

Projektet genomförs av forskare och doktorander från Högskolan i Gävle (prof. L Bengtsson m fl), Handelshögskolan i Stockholm (prof. J. Lind m fl) och KTH i Stockholm (docent M. Dabhilkar) i samarbete ett antal svenska företag, bland annat Sandvik, Ericsson, Syntronic och Mekanotjänst. Den internationella inköpsenkäten utförs i samarbete med forskare vid 13 universitet i 11 länder i Europa och USA, däribland Politecnico di Milano,

Erasmus University in Rotterdam, University of Bath och University of Western Ontario.

För bred resultatspridning har genomförts flera externa seminarier och workshops, med på teman som leverantörsutveckling, strategiskt inköp, och sustainable supply chains.

Publikationer

Bengtsson, L., Dabhilkar, M. and von Haartman, R. (2011). "Knowledge integration challenges when outsourcing manufacturing". In Berggren, C., Bergek, A., Bengtsson, L. Söderlund, J. and Hobday, M. (Eds.). Knowledge integration and innovation. Oxford University Press

Bengtsson, L. and Dabhilkar, M. (2009). Manufacturing outsourcing and its effect on plant performance: Lessons for KIBS outsourcing. *Journal of Evolutionary Economics.*, 19, 2, 231-257.

Christner, H., & Sjögren, E. (2011) Good project, good product? Performing shareholder value in the product development department of a manufacturing firm. Presented at Science and Technology Studies Conference in Linköping 23-24 March 2011 and the 27th EGOS Colloquium in Gothenburg 7-9 July 2011.

Dabhilkar, M. (2011) Trade-offs in make-buy decisions, *Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol 17, Issue 3, pp 158-166.

Haartman, R.von. (2012). *Manufacturing Capabilities: Expendable Commodities or Catalysts for Effective Supply Chain Management*. Doctoral thesis, KTH.

Kraus, K. & Lind, J. (2010). The impact of the corporate balanced scorecard on corporate control: a research note, *Management Accounting Research*, 21, 4, 265-277.

Lind, J. & Thrane, S., (2010), *Towards Accounting in network settings*, In Håkansson, H., Kraus, K. & Lind, J. (Eds.), *Accounting in Networks*, London: Routledge, 60-79



Projektledare:

Professor Lars Bengtsson, Högskolan i Gävle, Industriell ekonomi, lars.bengtsson@hig.se

Start: Oktober 2009

Slut: December 2012

Projektbudget: 8,3 MSEK

Produktionslokalisering och fabriksroller

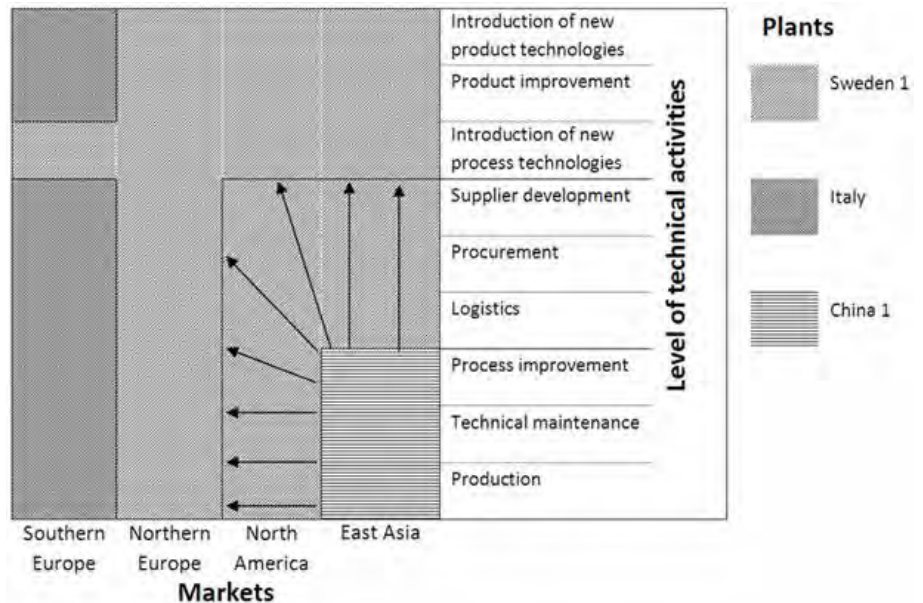
Projektets mål

Projektets mål är att utveckla modeller och metoder baserat på goda exempel och relevant litteratur, för hur slagkraftiga produktionsnätverk skall utformas strategiskt. Var skall fabriker ligga? Vilka roller skall respektive anläggningar ha? Olika roller för olika produkter eller produktgrupper? Hur skall nätverket utformas för att nå bästa kombination av kostnadseffektivitet, leveransförmåga, flexibilitet, robusthet, mm? Hur skall samspelet mellan olika anläggningar utformas? Vilka anläggningar skall ha produkt- och processutvecklingsansvar och för vilka produkter eller produktgrupper? Detta berör såväl produktionstekniska som ledningsmässiga perspektiv. Vi analyserar faktorer som påverkar lokalisering och hur fabriksroller kan och bör fördelas och utvecklas i olika regioner.

Genomförande/metoder

Befintliga nätverk hos deltagande företag kartläggs och analyseras utifrån tillgänglig teori och egna modellansatser. Datainsamling i projektet sker dels av företagsrepresentanter, vid företagsbesök, vid möten med projekt-företagen och vid fokusseminarier kring specifika frågeställningar. Detta syntetiseras till ett ramverk för utformning av produktionsnätverk mht lokalisering och fabriksroller. Projektet bedrivs i fyra delprojekt:

- Nätverksanalys på produkt- och produktgruppsnivå,
- Kompetensuppbyggnad, -organisation och -överföring inom nätverket,
- Longitudinella studier av anläggning av nya fabriker, och
- Hållbarhetsaspekter på lokalisering: ekonomi, miljö och sociala aspekter.



Beskrivningsmodell för ansvarsfördelning av produktionskompetenser mellan fabriker och för olika marknader

Grön tillväxt

I ett delprojekt studerar vi hållbarhetsaspekter på lokalisering, vilket på sikt kan göra att fler företag tar allt större hänsyn till grön tillväxt vid utformning av produktionsnätverk.

Konkreta resultat och projekteffekter

Andreas Feldmann försvarade sin doktorsavhandling den 10 juni 2011, med titeln "A plant perspective on manufacturing networks".

Framgångar

Andreas Feldmann erhöll ABBs Alde Nilsson Stipendium 2011 för framgångsrik forskning inom produktionsområdet. Artikeln "Linking networks and plant roles: The impact of changing a plant role" av Andreas Feldmann, Jan Olhager, Don Fleet och Yongjiang Shi, erhöll "The Chris Voss Best Paper Award" (bland ca 330 presentationer) vid den 17:e internationella årskonferensen för EurOMA (European Operations Management Association) i

Porto, Portugal. Jan Olhager var inbjuden keynote-talare vid PLAN-konferensen 2011 den 5-6 april i Stockholm, för att tala om "Utformning av slagkraftiga produktionsnätverk".

Jan Olhager är inbjuden talare till en invited session om "Global Operations" vid Production and Operations Management World Conference, 1-5 juli 2012 i Amsterdam, Holland.

Deltagande parter

Forskargruppen: Professor Jan Olhager, teknisk logistik, Lunds universitet, projektledare. Professor Ou Tang, produktionsekonomi, Linköpings universitet. Tekn.Dr. Andreas Feldmann, post-doc, produktionsökonomi, Linköpings universitet. M.Sc. Lujie Chen, doktorand, produktionsökonomi, Linköpings universitet.

Deltagande företag: Alfa Laval, Lund. PartnerTech, Vellinge. Toyota Material Handling, Mjölby. Volvo Construction Equipment, Braås och Bryssel. Genomgående är företagsrepresentanterna och de personer som

deltar i forskningsprojektet ansvariga för eller starkt involverade i det strategiska utvecklingsarbetet för respektive företags globala produktionsverksamhet, och företräder funktioner såsom Operations Development och Industrial Strategy. Samtliga företag är aktiva i projektet.

Internationella samarbeten finns i projektet med forskargruppen kring

International Manufacturing vid Cambridge University, med bl.a. Don Fleet, Mike Gregory och Yongjiang Shi. Två av dessa är medförfattare på en publikation kring kopplingen mellan nätverks- och fabriksnivåer. Under 2011 inleddes samarbete med Professor Kasra Ferdows, Georgetown University, USA, då han även medverkade i ett rundabords-

seminarium med alla i projektet deltagande företag. Han medverkar nu i en undersökning av strategiska skäl och konkurrens fördelar kopplat till lokaliseringsstrategier i några globala företag.

Publikationer

Chen, L., Olhager, J., Tang, O. (2012): "Manufacturing facility location and sustainability: A literature review and research agenda". Proceedings, International Working Seminar on Production Economics, Innsbruck, Austria.

Feldmann, A., Ferdows, K., Olhager, J. (2012): "Evolution of strategic reasons and competitive advantages of site locations in global production networks". To be presented at POM World 2012, Amsterdam, July 2012.

Feldmann, A., Olhager, J. (2012): "Plant roles: Site competence bundles and their relationships with site location factors and performance". Under revision for International Journal of Operations and Production Management.

Feldmann, A., Olhager, J., Fleet, D., Shi, Y. (2011): "Linking networks and plant roles: the impact of changing a plant role". Under revision for International Journal of Production Research.

Feldmann A, Olhager J (2011): "Distribution of manufacturing strategy decision-making in manufacturing networks". Proceedings, Annual Meeting of the Decision Sciences Institute, Boston, USA.

Olhager, J., Feldmann, A. (2012): "Manufacturing plant networks at the product and material flow level". To be presented at POM World 2012, Amsterdam, July 2012, in an invited session on Global Operations



Projektledare:

Jan Olhager, Lunds universitet, jan.olhager@tlog.lth.se

Start: Januari 2010

Slut: December 2012

Projektbudget: 12 MSEK

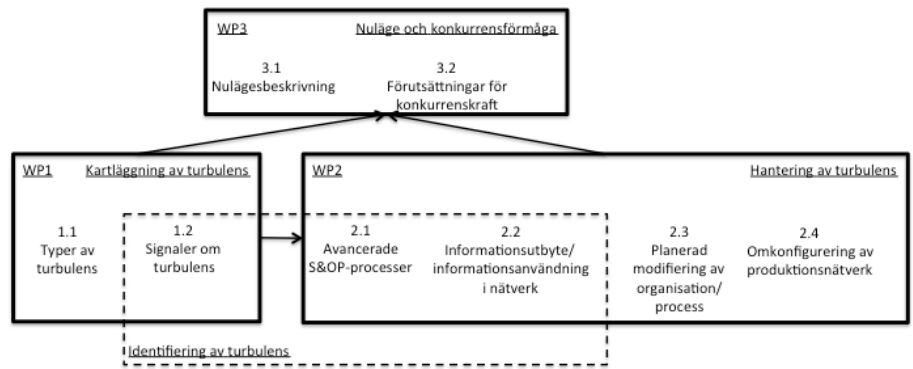
Strategier för hållbara produktions- och försörjningsnätverk i turbulenta miljöer

Projektets mål

Projektets syfte är att utveckla ny kunskap om vilken turbulens tillverkande företag kan utsättas för, hur den kan identifieras, och vilka strategier för att anpassa planeringsprocesser, informationsutbyte, och produktionsnätverkets konfiguration som är möjliga och lämpliga vid turbulens. Avsikten är att utveckla konkreta ramverk och riktlinjer som ska kunna vara till direkt nytta för tillverkande företag som vill förbättra sina förmågor att förstå sin turbulens och göra dessa till objekt för ledarskap genom att välja och anpassa strategier för att hantera den. Resultat ska också kunna fungera som benchmarkingunderlag och en diagnos på svensk tillverkningsindustris känslighet för, och förmåga att hantera, turbulens. Flera olika kunder och kravställare adresseras i projektet. Behoven har särskilt identifierats hos tillverkande företag. 'Policy makers', systemleverantörer och konsulter förväntas också ha nytta av resultaten. Projekt är strukturerat i tre delar/WP (Work Packages).

Genomförande/metoder

WP 1 och 2 fokuserar på det enskilda tillverkande företaget ('mikroperspektiv'), och analyserna görs med hjälp av fallstudiedata. Djupstudier som involverar ett eller flera företag eller försörjningskedjor fokuserar på signaler inom byggindustrin (WP 1), 'avancerade' S&OP-användare (WP 2.1), informationsdelning inom fordonsindustrin (WP 2.2), och ett företags produktionsnätverk (2.4). Bredare intervjubaserade flerfallstudier genomförs också (WP 2.3 och delvis WP 1). WP 3 fokuserar på svenska tillverkande företag som helhet



Work Packages

(‘makroperspektiv’) och analyseras med hjälp av enkätdata och offentlig statistik. WP 3 kommer också syntetisera och generalisera resultat från WP 1-2. Två projektövergripande konferenser och några WP-specifika workshoppar med deltagande parter är planerade.

Grön tillväxt

Oplanerbara och plötsliga händelser har inte bara direkt ekonomisk påverkan; den naturliga miljön blir också utsatt för belastning (i form av utsläpp och förbrukning av knappa eller icke förnybara resurser), båda under själva händelsen, men särskilt som konsekvens av att företag historiskt agerat reaktivt mot turbulens. Företag avsätter resurser till det okända som förebyggande (t ex. investeringar i extra lagerhållning och kapacitet) och reagerar mot den särskilda händelsen med 'onödiga' aktiviteter. Detta har tvingat fram extra kostnader, ej miljöanpassade transportlösningar, och inkuranser. Mer genomtänkta och planerade strategier för att hantera turbulens, har därför direkt påverkan på miljöarbetet och långsiktig grön tillväxt.

Konkreta resultat och projekteffekter

Projektet avser resultera i:

- Identifiering av typer av turbulens och framtagning av ett ramverk som kategoriserar typer av turbulens (orsaker och effekter). Baserat på detta ramverk ska företag med utgångspunkt i den egna situationen (typer av produkter, marknader, produktionsförutsättningar, nivå i försörjningskedjan, etc) kunna kartlägga huvudsakliga turbulens typer som kan påverka deras försörjningsnätverk.
- Identifiering av vilken information (från kunder och leverantörer) som behövs och signaler (t ex trender, mediabevakning, ändrad attityd bland handelspartner) som observeras av företag, samt hur de kopplar till turbulens typer.
- Identifiering av nödvändiga förutsättningar, och hinder som måste överbryggas, för att konfigurera ett företags S&OP-process så den är förberedd för beslutsfattande vid turbulens. Ett ramverk som ska kunna användas för företagsintern analys tas fram.
- Kategorisering av informationstyper, kommunikationsmedia, potentiella värden och hinder för

att hantera turbulens i försörjningskedjor,

- Förklaring av hur människor, organisation och teknologi påverkar möjligheter att skapa värde av informationsutbyte och användning vid turbulens.
- Förklaring av vilken turbulens som matchar tänkbara modifieringar i planeringsprocesser och planeringsorganisation, samt i vilken mån det är lönsamt att ha sådana förberedda inom verksamheten.
- Identifiering av nödvändiga förutsättningar för att produktionsnätverk snabbt ska kunna balansera

om sin beläggning i nätverk som respons på turbulens.

- Beskrivning av förekommande turbulens och förekommande handlingsalternativ (beredskap) i svensk tillverkningsindustri.

Deltagande parter

Projektet genomförs av doktorander och seniora forskare i samverkan med industrin. Matthias Holweg vid University of Cambridge är deltidsanställd vid Chalmers under projekt-tiden för att ansvara och delta i delar av projektet. Projektet är en utveckling av ett tidigare hypotesprövningsprojekt som fokuserade på fordonsindustrin.

Det aktuella projektet innebär en fördjupning, men också en breddning till andra branscher och företagsstorlekar. Enskilda företag har deltagit i projektframtagningen och kommer att involveras som fallstudieföretag i WP 1-2. Bland de deltagande företagen finns Volvo Personvagnar, AB Volvo, Autoliv, Meritor, Ericsson, Skaraverken, Volvo Aero, SKF, PEAB, Skanska, Starke Arvid och Santa Maria. Ytterligare företag kommer att involveras under 2012.

Publikationer

Projektet startade i November 2011 varför det ännu inte finns färdiga publikationer. Projektpublikationer kommer att återfinnas på projekthemsidan: <http://www.chalmers.se/tme/EN/organization/divisions/logistics-transportation/research-project/turbulence>



Projektledare:

Patrik Jonsson, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för teknikens ekonomi och organisation, patrik.jonsson@chalmers.se

Start: November 2011

Slut: November 2013

Projektbudget: 6,5 MSEK

PROLOC – Strategisk produktionslokalisering under produktens livscykel

Projektets mål

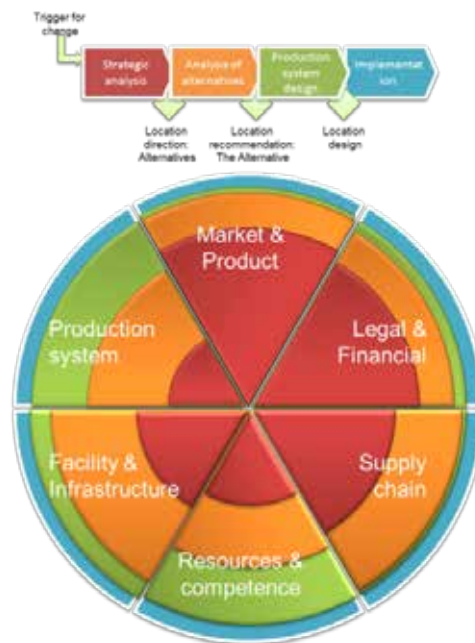
PROLOC-projektets mål är att utveckla metoder och verktyg som ska underlätta för beslutsfattare i tillverkande företag att fatta rätt produktionslokaliseringsbeslut. Projektet förväntas bidra med en industriellt användbar besluts- och beräkningsmodell som möjliggör ett nytt sätt att resonera kring produktionslokalisering och utveckling av tillhörande produktionssystem, baserat på korrekt informationsunderlag. Underlaget ska bygga på välgrundad tillverkningsekonomisk data och kopplas till en livscykelbaserad produkt- och produktionssystemportfölj, vilket möjliggör en analys av både strategiska överväganden och beräkning av totalkostnaden för olika intäktsscenarier.

Genomförande

Projektet är uppdelat i tre arbetspaket som behandlar analys av parametrar som påverkar ett lokaliseringsbeslut, tillverkningsekonomisk modellering eller skattning av monetära parametrar som påverkar ett lokaliseringsbeslut samt integrering av arbetsprocess och beräkningsmodeller till ett industriellt användbart beslutsstöd. I samtliga arbetspaket sker forskning i nära samarbete med de fem partnerföretagen. Projektet bedrivs som ett 50/50 samarbetsprojekt mellan forskargruppen vid Industriell Produktion på LTH, och forskargruppen inom Produktrealisering på MDH.

Grön tillväxt

PROLOC-projektet syftar till att stödja företagen med metoder och verktyg för att skapa detaljerade ekonomiskt baserade beslutsunderlag i lokaliseringsfrågor. Det innebär att den ekonomiska delen i hållbarhetsbegreppet adresseras



Beslutsprocess och olika parameterkategoriers inverkan i olika faser i beslutsprocessen

primärt, men att även miljökonsekvenser hanteras. Den underliggande ansatsen i projektet är att bättre beslutsunderlag tar hänsyn till hela kostnadsbilden vilket i större utsträckning motiverar lokalisering av fabriker i Sverige, alternativt säkrar korrekta "business case" vid globala lokaliseringsbeslut. Sammantaget bidrar det till en resurseffektiv verksamhet och ökad konkurrenskraft för svenska bolag. Med beslutsstödet hjälp kan man ta hänsyn till betydligt fler faktorer än vad som normalt sett görs vid lokaliseringsbeslut, inklusive miljöpåverkande faktorer såsom kostnader för transporter och automationsgrad kopplat till kompetens och bemanning samt andra faktorer som innefattas i begreppet "Grön tillväxt". Det ger förutsättningar för mer gröna ställningstaganden när man flyttar eller bygger upp ny produktionskapacitet.

Konkreta resultat och projekteffekter

Sedan projektstarten så har 15 enskilda fallstudier startats i projektet, varav 8 har avslutats. Samtliga fallstudier har bedrivits eller bedrivs tillsammans med projektets industriella partners. Fallstudierna spänner över hela projektets arbetsfält, och i varje fallstudie tillsammans med företagen finns konkreta mål och frågeställningar som besvarats och på olika sätt bidrar till projektets överordnade syfte. Två likartade fallstudier har behandlat kostnadsanalys av utvalda delar av företagets tillverkning. I båda fallstudierna har en kostnadsmodell för att analysera prestandadrivna tillverkningskostnader används för att svara på frågorna; hur stor är skillnaden i tillverkningskostnad mellan olika produktvarianter som tillverkas i samma monteringslina och hur stor är skillnaden i tillverkningskostnad

om man jämför ett traditionellt sätt att kalkylera produktkostnad med den prestandadrivna kostnadsmodellen? Resultaten från fallstudierna gav företagen nya kunskaper som har omsatts praktiskt. Ett av företagen använder den metod som utvecklades för produktionsuppföljning som utvecklades under projektet. Kunskapen om vad som driver kostnader användes vid utformningen av en ny monteringslina. Ny kunskap om hur stor inverkan produktionsprestanda har på tillverkningskostnader användes bl.a. vid en omlokalisering av produktion till Italien. Kunskapsuppbyggnad kring industriella beslutsprocesser vid produktionsflytt samt i vilken omfattning företag använder kostnader i sina beslutsprocesser är viktig för utformningen av ett industriellt användbart beslutsstöd. Fallstudier inom detta område visar att beslutsprocessen i det studerade fallet inleds med ett strategiskt beslut som följs av en konsekvensanalys innan flyttprocessen realiserar. En viktig faktor både vid flytt och design av nya produktionsystem är informationsbehov och kravspecifikationer för att kunna definiera det kostnadsoptimala

produktionssystemet. Under detta arbete har en systematisk fasindelad process för information inhämtning utvecklats. Denna ligger till grund för det beslutsstöd som kommer att utvecklas i PROLOC-projektet. Beslutsstödet ska innehålla en arbetsprocess kopplad till flera separata verktyg för analys av kostnader och risk. En omfattande lista av parametrar har identifierats och kategoriserats. Figuren visar den schematiska arbetsprocessen och en indelning av lokaliseringsparametrar i sex olika kategorier kopplade till produktens livscykel, som illustrerar i vilken inverkan av olika kategorier i olika faser av beslutsprocessen.

PROLOC-projektets akademiska resultatmål är att lägga fram 6 journalartiklar, 9 konferensartiklar samt tre doktorsexamina. Efter ca halva projektiden har 3 examensarbeten, 6 konferensartiklar samt en licentiatrapport publicerats inom ramen för projektet. I mars kommer en av doktoranderna i projektet att disputera.

Framgångar

Både det nära samarbetet och det stora intresset från våra industriella partners och mötet mellan två forskargrupper

med kompletterande kompetenser är två av projektets framgångsfaktorer. I fallstudier vi bedriver med industrin har inneburit direkt implementerbara delresultat och ökad kunskap. Det gemensamma arbetet kring utformning av beslutsstöd ger en helhet som kommer att bidra till en ny typ av beslutsstöd vid lokaliseringsbeslut och produktionsystemdesign.

Deltagande parter

I PROLOC-projektet samarbetar vi med 5 olika tillverkningsföretag; Alfa Laval AB, Alfdex AB, Haldex AB, Seco Tools AB samt Volvo Construction Equipment AB. Fyra av företagen har idag global verksamhet med erfarenheter från lokalisering av produktion. Samarbetsföretagen är kontinuerligt involverade i fallstudier, workshops och projektmöten och aktiva i projektets styrgrupp. Samtliga företagspartners har ett mycket aktivt deltagande i projektarbetet och bidrar med mycket värdefulla erfarenheter av praktisk flyttverksamhet.



Projektledare:

Carin Andersson, Lunds universitet, carin.andersson@mtov.lth.se

Start: April 2010

Slut: Mars 2013

Projektbudget: 12 MSEK

STRATEGO – Produktionsstrategier för konkurrenskraft i SMME

Projektets mål

Syftet med projektet STRATEGO är att öka möjligheten för små och medelstora tillverkande företag (SMME¹) att använda produktionsstrategier på ett sätt som tydligt bidrar till hållbar konkurrenskraft på en internationell marknad. För att kunna uppnå detta krävs en operationalisering av produktionsstrategisk teori samt en ökad kunskap om vilka specifika behov SMME har på metoder som ska stödja verksamheten. Resultatet av projektet är dels förändrat arbetssätt i deltagande företag när det gäller produktionsstrategier, dels en metod där resultatet av det gemensamma utvecklingsarbetet i de olika företagen syntetiserats.

Genomförande/metoder

Projektet drivs i nära samverkan mellan forskarna och de medverkande företagen. Projektets interaktiva arbetssätt inbjuder till, och möjliggör, en gemensam kunskapsutveckling. I det interaktiva arbetssättet ingår fyra steg:

- 1 kartläggning/diagnos,
- 2 återföring av resultat,
- 3 gemensam utveckling av metod samt
- 4 test och utvärdering.

Utveckling av metod sker i samverkan mellan deltagande företag och forskarna, med utgångspunkt från de vid kartläggningen identifierade behoven i företagen och befintlig teoretisk kunskap om produktionsstrategier och erfarenheter från tidigare arbete med praktisk tillämpning av produktionsstrategisk teori. För att möjliggöra kontinuerlig dialog med



© AB Bruzaholms Bruk

AB Bruzaholms Bruk är ett mer än 350 år gammalt företag och de är en av Europas ledande tillverkare av slitgods för asfalt- och betongblandare

företagen har de teoretiska genomgångarna samt publicerandet fått stå tillbaka något.

Grön tillväxt

Genom systematiskt arbete med produktionsstrategier möjliggörs ett mer effektivt utnyttjande av ett företags produktionsresurser och därmed reduceras slöserier.

Konkreta resultat och projekteffekter

Projektet levererar följande verifierbara resultat (utfall hittills i parentes):

- Produktionsstrategiskt analysverktyg anpassat för behoven i SMME (en första version är testad i företagen och modifieringar pågår).
- Riktlinjer för hur konkurrenskraft kan uppnås i olika situationer (framtagning av riktlinjer pågår).
- Minst åtta vetenskapliga publikationer, varav minst hälften i veten-

skapliga tidskrifter (två konferensbidrag publicerade, två accepterade för publikation, två tidskriftsartiklar under arbete). Minst en populärvetenskaplig publikation per år. Två avhandlingar (en licentiat presenterad 2010).

- Minst tre gemensamma workshops för återkoppling och resultatrapportering till medverkande företag (en genomförd i maj 2011, en planerad i mars 2012).
- Dokumenterad förändring i arbetssätt hos företagen avseende arbetet med produktionsstrategier (pågående utvecklingsaktiviteter har redan bidragit till förändringar).
- Stärkt samverkan i forskarutbildning och forskning mellan JTH och Chalmers (en doktorand från Chalmers medverkar med fakultetsfinansiering för att skapa en bra miljö för doktoranden finansierad av projektet).

¹ Small and medium-sized manufacturing enterprises

För att uppnå mer långsiktiga effekter krävs en spridning av uppnådda resultat. Redan idag används resultat från den inledande kartläggningen i undervisningen på avancerad nivå, både vid JTH och Chalmers. Därmed tar dessa studenter inom en snar framtid med sig kunskapen till olika företag, såväl inom landet som internationellt. Tack var det interaktiva arbetssättet samproduceras kunskap och utveckling i företagen sker tidigt i projektet. Gemensamma workshop med deltagande företag som representerar olika branscher bidrar till branschöver-skridande möten och erfarenhetsutbyte.

Framgångar

Under 2011 har ett internationellt samarbete initierats med SIMTech (Singapore Institute of Manufacturing Technology). Genom samarbetet kan vi utbyta erfarenheter från liknande arbete. Dessutom får vi tillgång till SME i Singapore och därmed en möjlighet att genomföra en jämförande studie samt testa och förfinna den utvecklade metoden med betydligt bredare underlag än det från början planerade.

Deltagande parter

Projektet genomförs gemensamt av JTH, Chalmers och fem mindre produktionsenheter: AB Bruzaholms Bruk (se figur), Talent Plastic AB (på

grund av ägar- och vd-byte deltar inte Talent Plastic AB under 2012), Stålöv AB, Husqvarna AB och Trelleborg Forsheda (Product Area Resonance Damping). De tre första är i stort sett SME enligt EUs definition. PA Resonance Damping är ett mindre och självständigt produktområde med ca 100 anställda. Från Husqvarna AB deltar en fabrik med ca 300 anställda. Samtliga företag deltar på samma sätt (se under genomförande ovan). Det finns dock vissa skillnader när det gäller deras strategiska mognadsgrad vilket naturligtvis påverkar karaktären på deras egna utvecklingsaktiviteter.

Publikationer

Säfsten, K., Winroth, M. (2011) Manufacturing supporting strategies in SMME, Proceedings of EUROMA, Cambridge, UK, 3-5 July.

Säfsten, K., Winroth, M. (2011) Manufacturing strategies supporting competitiveness in SMME, Proceedings of the 4th Swedish Production Symposium, Lund, Sweden, May 4-5.

Edh, N., Winroth, M. Säfsten, K., Löfving, M. (2012) Organizational comprehension of manufacturing strategy – a case study of a SMME, accepted for publication in 45th CIRP Conference on Manufacturing Systems, Athens, Greece, May 16-18.

Winroth, M. Säfsten, K., Löfving, M., Edh, N. (2012) A tentative comprehensive manufacturing strategy framework adapted to the requirements in SME, accepted for publication in POMS 23rd Annual Conference, Chicago, IL, U.S.A. April 20-23.



Projektledare:

Kristina Säfsten, Tekniska Högskolan i Jönköping, kristina.safsten@jth.hj.se

Start: December 2009

Slut: December 2012

Projektbudget: 9,2 MSEK

KAIKAKU – Innovativ Produktionsutveckling

Projektets mål

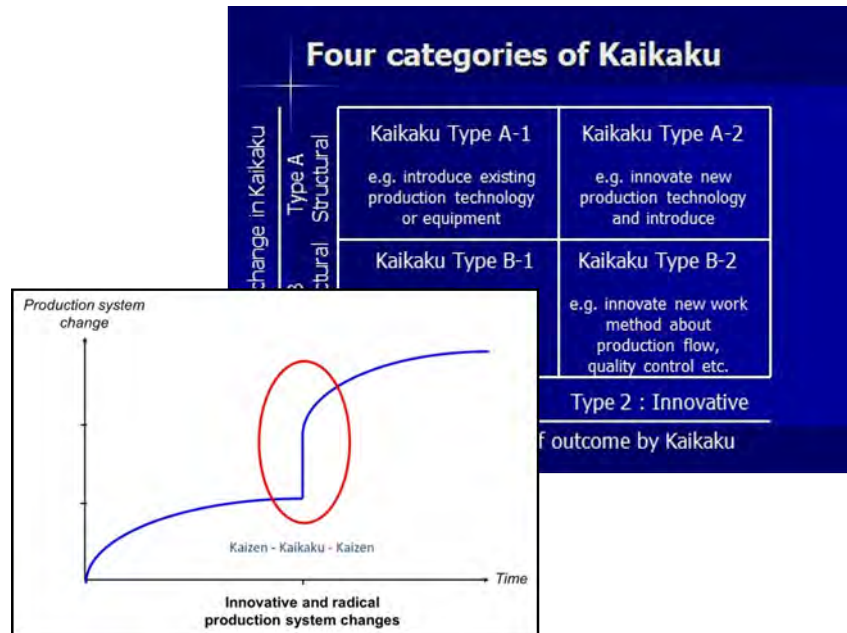
Projektets övergripande mål är att genom forskning och utveckling ta fram underlag för hur effektiv Kaikaku – Innovativ Produktionsutveckling bör bedrivas. Projektets mer specifika kunskapsmål är att skapa kunskap i ett fält som knyter samman produktionsstrategi, utformning av produktionssystem och produktionsutveckling av ny teknologi, processer och metoder i syfte att inkludera radikala förbättringar, Kaikaku, som ett sätt att realisera delar av produktionsstrategin.

Genomförande/metoder

Kaikakuprojektet genomförs idag i aktiv samverkan mellan medverkande industriföretag och de två forskargrupperna Mälardalens högskola och Swerea IVF. Projektets genomförande baseras på vetenskaplig forskningsmetodik utifrån en kvalitativ systemansats med kompetens från produktionsutveckling såväl som innovation och rumslig gestaltning. Empirisk data inhämtas genom fallstudier med projektets samverkande industripartners med fokus på att identifiera förutsättningar för kaikaku, dess realiseringsprocess, samt hur man går vidare från en kaikaku till kaizenverksamhet. Genomförandet belyses i fem arbetspaket (WP1 - WP5) inom områdena produktionsutveckling, innovationskultur och ledarskap samt rumslig gestaltning. En avvikelser från projektplanen är utökandet av två arbetspaket vilket gjorts i syfte att bredda projektet teoretiskt för att inhämta mer kunskap om kaikaku.

Grön tillväxt

Eftersom projektet befinner sig inom området Lean Produktion som i sin tur handlar om att utnyttja resurser effektivt, så kan projektet indirekt sägas bidra till grön tillväxt.



Konkreta resultat / projekteffekter

En förberedande forskningsstudie, två licentiatavhandlingar och elva stycken papers har presenterats så här långt i projektet. Baserat på en av fallstudierna i projektet har det framkommit att efter en genomförd Kaikaku är det ytterst centralt att skapa en infrastruktur och organisation för förbättringsarbetet för att möjliggöra ständiga förbättringar. En ytterligare fallstudie, där målet istället var att realisera en första Kaikaku, framkom viktiga förutsättningar för att lyckas med kaikaku. Det är uppenbart att en viss mognadsgrad krävs, där företaget t.ex. har tydliga mål och strategier, men också ett grundläggande förbättringsarbete.

En vetenskaplig analys av 60 genomförda kaikakufallstudier i Japan visar dessutom en stigande trend i företags strävan mot att inte bara göra sina fabriker mer "lean", utan också mer radikalt innovativa. Ett resultat för genomförande av Kaikaku är rummets betydelse, där en fallstudie indikerar att de ytor/rum i fabriken som är rena och

fräscha bedöms mer stödjande för innovation enligt företagens operatörer, samtidigt som t.ex. lagringsplatser eller mörka och stökiga ytor bedöms hindra innovation. Från de studerade företagen kan vi konstatera att inom tillverkningsindustrin används det fysiska rummet huvudsakligen till att stödja ständiga förbättringar. Förutsättningar behövs skapas för att rummet på ett strategiskt sätt ska stödja radikal innovation.

Framgångar

Det tvärvetenskapliga samarbetet i projektet ökar deltagarnas helhetsförståelse för innovativ produktionsutveckling som är ett tvärvetenskapligt område.

Workshops på fallstudieföretag; gemensamma frågeställningar belyses där fallstudieföretaget får hjälp framåt och arbetspaketen inspiration och empiri till sina studier.

Framtagning av Kaikaku-labb och workshop med företag i Kaikaku-labb; en yta att använda till kreativa

workshops för att stödja Kaikaku-processen.

Dialogseminarium med deltagare från arbetspaketen och övriga deltagare i projektet; intressanta artiklar med Kaikaku som beröringspunkt läses och diskuteras, ger ökad förståelse och insikt.

En serie workshops/utbildningar inom kultur och ledarskap för innovation kommer genomföras i

samverkan med partnerföretagen i projektet.

Deltagande parter

Industrin har i hög utsträckning medverkat i kaikakuprojektet om än i olika former och omfattning. Upplägget och omfattningen av deltagandet har varierat något från att bestå av konstant aktionsforskning under hela projektet, till mer eller mindre intensiva projekt under några månader. Alla

medverkande företag är dock med i aktiv samverkan och studeras under hela kaikakuprojektets genomförandefas. Resultaten från alla de olika studier som genomförts har publicerats i papers och journaler av projektets doktorander, seniora forskare och professorer.

Publikationer

Avhandlingar: Yamamoto, Yuji. (2010). Kaikaku in production, Licentiate thesis 120. Mälardalen University Press, Västerås, Sweden, 2010.

Andersson-Schaffer, Jennie. (2011). Communication space: Spatial design in manufacturing industry, Licentiate thesis 128. Mälardalen University Press, Västerås, Sweden, 2011. Artiklar

Andersson, J., Cadavid, J., & Backström, T. (2010). Spatial design for continuous improvement: The case study of three manufacturing companies. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 23(8), 791 — 805

Backström, T., & Olsson, B. K. (2010). Kaikaku – a complement to emergence based development. Paper presented at the First International Conference on Design Creativity Kobe, Japan.

Yamamoto, Y. and Bellgran, M. (2010): "Fundamental mindset that drives improvements towards lean production", *International Journal of Assembly Automation*, Vol. 30, No. 2, pp. 124-130.

Gåsvaer D. och von Axelson J. (2011), Towards a methodology for Kaikaku realization, *Proceedings Swedish Production Symposium 2011*

Stålberg L. and Fundin A. (2012), Transitioning radical improvement to continuous improvement. Full paper submitted to the 22th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM), 10-13 June 2012, Helsinki, Finland



Projektledare:

Mats Jackson, Mälardalens Högskola, mats.jackson@mdh.se

Start: April 2010

Slut: April 2013

Projektbudget: 12,6 MSEK

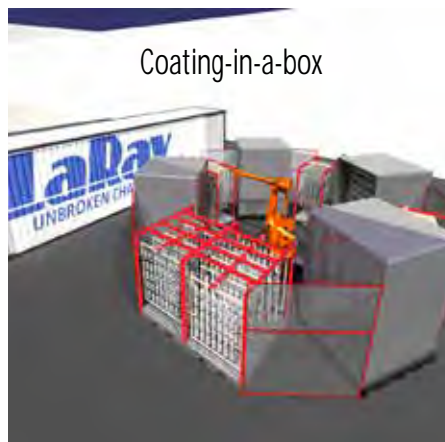
Ett samlokaliserat produktionsflöde utan avbrott

Projektets mål

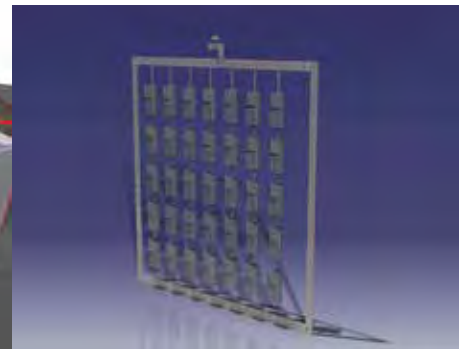
Projektets förväntade resultat är att skapa förutsättningar för att få en större förståelse för vilka stora kostnadsbesparingar det finns i att hålla ihop sina flöden. Det är avgörande att skapa insikt för att skärpa konkurrens och överlevnadsförmågan för mindre och medelstora svenska tillverkande företag. Metoden visar därför konkret vilka extra kostnader som uppstår, om man anser sig tvungen att bryta sitt produktionsflöde och anlita underleverantörer för processer som t.ex. lackering. En stor del av dessa kostnader kan sparas genom att hålla ihop värdeflödet. Arbetet att implementera lean - principer i tillverkande företag visar att det verkliga nuläget vad gäller parti-storlekar, flöden i tillverkningen och mellan företag, har stor eller mycket stor förbättringspotential. Syftet med projektet är även att visa på innovativa konceptlösningar, som möjliggör sammanhållna flöden i industriell produktion, där det idag inte anses vara tekniskt/ekonomiskt möjligt att genomföra. Specifik tillverkningsprocess som adresseras är lackering som i upprepade företagskontakter visat sig ha ett verkligt behov av att finna nya lösningar.

Ett projektförslag för mobil ytbehandling

Vi söker alltid bättre arbetssätt för att minimera eller eliminera förluster i tillverkningen, och vi känner väl till att flöden skall vara snabba och oavbrutna. Ändå tvingas mindre företag att göra brott i flödet för att skicka komponenter för ytbehandling därför att man inte kan satsa på egna lackeringsanläggningar.



Flexibel Standard Fixtur



Konceptlösning för en obemannad modulärt uppbyggd pulverlackering placerad hos kund. I detta fall med manuell av/på plockning. Naturligtvis bör vidare automatisering av denna hantering relativt enkelt utföras

Detta orsakar stora tidsförluster, försvårar och fördyrar kvalitetssäkring och binder mycket kapital som beror på att ett stort antal extra artiklar binds i de brutna flödena. Behovet av att sända iväg partier med bil styr ofta om hela planeringen, eftersom man strävar efter fylla bilen på grund av transportkostnader. Eftersom man i regel räknar med att "förlora" sina halvfabrikat under en vecka plus några dagar för hantering, så producerar man ofta större kvantiteter och då växer produktionsflödets batchstorlekar och som resultat korkar man igen fabriken ytor.

Detta kan binda i storleksordning lika mycket kapital för produkter i arbete som hela övriga tillverkningen i en verkstaden, samt orsakar slöserier (=kostnader) i interntransporter, hantering, packning, samt administration. Detta skapar behov av ytor för lagring, hantering och emballering.

Grön tillväxt

Att utreda påverkan på miljö har inte ingått i hypotesen, men tänkbara effekter är givetvis eliminering av transporter med lastbil, mindre

energiförbrukning som effekt av bättre utnyttjade och integrerade anläggningar och förbättrad kontroll möjlighet som minskar omarbete och därtill hörande transporter.

Genomförande/metod

Hypotesen är att skapa sekventiella fästycksflöden, där tillverkningskedjan hos företaget kompletteras med mobila lackeringsenheter som inryms i en container. Metoden att realisera detta är att använda små modulära processkuber som är tätt integrerade, produktionsutrustningar. En realiserad vision innebär eliminerade behov att bryta produktionsflöden i fabrik. Med nytänkande och innovativa lösningar kan man härigenom minska ledtider och eliminera slöserier i leverantörskedjan mellan olika tillverkande enheter. Ett företag som står i begrepp att investera i egen ytbehandlingsutrustning i det egna produktionsflödet och ett ytbehandlingsföretag idag utför legoarbeten, men som är mycket intresserade av att utveckla en helt ny mobil lackeringsanläggning för samlokalisering, har deltagit aktivt i

projektet. Simulering och förprojektering av en sådan anläggning har utförts och investeringsuppskattning har utförts.

Konkreta resultat och projekteffekter

Vår bedömning är att analysmetoden är av mycket stort intresse att vidareutveckla och testa på flera företag. Flera företagsledare framhåller att man får en samlad bild av ett komplext och svårlöst område och härigenom kan få en värdefull input till investeringskalkylering och då starta ett utvecklingsarbete mot samlokalisering av lackeringsverksamheten. Ett intressant spår

vore att utveckla samarbete med företag inom automations- och ytbehandlingsbranschen skapa en mobil ytbehandlingsanläggning, som kan flyttas till kunden och där 'jackas' in i produktionsflödet. En dylik anläggning får plats i en 40 fots container och installeras hos kunden. Drift och underhåll skulle då kunna skötas av experter på ytbehandling under en uppstartsfas och på sikt skall kundens personal kunna överta driften. Detta har särskilt observerats i hypotesprojektet, och har mycket hög prioritet att vidareutvecklas i ett större forskningsprojekt med flera deltagande exempelföretag.

Deltagande parter

LaRay AB, Hjärteby har deltagit med expertis inom lackering och förprojektering av mobila utrustningar.

Lesjöfors Industrifjädrar AB har deltagit med värdeflödesanalyser och diskussioner i samband med tillverknings- och lackeringsprocesser.

AB Furhoffs Rostfria, Skövde möten och diskussioner om egen investering i nya ytbehandlingsutrustningar, möjligheter och resultat.



Projektledare:

Peter Lundin, Swerea IVF AB, peter.lundin@swerea.se

Start: December 2010

Slut: Januari 2012

Projektbudget: 0,5 MSEK

Integrerad produkt- och produktionsutveckling

Modellbaserad produktutveckling och monteringsstöd för snickeriprodukter

Projektets mål

Att med 3D skanningsteknik för rumsinmätning i kombination med 3D-CAD lösningar skapa modellbaserade verktyg som effektiviserar dagens produktutveckling, produktion och monteringsarbete av byggnads-snickerier, där särskilt fokus läggs på utveckling av virtual realitytekniker vid montering.

Genomförande/metoder

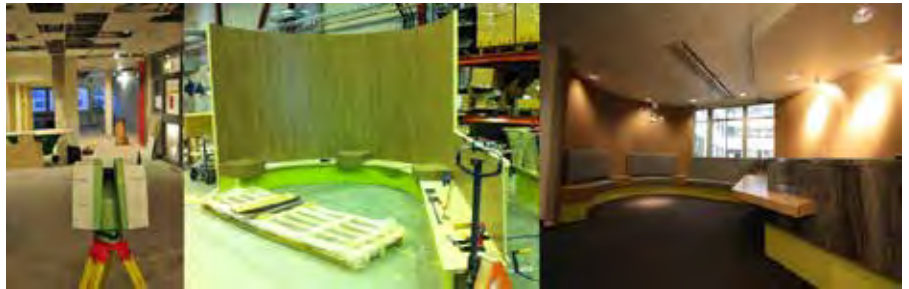
Projektet baserades på en fallstudie, ombyggnation av kontorslokaler bestående av kundunika inrednings-snickerier.

Olika mättekniker för digital 3 dimensionell inmätning prövades, utvärderades och jämfördes inbördes såväl som med dagens mer manuella deltagande partemetod. Monteringsarbetet följdes på plats och dokumenterades samt inblandad personal intervjuades kontinuerligt under arbetets gång med syfte att identifiera brister i processen samt vilken information som behövs i varje delmoment för en effektivare process. Resultatet indikerar att relativt enkla åtgärder vad gäller utformning av instruktioner och informationsöverföring kan ge stora effektiviseringar. Med anledning av detta ströks arbetet med virtual reality.

Grön tillväxt

Potential för minskning av persontransporter, materialtransporter samt materialförbrukning.

Genom en 3 dimensionell inmätning av lokalen erhålls en kvalitetssäkring av processen i och med att konstruktören får tillgång till lokalens faktiska utseende i sin dator. Rationell inmätning



med hög detaljupplösning spar mantimmar jämfört med dagens metodik. Inmätningen kvalitetssäkrar konstruktionsarbetet genom bättre rumsförståelse. Högre grad av prefabricering möjliggörs och minskad risk för konstruktionsrelaterade omarbetningar. Färre mantimmar per objekt pga kvalitetssäkrad konstruktion samt rationellare montering dels på grund bättre passform och modellbaserad monteringsinstruktion.

Konkreta resultat och projekteffekter

Laserskanning av lokaler i 3D har potential att ge den precision i avbildningen av rummets verkliga form som möjliggör en högre prefabriceringsgrad än dagens metod medger. Dock krävs utveckling av arbetsmetoder för att hantera den stora mängd data som metoden genererar utan att förlora i detaljupplösning och precision i kontaktytan mellan rummet och snickerikomponenten.

En 3D avbildning av lokalen medför även en betydande kvalitetssäkring i konstruktionsfasen. Rummet flyttas in i konstruktörens dator och ger en betydligt bättre förståelse för lokalen och dess egenheter. Om dessutom lokalen kan omvandlas till en 3D CAD-modell möjliggör det ytterligare fördelar där

snickerikomponenterna kan anpassas till rummets verkliga form. Men för att nå perfekt måttanpassning krävs en hög precision i mätningen.

En digital produktmodell i 3D kan vara en bra grund för effektivare informationsöverföring och instruktioner till montören. Kompletteras produktmodellen med den information som bland annat montörerna efterfrågade i fallstudien bör det vara möjligt till en betydande effektivisering och kvalitetssäkring av monteringsmomentet.

Deltagande parter

Projektledare Micael Öhman, Luleå Tekniska Universitet har i samarbete med SSC Lindvalls och SSC Wiklunds snickeri, producenter av inrednings-snickerierna, SSC Skellefteå AB, projektansvar och inmätning av inredningssnickerier, Måttjänst AB, utförde rumsinmätning med hjälp av laserskanning, Modano Bygg och Platt AB, utförde montagearbetet. LTU, TVM Träteknologi, utförde studien.

Publikationer

Forsman, S., Bystedt, A., Björngrim, N., Laitila, L., Bomark P. and M. Öhman (2012): The need for innovation in supplying joinery products to construction, accepted in Construction Innovation

Forsman, S., Bystedt, A., Björngrim, N., Laitila, L., Bomark P. and M. Öhman
Increasing efficiency for ETO joinery-producers by utilizing 3D measuring techniques,
Submitted to Construction Innovation

Projektledare:

Micael Öhman, Luleå Tekniska Universitet, institutionen för teknikvetenskap och matematik, avdelningen för träteknologi, micael.ohman@ltu.se

Start: December 2010

Slut: December 2010

Projektbudget: 0,5 MSEK

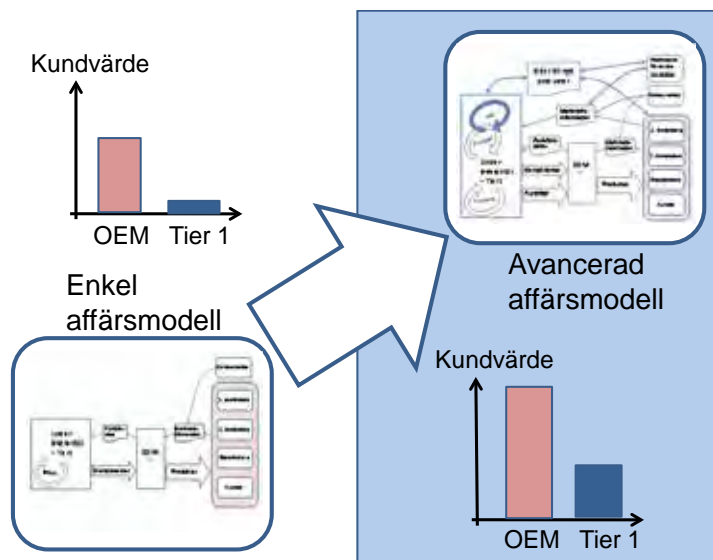
Integrerad affärs- och produktframtagningsmodell hos första nivåns leverantörer

Projektets mål

I projektet så är förändringen av affärsmodell och produktframtagningsmodell den centrala frågeställningen. Projektet studerar två underleverantörer i fordonsindustrin i deras strävan att förändra just dessa modeller för att stärka sin roll i förädlingskedjan och ta nya roller i förädlingskedjan. Förändringen innebär att skapa en mer kunskapscentrerad process och närma sig kunden och användaren och bättre uttolka deras behov (se figur) och leverera mer kunskap till både originaltillverkaren och till dennes kund. Syftet med projektet är att tydliggöra de dimensioner som företagen kan förbättra sig inom, vilka olika steg som finns på vägen och kunskap om hur dimensionernas olika nivåer kan uppnås och vidmakthållas. I utlysningstexten framhålls det att projekten skall ha en vetenskaplig inriktning och att kontakter ska etableras mellan forskningsinstitut och lärosäten. Dessa förväntningar uppfylls väl genom detta projekt exempelvis genom att en vetenskaplig publicering genomförts som ett samarbete mellan Swerea IVF och Chalmers samt genom deltagande i ProViking Forskarskola.

Genomförande/metoder

Projektet genomförs som ett samarbetsprojekt mellan Swerea IVF och Chalmers. Forskningsmetodiken är uttalat kvalitativ. Projektet använder två underleverantörer som huvudsakligt empiri och en referensgrupp som består av dessa underleverantörer samt ytterligare en leverantör och två fordonstillverkare. Doktorandstudier bedrivs av personal från Swerea IVF med handledning från Chalmers.



Affärs- och produktframtagningsmodeller

Grön tillväxt

Samtliga företag som deltar i projektet tillhör fordonsindustrin. Denna industrigren är utsatt för ett stort omvandlingstryck för att ta fram "grönare" fordon. Målet med de modeller som projektet vill testa innebär att underleverantörernas lyhördhet mot kunden och kundens kund ökas. Detta innebär att det ska finnas mekanismer i modellen för att stödja olika typer av kund och användardriven efterfrågan däribland efterfrågan efter mer miljövänliga fordon.

Konkreta resultat och projekteffekter

Forskning har bedrivits hos medverkande företag. Företagens verksamhet har studerat när det gäller tillämpningen av för dem ny metodik. Metodiken har tagits fram av företagen själva eller införts av forskningsutförarna. Swerea IVF och Chalmers har bedrivit forskningen i samarbete vilket resulterat i en vetenskaplig publicering.

Relationerna inom området Lean Produktutveckling har fördjupats och nya kontaktytor har uppstått mellan Swerea IVF och Chalmers och inom ramen för ProViking Forskarskola. Utöver detta har personal från Swerea IVF handlett ett examensarbete om värdeflödesanalys som gjorts av elever från Chalmers. Genom att studera företagen och införa ny metodik har dessas verksamhet förbättrats. För att införda förändringar på företagen ska vara hållbara har nuläge och framgångsfaktorer studerats. Förändringar har införts som harmoniserar med framgångsfaktorerna samtidigt som de avser att möta förändrad kravställning som nya tidens anda medför. Målföretagen har infört metoder som givit konkreta resultat i form av förändrat arbetssätt eller metoder för att göra nuvarande arbetssätt mer framgångsrikt. Företagen har å sin sida genom deras funktioner för processförbättring tagit fram ny metodik i linje med deras förväntade insatser i form av eget arbete i projektet. Införandet av denna

metodik har studerats. Ett tydligt exempel är Kongsberg Automotives kraftfulla satsning på en ny affärs- och produktframtagningsmodell som bygger på nya rön inom lean produktutveckling. Ett annat exempel är Autotube som tagit fram varianter för projektplanering, problemlösning,

kunskapskonsolidering och uppföljning av kundkontakter.

Framgångar

Hos de deltagande underleverantörerna har en gynnsam utveckling av produktutvecklingsmodellen i projektets anda påbörjats.

Deltagande parter

Swerea IVF. Chalmers. Autotube AB. Kongsberg Automotive AB. Autoliv Sverige AB. Scania CV AB. Volvo Car Corporation.

Publikationer

Ström M., Alemyr M., Bukk S., Gustafsson G., Johannesson H., Transformation to Lean Product Development – Approaches at Two Automotive Suppliers, DESIGN 2012, Dubrovnik – Croatia, May 21-24, 2012



Projektledare:

Mikael Ström, Swerea IVF, mikael.strom@swerea.se

Start: December 2009

Slut: December 2012

Projektbudget: 9 MSEK

Beslutsstöd för tidig estimering av kvalitetsbristkostnader

Projektets mål

Målet för projektet är att utforma ett beslutsstöd för framtagning av produktionsstrategier och beredning i tidig utvecklingsfas. Beslutsstödet ska möjliggöra analys av konsekvenser och beräkning av kostnader förknippade med brister i geometrisk och produktionsergonomisk kvalitet. Kvalitetsbristkostnader i relation till lönsamhet beaktas vilket är i linje med delmålet för hållbara produktionsstrategier.

Genomförande/metoder

Ett antal nu aktuella produktkoncept har valts ut och utvärderats för att belysa kopplingen mellan geometrisk och produktionsergonomisk kvalitet samt vilka kostnader som uppstår vid bristande kvalitet. För att fånga upp ytterligare information som inte syns i datainsamlingen genomfördes kompletterande intervjuer med personer som arbetar med geometrisk och produktionsergonomisk kvalitet på de medverkande industriföretagen. I syfte att bredda studien genomfördes intervjustudier även på tre små och medelstora företag (SMF). Det insamlade forskningsmaterialet analyseras och utifrån det slutliga resultatet av analysen ämnar projektet föreslå praktiskt tillämpbara förbättringslösningar.

Avsikten är utveckla modeller för konsekvensanalys där nerströmseffekter och kvalitetsbristkostnader redovisas.

Grön tillväxt

Forskningsresultatet möjliggör mindre kassation av material och komponenter, mindre omarbete, bättre arbetsmiljö, högre kvalitet (längre livslängd) samt ökad produktivitet. Detta bidrar till ökad effektivitet och minskade kost-



Tänk dig att göra dessa rörelser en gång i minuten, en hel arbetsdag. Hur blir kvaliteten på utfört arbete?

nader vilket i sin tur ger ekonomisk, social och ekologisk hållbarhet.

Konkreta resultat och projekteffekter

Fokus i projektet har varit att studera kopplingen mellan geometrisk och produktionsergonomisk kvalitet och vilka kostnader som kan vara förknippade med brister i detta. En omfattande faktainsamling har gjorts i form av intervjuer och sammanställning av kvalitetsdata. Den sammanvägda analysen är ännu inte slutförd men vi kan genom intervjustudierna se tydliga tecken på att det finns ett samband mellan geometrisk och produktionsergonomisk kvalitet. Det ser därför ut som vår inledande tes stämmer och att vi har en god faktabaserad grund för att kunna nå projektets mål. Som ett resultat av ett examensarbete på Volvo Lastvagnar i projektet har en person rekryterats för att implementera rutiner för att säkerställa monteringskvalitet kopplat till ergonomi på företaget.

Framgångar

Fram tills nu har det inte funnits bevis för att faktorerna geometrisk och produktionsergonomisk kvalitet har en stark relation till varandra. De inledande resultaten i projektet visar på att det finns ett tydligt samband där

brister i den geometriska systemuppbyggnaden ger konsekvenser för produktionsergonomin, alternativt att valet av monteringslösning påverkar möjligheterna att välja geometrisystem för produkten. Dessa sammanvägda faktorer ger i slutändan stor påverkan på slutprodukten kvalitetsnivå och resultatet kan därför komma till stor nytta för industrin.

I projektet är både en beräkningsmodell för beräkning av kvalitetsbristkostnader kopplade till monterbarhet/ergonomi och en modell för bedömning av monteringskomplexitet framtagna men ännu ej publicerade. Resultatet av examensarbetet rörande ergonomi och kvalitet har verifierat att det finns ett tydligt samband mellan monteringsergonomi och kvalitetsutfall.

Deltagande parter

På Volvo Personvagnar har både fallstudier och intervjustudier genomförts. Företaget har gett projektet tillgång till erfarenhet och kunskap samlade i arbetsmetoder, databaser och hos intervjupersoner.

Volvo Lastvagnar har i samarbete med Chalmers genomfört ett examensarbete för att samla in data om produktionsergonomisk kvalitet i sin tillverkning. Företaget har också bidragit med

erfarenhet och kunskap i intervju-studier. En person har rekryterats för att implementera rutiner för att säkerställa monteringskvalitet kopplat till ergonomi som fortsättning av examens-

arbetet. Med hjälp av Swerea IVF har projektet genomfört intervjuer på tre SMF: Glamox Luxo Lighting AB, IAC och Modul-System.

Publikationer

Konferensartikel: NES (Nordiska Ergonomisällskapets årliga konferens), Oulu, aug 2011: Titel: "Ergonomics in early product development- an interview study in five Swedish companies". Falck, A-C., Rosenqvist, M.

Examensarbete på Volvo Lastvagnar 2011. med titeln: "The influence of production ergonomics on product quality – A research project conducted at a paced assembly line". Almgen, J., Schaurig, C. Handledare: A-C Falck. Exarbetet godkänt och klart i sept-2011



Projektledare:

Mikael Rosenqvist, Chalmers tekniska högskola, produkt och produktionsutveckling, mikros@chalmers.se

Start: Januari 2010

Slut: December 2012

Projektbudget: 11,3 MSEK

Lean Produktutveckling "Ett effektivt arbetssätt" - Hur vet man det?

Projektets mål

Huvudsyftet med projektet var att konstatera huruvida det går att identifiera effekterna av införda metoder, verktyg och arbetssätt relaterade "Lean produktutvecklingsfilosofin" (Lean PD) i svensk verkstadsindustri. Det förväntade resultatet har stor relevans för delområde 3 i utlysningen: *Integrerad produkt- och produktionsutveckling* speciellt då syftet/målet med Lean PD bla är att skapa en lyhörd och snabb produktutvecklingsprocess.

Genomförande/metoder

Projektet har bedrivits som en fallstudie på SAAB Training Systems i Huskvarna. Den huvudsakliga metoden har varit intervjuer med nyckelpersoner, främst inom utvecklingsorganisationen, samt en avslutande workshop med ledningen för utvecklingsorganisationen där framkomna resultat presenterades och verifierades.

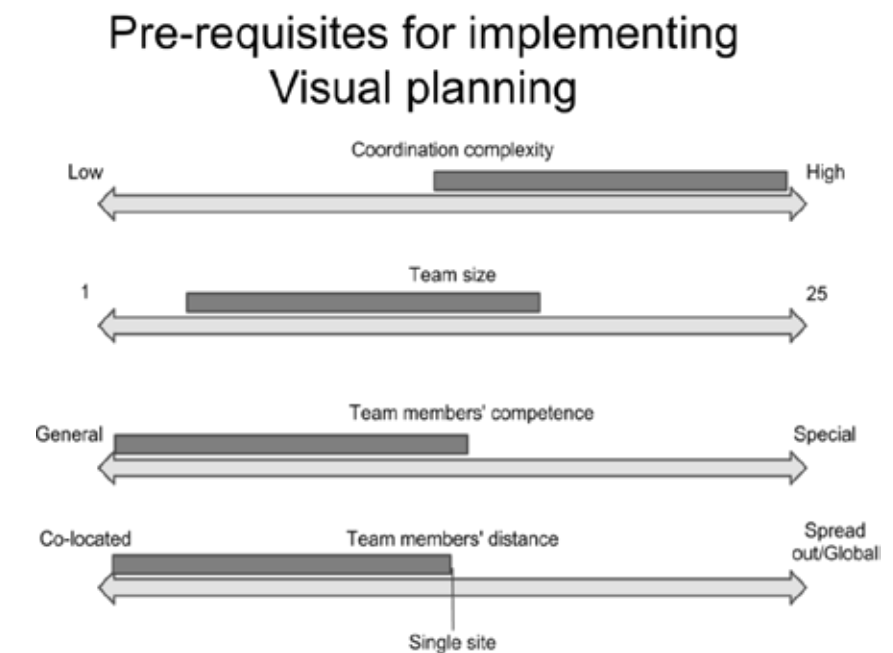
Grön tillväxt

Projektet har inte haft som huvudsakligt syfte att bidra till grön tillväxt.

Konkreta resultat och projekteffekter

Projektet har kunnat visa på positiva effekter av införda Lean PD aktiviteter vid fallföretaget SAAB Training Systems (STS) inom sju områden:

- **Kommunikation:** Det visuella ledningssystemet tillsammans med en disciplinerad möteskultur har lett till att kommunikationen har ökade mellan funktionella grupper.
- **Helhetsbild:** Utvecklingsingenjörerna upplever att det är enklare att se helhetsbilden. Dessutom har det blivit en starkare delad mental modell av processen och arbets-



- uppgifter i produktutvecklingsprojekten.
 - **Utjämnning:** Projektledarna upplever att utjämnningen av arbetskraft mellan projekt är enklare att administrera.
 - **Lättillgänglig information:** De visuella ledningssystemen har gjort att informationen har blivit lättillgänglig för alla medlemmar i de funktionella grupperna.
 - **Aktuell bild:** Utvecklingsingenjörerna har, tack vare möten där projekt- och linjestatus uppdaterades minst en gång per vecka, ständigt en aktuell bild av produktutvecklingsorganisationen och de pågående aktiviteterna.
 - **Delaktighet och Autonomi:** Utvecklingsingenjörernas känsla av delaktighet i arbetet har ökat tack vare att dessa själva är ansvariga för att uppskatta antalet timmar som kommer att läggas på varje uppgift.
 - **Leveransfokus och enklare uppföljning:** Projektledarna har fått det enklare att följa upp leveranserna tack vare att de visuella ledningssystemen som metod ger ett ökat fokus på individens leveranser i utvecklingsprojekten.
- Projektet upplevde dock två problem under slutet av 2010:
- 1 Fallföretaget STS befann sig i ett mycket tidigt skede av Lean PD-införandet. Företaget hade inte kommit så långt i införandet och det gick inte lika fort som först bedömdes, vilket försvårar uttalanden kring förbättring eftersom tillgången på data är knapp.
 - 2 De effekter som förväntas av Lean PD-införandet och det som avsågs att mätas har en naturlig fördröjning, eftersom det tar tid att inarbeta arbetssätten, och resultaten i en långsiktig satsning av den här typen visar sig först efter en tid.

Framgångar

En speciell framgång med projektet är att projektgruppen har lyckats engagera ytterligare företag för frågeställningarna samt etablera sig i nationella och internationella nätverk inom Lean produktutvecklingsområdet efter det att projektet officiellt var slut:

Studien breddades under 2011 till att omfatta ytterligare tre fallföretag som hade kommit betydligt längre i sitt Lean PD införande jämfört med STS; SAAB Aeronatics, RUAG Space och Autoliv.

Projektgruppen har etablerat sig i ett nätverk som drivs av Swerea IVF för företag som är engagerade i införandet

av Lean PD. Trettiotalet små och stora företag är representerade, bl.a. Scania, Volvo AB, Ascom och Toyota Material Handling som är intressanta ur forskningssynpunkt eftersom de gjort framsteg som är av intresse att studera.

Projektet har systematiskt etablerat kontakt med andra högskolor både nationellt och internationellt som forskar på Lean Produktutveckling. KTH, Jönköpings Universitet, ETH (Schweiz), Cranfield (UK) och University of Tokyo (Japan).

Deltagande parter

Projektledare Lars Trygg, Chalmers Tekniska Högskola tillsammans med Ludvig Lindlöf (fd Alfredson) och Björn Söderberg, doktorander vid Avdelningen för Arbetsorganisation, Chalmers Tekniska Högskola samt diverse medarbetare vid SAAB Training Systems i Huskvarna har deltagit i projektet.

Publikationer

Development – the Case of Visual Planning. Proceedings of the 18th EurOMA Conference 2011. Cambridge, United Kingdom.

Lindlöf, L. & Söderberg, B. 2011. Pros and cons of lean visual planning: experiences from four product development organisations. International Journal of Technology Intelligence and Planning, 7, 269-279.

Lindlöf, L., Söderberg, B. & Persson, M. 2012. Practices supporting knowledge transfer—an analysis of lean product development. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Forthcoming.

Söderberg, B. & Alfredson, L. 2011. Lean Visual Planning and Product Development Complexity: Facilitating Information Processing Capability. Proceedings of the 18th International Product Development Conference. Delft, Netherlands.

Alfredson, L. Visualisera mera – förbättra teamets kommunikation genom att planera visuellt. Publicerat i Management of Innovation and Technology, Nr. 2/2011

Söderberg, B. Lean i praktiken – Hur får man visuell planering att fungera i utvecklingsteam? Publicerat i Management of Innovation and Technology, Nr 4, 2011



Projektledare:

Lars Trygg, Chalmers Tekniska Högskola, Avdelningen för Arbetsorganisation, Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation, lars.trygg@chalmers.se

Start: Februari 2010

Slut: December 2010

Projektbudget: 0,5 MSEK

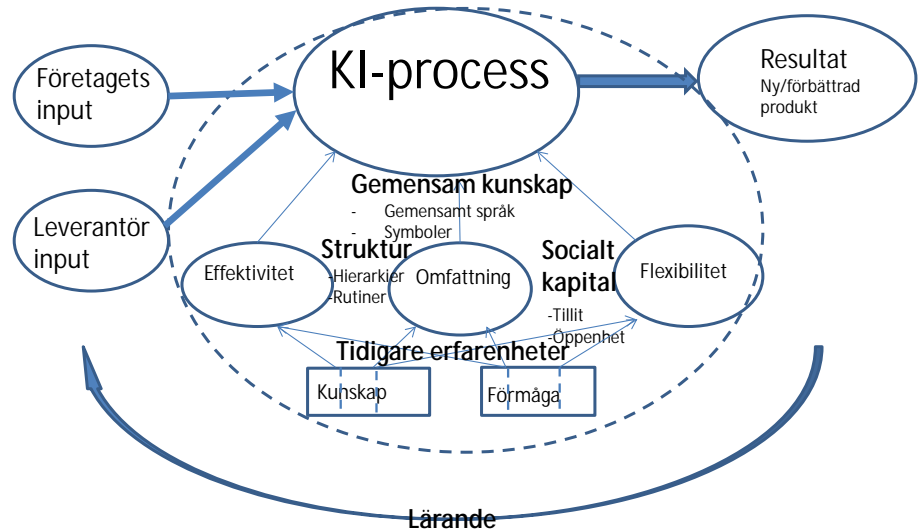
Effektivt leverantörssamarbete i kunskapsintensiv produktframtagning

Projektets mål

Målet med projektet är att generera nya insikter om hur leverantörssamarbete i komplexa, kunskapsintensiva produktframtagningsprocesser hanteras effektivt. Produktframtagning kräver ofta samverkan mellan ett stort antal personer, funktioner och företag som är lokaliserad på vitt spridda geografiska platser. Dagens företag kan inte enbart förlita sig på företagsinterna resurser utan behöver i stor utsträckning integrera företagsexterna idéer och kunskaper i produktframtagningsprocessen. Det tycks som om integration av kommersiella, tekniska och organisatoriska förmågor spelar en avgörande roll. Här finns emellertid ett kunskapsgap eftersom vi vet relativt lite om hur detta kan gå till och vilka integrationsmekanismer som är effektiva. Genom att studera centrala aspekter i kunskapsintegrationsprocessen, inklusive kommersiella, tekniska, organisatoriska kunskapsförutsättningar och möjliga strukturer för organisering för kunskapsintegration, bidrar denna djupa studie med en viktig pusselbit i förståelsen för kunskapsintegrationsprocesser mellan företag.

Genomförande/metoder

Studien omfattar kombinerade kvantitativa och kvalitativa ansatser. Den kvantitativa delen består av en internationell enkät "The International Purchasing Survey" (se även www.ipsurvey.org), ett samarbete mellan forskare i tio olika länder. Den kvalitativa delen omfattar noggrant utvalda fallstudier på sex olika företag och dess respektive kunder/leverantörer (totalt studeras tio olika utvecklingsprojekt där ibland flera olika kunder/leverantörer involveras).



Faktorer som påverkar kunskapsintegrationsprocessen mellan kund och leverantör

Studierna i två av dessa företag utförs från leverantörens perspektiv där olika kunders samarbete med samma leverantör undersöks.

Grön tillväxt

Aspekten grön tillväxt tas inte upp explicit i projektet, däremot fokuserar projektet på långsiktig industriell utveckling.

Konkreta resultat och projekteffekter

Våra resultat i projektet visar bland annat att inköpsförmågor kring leverantörsutveckling, definiering av specifikationer och leverantörssamarbete har stor betydelse för graden av innovation i leverantörernas produkter. Här är det dock viktigt att notera att detta gäller främst produkter som är strategiskt viktiga för företaget. Våra studier visar också på vikten av det interna samarbetet, framförallt mellan utvecklingsingenjörer och produktions-tekniker, men även inköp. Dessutom så visar vi att graden av förtroende mellan kund och leverantör påverkar i vilken

mån man integrerar kunskap tillsammans med leverantören i en interaktiv process över en längre tid respektive att kunden vid en viss tidpunkt tar del av leverantörens kunskap och på egen hand integrerar denna input i produktutvecklingen. Några faktorer har identifierats som framträdande i kunskapsintegrationsprocessen. Dessa berör gemensam kunskap, struktur, socialt kapital och tidigare erfarenheter och illustreras i figuren.

Framgångar

En speciell framgång i projektet är det stora engagemanget och intresset från våra sex fallstudieföretag. Dessa sex är inte alla samma företag som vi hade med i början av studien och kontakter har upparbetats under projektets gång.

Deltagande parter

Fallstudier pågår och/eller har avslutats på sex företag; Tetra Pak, Elekta, SKF, Sandvik, Haldex, Ericsson. Företagen har varit med om utformningen av studierna i ett antal inledande möten.

Här har även en bild av den befintliga forskningen presenterats. Ett sjuttiofem intervjuer (1-2 timmar var) har genomförts. Studierna har avrapporterats skriftligt och resultaten har diskuterats vid ett flertal återsrapporteringsmöten. Ytterligare spridning av forskningsresultaten har kunnat göras i ett flertal heldagsseminarier med erfarenhets-

gruppen, en grupp med företag som är intresserade av effektivt leverantörs-samarbete. Ett flertal företag har ingått i denna grupp, bl a Siemens Industrial Turbomachinery, Scania, Whirlpool och Saab Aeronautics. Internationellt samarbete pågår i den internationella forskargruppen från tio olika länder kring IPS enkäten. Ytterligare ett

internationellt samarbete har inleddes med professor Nazli Wasti från Middle East Technical University i Ankara, Turkiet, kring skrivandet av en vetenskaplig artikel som bygger på en av våra fallstudier i projektet.

Publikationer

Rosell, D., Lakemond, N. (2012), Collaborative innovation with suppliers - a conceptual model for characterising supplier contributions to NPD, accepted for publication in International Journal of Technology Intelligence and Planning.

Bengtsson, L., Lakemond, N., Dabhilkar, M. (2011). Use the inside – Exploiting supplier innovation through knowledge integration. CiNet, 11-13 September, Århus, Denmark

Lakemond, N. (2011). The difficult path to collaborative innovation with suppliers in new product development. R&D Management Conference, 28-30 June, Norrköping, Sweden.

Eslami, M.H., Lakemond, N. (2011). Internal integration of collaborative product development with suppliers. R&D Management Conference, 28-30 June, Norrköping, Sweden.

Rosell, D.T., Lakemond, N., Dabhilkar, M., Bengtsson, L. (2011). Purchasing capabilities in new product development. Proceedings of the 18th International Product Development Management Conference, 5-7 June, Delft, The Netherlands.

Bengtsson, L., Dabhilkar, M. and Lakemond, N. (2010). Exploring the strategic role of purchasing: An empirical comparison of purchasing practices and performance outcomes. Proceedings of 17th International Annual EurOMA Conference, 6-9 June, Porto.

Bengtsson, L., Lakemond, N., Dabhilkar, M. (2010), Innovation through purchasing – Leveraging supplier innovativeness through purchasing involvement and proficiency, CiNet Conference, September, Zurich



Projektledare:

Nicolette Lakemond, Linköpings universitet, Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling, nicolette.lakemond@liu.se

Start: Januari 2010

Slut: Januari 2012

Projektbudget: 6,7 MSEK

Renässans 1.5

Projektets mål

Projektet Renässans 1.5 utgår ifrån det faktum att det i den traditionella produktutvecklingsprocessen normalt krävs flera iterationer i processens olika faser innan man kan nå en acceptabel kompromiss mellan estetiska krav och konstruktions- och tillverkningskrav.

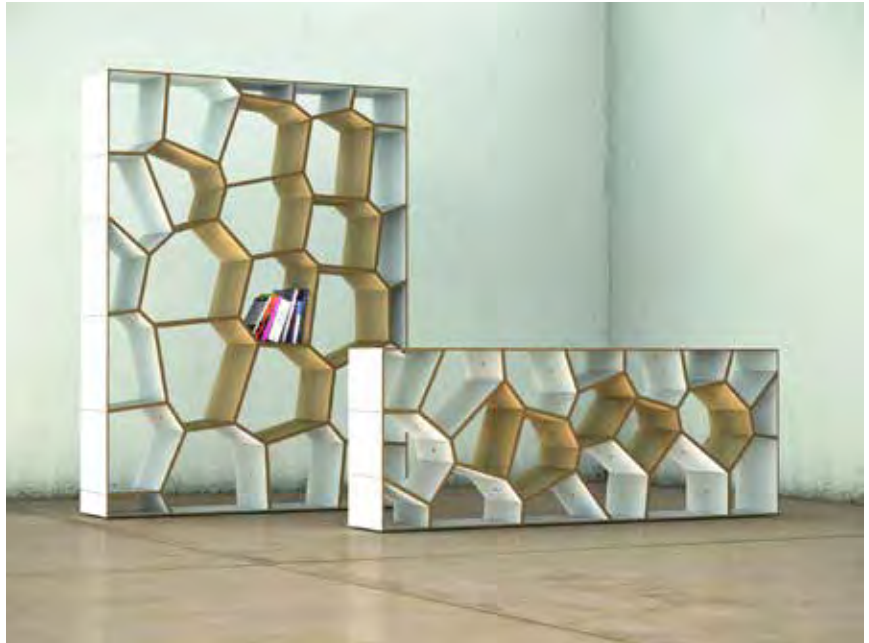
Den snabba utvecklingen inom optimeringsteknik och kunskapsbaserad konstruktion gör det möjligt att integrera ett datorbaserat formgivningsverktyg med direkta kopplingar till digital tillverkning som därmed också möjliggör ett effektivt tillfredsställande av ställda konstruktions- och tillverkningskrav.

Ett sådant datorbaserat formgivningsverktyg kan dessutom förstärka designprocessen genom användning av avancerade och estetiskt intressanta morfologier från matematiken och naturen, vilka hittills mest har tagits i bruk inom arkitekturen. Denna starkare integration i kombination med automatisk formgenerering ska i en förlängning kunna ge konsumenten möjlighet att själv aktivt delta i genereringen av designlösningen. En på så sätt förbättrad produktutvecklingsprocess skulle suddas ut gränsen mellan skraddarsydda och massproducerade produkter. I detta projekt vill vi testa ett ramverk som skulle:

- möjliggöra en ökad integration av produktdesign i produktutvecklingsprocessen.
- utvidga designerns kreativa repertoar (genom användning av matematiska eller naturinspirerade former), vilka förväntas leda till förbättrade möjligheter till storskalig kundanpassning ("mass-customisation").

Genomförande/metoder

För att undersöka hur ramverket kunde implementeras och hur det skulle



Prototyper utställda på DMY i Berlin 2010

uppfattas av designers och konsumenter så utvecklades två demonstrationsapplikationer med olika arbetsflöden för användaren. Applikationerna testades av verksamma industridesigners och potentiella kunder i två omgångar. Hanteringen av krav på tillverkarbarhet och hållfasthet undersöktes genom att utvärdera tre olika kravhanterande algoritmer. Resultaten verifierades slutligen genom att prototyper byggdes med hjälp av produktionsunderlag från applikationerna och visades för allmänheten under tre utställningar.

För att utvärdera ramverkets kommersiella potential har samtal förts med LU Innovation, och genom ett samarbete med Mastersprogrammet i Entreprenörskap har en affärsplan för ett företag baserat på forskningsresultaten tagits fram.

Grön tillväxt

Skraddarsydda produkter skapar mervärde för slutkunden. Detta medför också att användaren blir mer fäst vid

produkten och i mindre omfattning ersätter dem. Det minskar "slit-och-släng"-beteendet avsevärt. En vanlig affärsmodell är att produkterna tillverkas "on-demand". På så sätt minskar kasseringen av osålda varor.

Konkreta resultat och projekteffekter

Ramverket har testats för en produkttyp, en bokhylla, från koncept till produktionsförebereidelse. Ett datorsystem har därför utvecklats som möjliggör att:

- användarna (designerna eller konsumenterna) ger en egen "input" till systemet i form av produktens kontur, antal fack och material
- val av flera morfologier: Voronoi-diagram, "kinesiska gitter" ("Chinese lattices"), fem- och sexkantiga D1-tessellationer, drakmorfologi ("kite")
- val av material såsom: plywood, rostfritt stål och MDF, med koppling och hantering olika

produktionstekniker som bockning och sågning.

- optimering av bokhyllan med fokus på uppfyllandet av konstruktions- och produktionskrav - specifikt kontrolleras strukturell hållfastheten med hjälp av FEM,
- framtagning av underlag för produktionen av hyllan.

En undersökning på Form Design Center i Malmö visade att en kategori av användare ville ha stor kontroll över utformning mellan en annan kategori föredrog, något förvånansvärt, att låta datorsystemet självt skapa produktens form. Två produktprototyper har tillverkats (bokhyllor), helt utifrån data som genererats av datorsystemet.

Företag som deltagit vid tillverkningen av prototyperna är Linde metallteknik, JSW Pulverlackering,

samt Värnamo glassliperi. Vi har även kontaktat och diskuterat ramverket med Georg Gärddh från Träriket och Christer Svensson från Sibnova. Resultaten av projektet har till akademien redovisats i form av två konferenspapper ("double blind review") och en journalartikel. Kontakter har också knutits med industrin (design- och produktionsföretag) för vilka projektet presenterats. Responsen har varit positiv från alla parter. Flera affärsmodeller har granskats. Möjligheten att kombinera estetik, kundanpassning och masstillverkningssystem gör att ett stort antal affärsmodeller är möjliga. Allt från en klassisk affärsmodell där produkter utvecklas internt i ett företag med fullständig kontroll över produktdesignen, till att kunder själva kan skapa sina egna produkter on-line

och få dem tillverkade av lokala producenter nära kunden är möjliga.

Möjligheten att patentera och kommersialisera delar av forskningsresultaten har även undersökts i samarbete med LU Innovation (Lunds universitets Technology Transfer Office) och Mastersprogrammet i Entreprenörskap vid Lunds Universitet.

Framgångar

Allmänheten har kunnat ta del av resultaten genom medverkan i tre utställningar (på DMY i Berlin, Form Design Center i Malmö, samt Innovation In Mind i Lund), och genom medier (bl. a. SVT Vetenskaps hemsida, Sydsvenskan, och Linköpingsposten).

Publikationer

Björnemo*, R., Hopf*, A., Motte*, D., Nikoleris*, G., Nordin*, A. (2011): Renaissance 1.5, VINNOVA, Stockholm. *All authors contributed equally.

Motte*, D., Nordin*, A., Björnemo, R. (2011): Study of the sequential constraint-handling technique for the evolutionary optimization of structural problems, 37th Design Automation Conference - DETC/DAC'11. *Both authors contributed equally.

Nordin, A., Hopf, A., Motte, D., Björnemo, R., Eckhardt, C.-C. (2011): Using genetic algorithms and Voronoi diagrams in product design, Journal of Computing and Information Science in Engineering, 11(011006).

Nordin, A., Motte, D., Hopf, A., Björnemo, R., Eckhardt, C.-C. (2010): Complex product form generation in industrial design: A bookshelf based on Voronoi diagrams, 4th Design Computing and Cognition Conference - DCC'10, Stuttgart, pp. 701-720. doi: 10.1007/978-94-007-0510-4



Projektledare:

Robert Björnemo, Lunds Tekniska Högskola vid Lunds Universitet, Avdelningen för maskinkonstruktion vid institutionen för designvetenskaper, robert.bjornemo@mkon.lth.se

Start: Januari 2010

Slut: Juni 2010

Projektbudget: 0,5 MSEK

Innovativ produktarkitektur effektuppskattning och införande

Projektets mål

Projektet har bidragit främst genom att belysa den modulariserade produktens påverkan inom utlysningssområdet ”Industriella processer i ständig förändring”. Grundfrågeställningen har varit att genom att visa effekten och potentialen av en ny innovativ produktarkitektur kommer detta att underlätta implementeringen av denna. Effektbedömningarnas detaljeringsgrad verkar ha olika roller beroende på var någonstans i beslutsprocessen företaget befinner sig. Resultatet är att relativt omfattande ekonomiska effekter kan tas hem om en ny innovativ produktarkitektur baserad på modularisering införs – 5 - 10% i ett genomsnittligt företag. För svensk verkstadsindustri som omsätter c:a 900 miljarder, innebär detta en förbättrad lönsamhet på minst 50 miljarder. Fallstudierna har lett till att stegeffektmodellen för modularisering (SEMM-modellen) har utvecklats med dels en arbetsprocess och dels en effektbedömningsmall med identifierade effektdrivare.

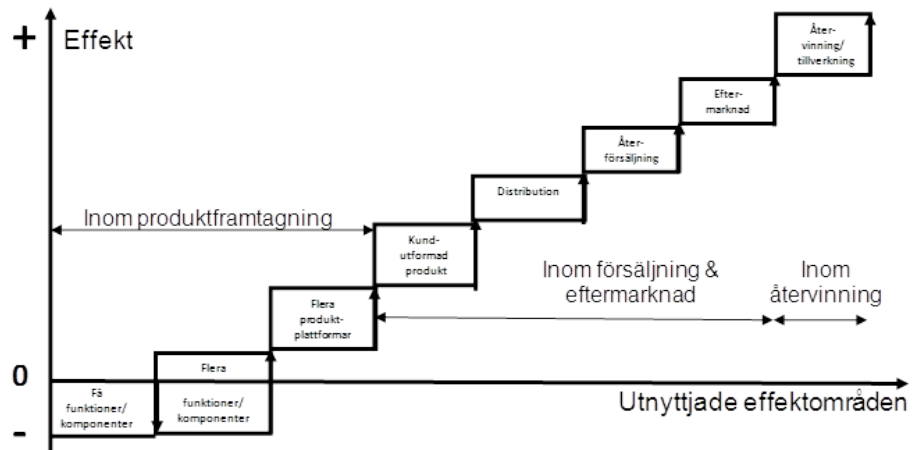
Genomförande metoder

Inom projektet har vi undersökt två företag (Hägglund Drives och ESAB) som har skapat innovativa produktarkitekturer genom modularisering och dess effekter med utgångspunkt från krav och förutsättningar från ett företag som står i begrepp att påbörja arbetet med ny produktarkitektur genom modularisering. Resultaten från dessa fallstudier har använts för att vidare utvecklas den sk SEMM-modellen.

Grön tillväxt

Projektet har inte haft grön tillväxt som huvudfokus men tankesättet att se på produktens påverkan i ett kombinerat

Step Effect-evaluation Model – Modularization” (SEM-M)



livscykel- och produktframtagningsperspektiv har visat sig vara konkret och i många fall överraskande.

Konkreta resultat och projekteffekter

De deltagande företagen har under projektet varit aktiva och intresserade. I samtliga deltagande företag är aktiviteter initierade inom området som ett direkt resultat av projektet. Vi har kunnat visa att (jämförelse punkt för punkt enligt hypoteserna ovan):

- 1 Effekter av modularisering kan uppnås genom ett företags hela värdekedja; R&D, produktion, inköp, logistik, marknad, eftermarknad samt recycling/remanufacturing – detta är grunden för vår sk. SEMM-modell.
 - a) Det finns tre olika ”typer” av modularisering; produktfamiljer/plattformar, mass customization, mass personalization som har olika krav på genomförandet och olika lönsamhetspotential.
 - b) Effekter rapporterade i den akademiska litteraturen sträcker sig från ca 15 %

ökade kostnader till 60 - 80 % kostnadsbesparing samtidigt som det i vissa fall rapporteras 25 - 60 % intäktsökning.

- c) Positiva effekter uppnås framförallt när produkterna är komplexa (driver R&D-kostnaden) samt när variationen på produkterna är stor i förhållande till försåld volym (vilket driver produktionskostnaden och inköpskostnaden).
- 2 Vi har sökt sätt att minska arbetet med informationsinsamlingen för effektberäkningarna men inte hittat några direkta arbetsbesparande moment i analysarbetet. Däremot har vi en ny, mer detaljerad hypotes – successivmetoden – kan spara arbete på ett påtagligt sätt.
- 3 Skillnaderna i utfall mellan de två företagen förefaller bero på olikheter i hur modulariseringen implementerats. Det vi dock kan konstatera är:
 - a) Den utvecklade SEMM-modellen med arbetsprocess och effektberäkningsmodellen ger en klar och tydlig bild av ett framtida läge.

- b) Genom de effekter som vi tagit fram kan mer detaljerade och valida beräkningar göras.

För att företagen själva ska kunna utföra beräkningarna krävs väsentligt mer utvecklade beräkningsmodeller.

Framgångar

I fallstudieföretagen varierade effekterna. Ett företag beräknade en besparingspotential på 25 % men den realiserade effekten var svår att fastställa. Det andra fallstudieföretaget gjorde ingen potentialberäkning, men

lyckades sänka priset med ca 10 % samtidigt som avkastningen på sysselsatt kapital ökat till mer än 60 %, de har tagit marknadsandelar och är nu marknadsledare. Modulariseringen för det sista företaget minskade kostnaden för en komponent med ca 65 % samtidigt som kostnaderna för maskininvesteringar och fixturer kraftigt reducerades.

Deltagande parter

Forskare Jens von Axelson, Swerea IVF, Tord Johansson, KTH

Industri: ESAB, deltagare i fallstudie.

Bosch Rexroth/Hägglund Drives, deltagare i fallstudie Electrolux, deltagare i referensgrupp.

Modular Management, deltagare i fallstudie och referensgrupp.

Publikationer

von Axelson J. och Johansson T.(2011), "Tjäna pengar med modularisering". Bättre produktivitet, nr 5/2011

Johansson T. (2011), " Modularization : Effect-evaluation and implementation, Case-study-report, TRITA IIP-11-06 (Underlag för 2 journalartiklar under bearbetning 2011-02-20).



Projektledare:

Jens von Axelson, Swerea IVF, jens.von.axelson@swerea.se

Start: December 2010

Slut: Juni 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

Innovation genom sociala medier och The Wisdom of Crowds

Projektets mål

Projektet avsåg att testa följande hypotes: Sociala medier leder till högre innovationshöjd i den integrerade produkt- och produktionsutvecklingen. Sammanfattningsvis kan vi konstatera att projektet INTE lyckats med att verifiera eller falsifiera hypotesen.

Arbetet skulle genomföras litteraturstudie (genomförd), fältexperiment (genomförd) och syntes (genomförd). Inga utgivna publikationer men ett konferenspaper är under produktion. Arbetstitel: Pitfalls with Social Media in Market Communication. Projektet adresserar primärt delområdet integrerad produkt- och produktionsutveckling (delområde 3) i utlysningen Hållbara produktionsstrategier.

Genomförande/metoder

Litteraturstudie, fältexperiment och syntes har genomförts. Litteraturstudier har genomförts via flera kanaler som vetenskapliga tidskrifter, hemsidor och, självfallet, sociala medier (främst bloggar som www.15inno.com).

Projektet har tagit fram några enklare prototyper på applikationer för att användas i fältexperiment. Dessa prototyper har inte fungerat eftersom vi inte fått igång kanaler (blogg på WordPress och fanclub på Facebook) med tillräcklig volym av användargenererat innehåll, trots flera åtgärder. Syntes i form av analys och dokumentation.

Grön tillväxt

Inte applicerbart

Konkreta resultat och projekteffekter

Hypotesprojektet har inte kunnat verifiera eller falsifiera att "Sociala medier leder till högre innovationshöjd



Workshop på Mölndals museum med syfte att skapa en plattform för det fortsatta arbetet med de sociala medierna. Deltagare från projektet och speciellt inbjudna gäster från målgruppen

i den integrerade produkt- och produktionsutvecklingen" på grund av att kritisk massa på trafik för analys har inte uppnåtts. Åtgärder i form av marknadsföringsseminarier etc har inte gett tillräckligt resultat.

Framgångar

Fältexperimenten med smartphones till produktionsinriktade män och kvinnor mellan 45 och 60 år är så entydigt goda att det inte kan anses motiverat att prioritera fler sådana tester.

Deltagande parter

Awoque AB har varit teknisk expert i projektet och Ascom AB har ställt upp med studieobjekt. Båda parter har gjort bidragit till projektet i sådan omfattning som rimligen kan begäras på ett förtjänstfullt sätt.

Publikationer

Inga utgivna publikationer men ett konferenspaper är under produktion.

Arbetstitel: Pitfalls with Social Media in Market Communication



Projektledare:

Clas Mellby, Swerea IVF AB, Clas.mellby@swerea.se

Start: December 2010

Slut: December 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

TILLVERKNING I STÄNDIG FÖRÄNDRING

Tillverkning anpassad för nya material

Miljöfokuseringens påverkan på tillverkningen

Informationsteknologins möjligheter

Industriella processer i ständig förändring

Tillverkning anpassad för nya material

Friktion stir welding för hybridfogar mellan metaller och polymerer

Projektets mål

I projektets ansökan är målet formulerat:

I detta projekt provas hypotesen att friction stir welding (FSW) är lämplig för fogning av metaller till polymerer i hybridstrukturer.

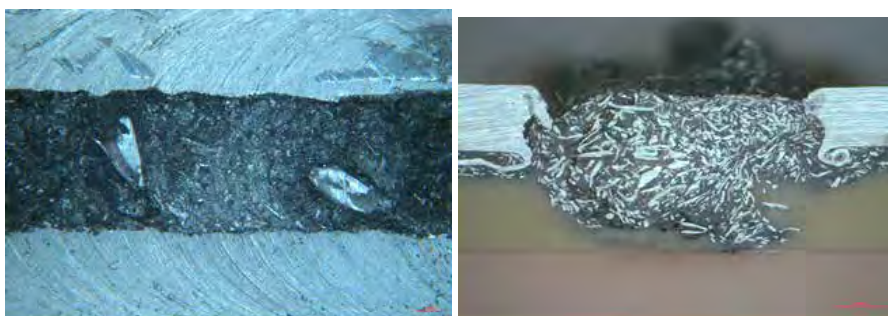
Projektets idé är att skapa en fog med goda mekaniska egenskaper genom friktionsomröring i metall/polymer hybridförband.

I projektet fokuseras på metallsubstrat i aluminium. Ett spektrum av polymerer studeras som bedöms ha lämplig hållfasthet och tillräckliga plastiska egenskaper för att kunna deformeras på lämpligt sätt i fogningszonen.

De uppställda målen har uppnåtts och projektet har demonstrerat att FSW är en lämplig process för fogar mellan termoplast och aluminium. Realiseringen av idén bygger på longitudinella överlappsfogar med FSW där aluminiumsubstratet ligger närmast det roterande friction stir-vektuget. Pinnen i verktyget penetrerar aluminiumdelen och delvis ner i polymeren. I processen bildas en stark mekanisk fog med en kavitet fylld med en komposit av termoplast och aluminiumspånor. Metodiken har demonstrerats för ett antal termoplast och termoplastkompositer och två aluminiumsorter. Försöken visar mekaniska egenskaper på samma nivå som optimerade limförband från litteraturen. Projektet rekommenderar därför fortsatt utveckling av den demonstrerade tekniken.

Genomförande/metoder

Att Friction Stir Welding är en lämplig fogningsmetod för metaller till termoplastkompositer har prövats



Vänster: FSW fog mellan polypropylen och aluminiumlegering observerad från aluminiumsidan
Höger: Genomsnitt genom samma FSW fog, aluminiumplåt överst och polypropylen underst

genom praktiska försök. Ett tiotal materialkombinationer har gått igenom i två försöksomgångar som genomförts i ESAB's utvecklingsutrustning. I några fall har systematiska försöksserier genomförts för att analysera processens känslighet för processparametrar. Resultaten har analyserats genom att snitt gjorts genom fogarna för att studera deras uppbyggnad och genom att utföra dragprov på ett urval av fogkombinationer. Försöken har underbyggts av litteraturstudie.

Grön tillväxt

Starka miljödrivkrafter finns mot minskad bränsleförbrukning i fordon via lätta konstruktioner. Optimerade material och kombinationer av dessa är ofta lösningen. Detta projekt fokuserar på konstruktioner baserade på lättmetaller och fiberförstärkta polymerer vilket är nästa steg i utvecklingen. Det idag vanligaste valet av polymer är epoxibaserade kompositer. Denna materialtyp har begränsningar vid fogning och vid återvinning. Vi fokuserar därför på termoplastbaserade kompositer som kan fogas på ett stort antal sätt och som har bra egenskaper ur återvinningssynpunkt. FSW för kombinationer av aluminium och

termoplast är därför en framtidsväg för lätta miljövänliga konstruktioner med bra underhålls- och återvinnings-egenskaper.

Konkreta resultat och projekteffekter

Hypotesprojektet har visat att Friction Stir Welding är en bra metod för sammanfogning av termoplast/ kompositer till aluminium. Genom optimering av processen kan en stark fog erhållas. Metodiken har många positiva egenskaper som att långa starka fogar kan erhållas, att metoden är lämplig för storskalig produktion, att kommersiell utrustning kan användas samt att fogarna är lämpliga för separation vid återvinning. Metoden har därmed en stor potential för framtida användning och bidrar till införande av hybridstrukturer av lättmetaller och termoplastkompositer.

Framgångar

I detta innovativa projekt har för första gången demonstrerats att FSW kan användas för sammanfogning av aluminiumlegeringar med olika termoplast till starka fogar. Det kan därför i högsta grad betraktas som banbrytande.

Deltagande parter

I projektet har Swerea KIMAB och KTH Lättkonstruktioner samverkat inom ramen för det strategiska

forskningsområdet i produktionsteknik SRA XPRES. Arbetet har utförts tillsammans med ESAB.



Projektledare:

Arne Melander, Swerea KIMAB / KTH Industriell Produktion, arne.melander@swerea.se

Start: Januari 2011

Slut: December 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

Storskalig bioteknisk produktion av nanopartiklar

Projektets mål

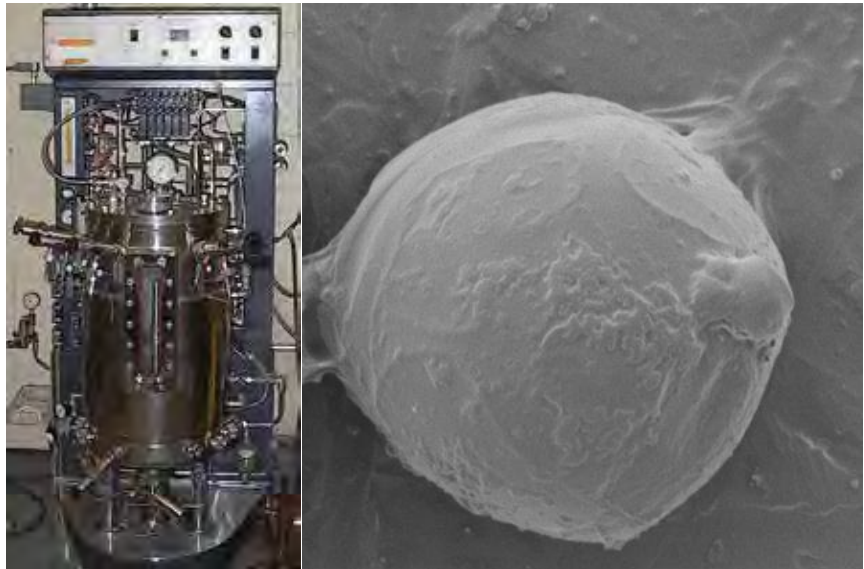
Målsättningen med projektet är att tillverka biologiska nanopartiklar i stor skala genom utnyttjande av ett humant matrixprotein, amelogenin. Proteinet bildar spontant aggregat i form av nanopartiklar, i storleksordningen 15-20 nm. I projektet lyckades vi identifiera lämpliga processparametrar för framställning av dessa partiklar i skalan 100-1000 kg.

Genomförande

Tillverkningen av dessa nanopartiklar sker genom att uttrycka genen för humant amelogenin i *E. coli*-bakterier. I detta skede är det av absolut största vikt att genen verkligen optimeras för expression i sin nya värdcell. Att direkt utnyttja den mänskliga genen ger mycket låg produktion i bakterier. Vi syntetiserade därför genen kemiskt och optimerade kodon-användningen och mRNA stabilitet för *E. coli*. Den storskaliga produktion av amelogenin har skett i 50 L fermentationsodlingar i samverkan med Protista Biotechnology International i Bjuv. De produktivitetsnivåer som tidigare erhållits i labbskala har nu ytterligare kunnat förbättras. Speciellt viktigt i detta sammanhang tycks sammansättningen av odlingsmediet vara där vi har eftersträvat att utnyttja ett fullständigt definierat medium för att sedan kunna beskriva och verifiera tillverkningsprocessen.

Grön tillväxt

Sett ett ur miljöperspektiv tillverkas nanopartiklar idag ofta med mindre lämpade metoder. Med den i projektet utvecklade teknologin kan denna miljöbelastning helt undvikas.



Konkreta resultat och projekteffekter

Genom pilot-odlingarna har vi samlat ett tillräckligt antal processparametrar för att kunna skala upp processen för industriell produktion i 100-tal kilogram till ton-skala. Vi har även lyckats skala upp vår uppreningsteknik som innebär att amelogeninet enkelt kan isoleras från bakterien genom en värmebehandling vid lågt pH. Denna omilda behandling denaturerar värdcellens egna proteiner men lämnar amelogeninet intakt. Vi har även undersökt och verifierat de erhållna nanopartiklarnas storleksspridning genom ljusspridning och elektronmikroskopi. Inledande tester med kemisk tvärbinding har visat att partiklarnas pH-stabilitet ytterligare kan förbättras med enkel metodik.

Nanopartiklar har även byggts genom att blanda det erhållna amelogeninet med en annan biopolymer för att kunna modifiera de slutliga egenskaperna på produkten. Speciellt

kombinationen gelatin/amelogenin har givit mycket intressanta resultat. En mycket liten inblandning av amelogenin (1%) i en gelatin-matris har givit det nya materialet en pH-kontrollerad por-bildning. Detta är speciellt viktigt bl a för s k drug delivery, där en riktad leverans av en aktiv substans eftersträvas. Matrisen kan då förbättra de farmakologiska egenskaperna hos den aktiva substansen genom förlängd frisättning, ökad cirkulation tid, eller skydd mot nedbrytning. På senare tid har drug delivery system också utformats för att underlätta frisättningen av ett läkemedel till en viss given plats i kroppen, till exempelvis en cancer. Detta uppnås med hjälp av antikroppar riktade mot antigener specifika för cancervävnaden. I vårt fall med amelogenin är de små skillnader i kemisk miljö, såsom skillnader i pH, som finns mellan frisk vävnad och en tumör speciellt intressanta eftersom pH oftast är lägre vid cancercellerna och då kan amelogeninpartiklarna också lösas

upp. Amelogenin har nämligen mycket karaktäristiska löslighetsegenskaper som styrs mycket av omgivningens pH. Vid neutralt och fysiologiskt pH (pH 6.5-8) genereras nanosfärer med en hydrodynamisk radie på cirka 20 nm. Längre nanotrådar kan också bildas genom efterföljande aggregering av nanosfärerna. Lösligheten är däremot hög vid svagt surt eller basiskt pH-värde. I applikationer med ”drug delivery”, kan amelogenin-systemet således moduleras som svar på små pH-förändringar. I vår studie testade vi inkapsling av små organiska molekyler och andra proteiner i en amelogenin-matris. Försöken utvärderades in vitro

med hjälp av två proteiner med olika storlek och egenskaper, bovint serumalbumin (BSA) och insulin. Dessutom analyserades de pH-beroende effekterna hos amelogenin samt gelatin/amelogenin komposit-partiklar med svepelektronmikroskop (SEM). Den biologiska stabiliteten i dessa partiklar undersöktes också genom att bestämma deras förmåga att stå emot nedbrytning mot proteaser (trypsin). Våra partiklar kunde innesluta upp mot 30% av målproteinet och var avsevärt mer stabila mot proteolytisk nedbrytning. Den isoelektriska punkten för den inneslutna molekylen eller proteinet visade sig dock vara viktig.

Ett högt pI hos molekylen omöjliggjorde inneslutning, detta är dessbättre förhållandevis ovanligt.

Framgångar

Projektet har varit framgångsrikt och kan exploateras kommersiellt.

Deltagande parter

Avdelningen för Tillämpad Biokemi, Lunds Tekniska Högskola och Protista International AB, Bjuv.

Publikationer

One-step purification of recombinant human amelogenin and use of amelogenin as a fusion partner. Johan Svensson Bonde, Leif Bülow. PLOS One, in press (2012)

Use of human amelogenin in molecular encapsulation for the design of pH responsive microparticles. Johan Svensson Bonde, Leif Bülow, submitted



Projektledare:

Leif Bülow, Kemikum, Tillämpad Biokemi, LTH, Lund, Leif.Bulow@tbiokem.lth.se

Start: November 2010

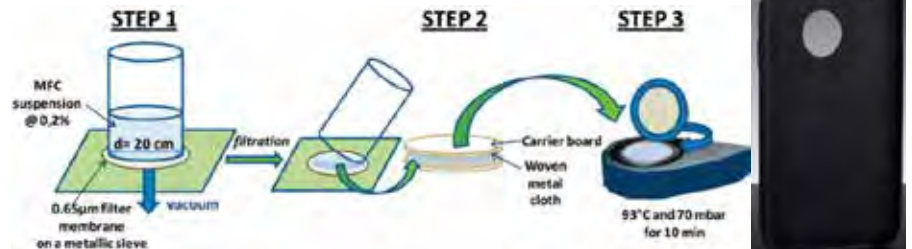
Slut: December 2011

Projektbudget: 1,2 MSEK

Höghållfasta skalelement i papper

Projektets mål

Detta hypotesprojekt skall utvärdera om det är möjligt att tillverka ultrahöghållfasta skalelement i impregnerat papper. Genom marknadens krav på reduktion av vikt, ökad styvhet och förbättrad hållfasthet för produkter tillverkade i skalelement används idag oftast höghållfasta stålplåtmaterial. Problemet med dessa material är deras medelmåttiga formbarhet som motverkar design av komplexa geometrier för ökad styvhet. Detta hypotesprojekt analyserar om det är möjligt att tillverka ultrahöghållfasta skalelement i impregnerat papper. Forskare vid Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), Institutionen för Fiber och polymer-teknologi samt Wallenberg Wood Science Center har utvecklat ett världens starkaste nanopapper med hållfastheter högre än gjutjärn. Materialet, som är framställt av nanofibrer från vedcellulosa, är även lättare än vanligt papper. En schematisk beskrivning av papperstillverkningen visas i figuren. Det är även möjligt att blanda in oorganiska partiklar, t ex lera så att materialet får bättre brandegenskaper eller magnetiska partiklar för att ge pappret andra typer av funktionella egenskaper. Nyheten om världens starkaste papper publicerades först i den vetenskapliga tidskriften Science, The New York Times² och New Scientist³, samt Nature Nanotechnology⁴. För mer vetenskaplig information om framtagning och egenskaper av detta papper hänvisas till referens^{5,6}. Utveckling av ett



Figur vänster: Schematisk beskrivning för framtagning av världens mest höghållfasta papper
Bild höger: Skyddskåpa för Iphone

skalelement i papper börjar med att använda en stack av världens mest höghållfasta papper som var och ett är pre-impregnerat av en polymer matris. Denna stack skall sedan formas med varma verktyg (Stämpel+dyna+skalelementhållare) och härdas i formverktygen till ett skalelement. Det skalelement som projektet skall utveckla och använda som demonstrator är en skyddskåpa för Iphone, se bilden. Förutom denna demonstrator kommer det utföras dragprov på kompositen samt belastningsprov på demonstratorn.

Genomförande/metoder

- Malning av vedfibrer - Mekaniskt mala och låta enzymer sönderdela vedfibrer.
- Tillverkning av papper – Nanofibrerna blandas med vatten och centrifugeras till en massa. Vätskan filtreras bot och resterande går igenom en torkprocess och bildar ett papper
- Tillverkning av laminat - Ett antal papper stackas till en tjocklek på 1 mm och impregneras

- Formning av laminatet – Formning av pre-impregnerade laminated formas under temperatur och tryck
- Mekanisk provning av skalelementen – Mekaniska tester och prov utförs.

Grön tillväxt

För att den tillverkande industrin skall kunna vara konkurrenskraftig på en världsmarknad krävs det nydanande tillverkningsteknologier och nyutvecklade miljövänliga material. Det kommer även innebära att man måste öka återvinningsbarheten på delkomponenter i produkten men även att utveckla lätta komponenter i dessa nya miljövänliga material och/eller genom att utveckla unika energieffektiva produktionsprocesser. För att åstadkomma miljövänliga och energieffektiva system (tillverkning + material) kan det även innebära att man korsbefruktar industrisegment genom att använda ett unikt material från en industrisektor och anpassa detta till produktion för en produkt hos en annan sektor. Detta projekt skall utvärdera om det skulle kunna vara möjligt att tillverka ultrahöghållfasta skalelement i papper.

² The New York Times, June 10, 2008

³ The New Scientist, Volume 198, Issue 2660, 11 June 2008, Page 26

⁴ Nature Nanotechnology, 5, (2010) pp. 584-588

⁵ Marielle Henriksson and Lars A. Berglund
Structure and Properties of Cellulose Nanocomposite Films Containing Melamine

Formaldehyde, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 106, 2817–2824 (2007)

⁶ Marielle Henriksson, Lars A. Berglund, Per Isaksson, Tom Lindström, and Takashi Nishino
Cellulose Nanopaper Structures of High Toughness, Biomacromolecules, 2008, 9 (6), 1579-1585

Konkreta resultat och projekteffekter

Projektets resultat är att visa att det skulle vara möjligt att skapa höghållfasta skalelement i papper som till exempel skulle kunna användas för exempelvis mobiltelefoner, balkar i fordon, eller skyddhjälm.

Framgångar

I detta innovativa projekt har för första gången demonstrerats att papper kan användas för tillverkning av höghållfasta produkter.

Deltagande parter

I detta projekt samverkar Swerea KIMAB, KTH - Wallenberg Wood Science Center och Swerea Sicomp.



Projektledare:

Roger Andersson, Swerea KIMAB, roger.andersson@swerea.se

Start: Januari 2011

Slut: Juni 2012

Projektbudget: 0,5 MSEK

Plattform för direkttillverkning av mikrokomponenter

Projektets mål

Detta projekt bygger vidare på hypotesprövningsprojektet "Plattform för direkttillverkning av mikrosystem". Huvudmålet är att bygga en forskningsplattform för direkttillverkning av komponenter med detaljer i mikroskala. Genom att utveckla direkttillverkningsmetoder som gör det möjligt att använda mycket finkorniga pulver ökas möjligheten att tillverka komponenter med hög precision och små detaljer. Ett mål är att utveckla en metod som gör det möjligt att integrera flera olika material i samma komponent. Ett exempel är att göra det möjligt att producera en keramisk detalj i valfri geometrisk utformning med hål och öppningar samt att kunna integrera ledande material inuti den keramiska komponenten. Som en test av metodens funktionalitet kommer en demonstrator att tas fram i samarbete med SenSiC AB. Denna demonstrator är en kapslad sensor (keramisk kapsel med integrerade metalliska ledare) för aggressiva miljöer med höga temperaturer.

Genomförande/metoder

Projektarbetet består i huvudsak av processutveckling och konstruktionsarbete av en forskningsplattform. Plattformen är moduluppdelad så att funktioner kan adderas stegvis och testas tillsammans med process och sedan implementeras. Processutvecklingen sker systematisk med hjälp av yt- och kolloidkemi samt reologi.

Grön tillväxt

Projektet gör det möjligt att tillverka sensorer eller andra typer av mikro-system som kan användas för att minska miljöbelastningen för t ex fordon eller biobränsleladdade pannor.



Keramiska substrat med metalliska ledarmönster tryckta med inkjet teknik

Möjligheten att kapsla med keramiska material ger större möjligheter att bygga robusta system som därmed kan fungera bättre i sammanhang med höga temperaturer och aggressiva miljöer.

När det gäller själva processen så är direkttillverkningsmetoder material- och energisnåla processer jämfört med metoder som bygger på bearbetning. Jämfört med andra direkttillverkningsmetoder som kan skapa små detaljer som t ex stereolitografi ser vi miljömässiga fördelar i minskad användning av organiska lösningsmedel och undvikande av hantering av allergiframkallande och cancerogena kemikalier.

Konkreta resultat och projekteffekter

En metod att bygga med flera material testades inom hypotesprövningsprojektet och en mycket enkel komponent bestående av ledande metalldelar och isolerande keram togs fram. En grundplattform för det vidare utvecklingsarbetet har tagits fram med möjlighet att använda olika processer för att applicera material som inkjet och andra

typer av dispenseror. Med hjälp av inkjet har ledande metalliska mönster kunnat tryckas på keramiska tejer.

Framgångar

Metoden för att bygga med flera material i samma komponent har legat till underlag för en patentansökan. En nyhetsgranskning som gjordes av AwaPatent uppvisade inga nyhets hinder och en patentansökan har lämnats in baserad på den nya metoden.

Deltagande parter

Fcubic AB utvecklar direkttillverkningsmaskiner och säljer friformade komponenter i rostfritt stål. Höganäs AB tillverkar järn- och stålpulver och samarbetar med fcubic AB kring material för friformsframställning.

SenSiC AB är ett svenskt företag som utvecklar gassensorer. Dessa sensorer är bland annat avsedda att användas för att ge mätdata från olika förbränningsprocesser och bör därför tåla höga temperaturer samt vara motståndskraftiga för kemiskt aggressiva gaser.

På Swerea IVF deltar forskargruppen för keramer med utveckling av vattenbaserade pulversuspensioner från finkorniga pulver med hjälp av yt- och kolloidkemi och reologi. Forskar-

gruppen för elektronikbyggsätt deltar med konstruktion och uppbyggnad av utrustning samt med kunskap om elektronikbyggsätt för krävande miljöer.



Projektledare:

Elis Carlström, Swerea IVF AB

Start: November 2011

Slut: November 2012

Projektbudget: 8 MSEK

Utveckling av kostnadseffektiv optisk fiber för solljusbelysning

Projektets mål

Projektet är en fortsättning på hypotesprövningsprojektet ”Ny typ av optisk fiber för energisparande solljusbelysning i byggnader och tunnlar”. Projektets mål är att tillverka en glasfiber vars dämpning i intervallet 400-750 nm är högst 70 dB/km -använda tillverkad fiber i demonstrationsobjekt

I projektet ingår Glafo, Acreo, Uppsala Universitet, Parans, Glasma, Sibelco, Fibertronix, Akademiska hus, Trafikverket och byggtreprenörer. Tillsammans ska vi demonstrera hur solljusfibern i en solljusbelysningsarmatur kan användas i nya applikationer och miljöer.

Projektet utvecklar metoder att med konventionell glasteknik tillverka optisk fiber som är kostnadseffektiv och speciellt anpassad för solljustransport. Dagens solljuspaneler använder plastfiber som kraftigt begränsar vilken sträcka ljuset kan transporteras. Men en nyutvecklad fiber kan den möjliga användningen av solljusbelysning ökas väsentligt.

Genomförande/metoder

I projektet kommer glaset från hypotesprövningsprojektet att vidareutvecklas på Glafo. Det ställs mycket höga krav på renhet och homogenitet hos glaset. Acreo tar fram teknik för att dra fiber från smält glas. Dämpningen i tillverkad fiber kommer att utvärderas av Uppsala Universitet. Optisk design av fiber och linssystem görs av Acreo och Parans.

Grön tillväxt

Genom att använda solljus för belysning kan man minska energiförbrukningen. Stora byggnader kräver artificiell belysning dygnet runt. Den



Fiberoptik möjliggör miljövänlig belysning. Foto Acreo

solljusbelysning som Parans idag levererar har en räckvidd på 20 m från tak eller yttervägg, vilket är en kraftig begränsning i just stora byggnader. Målet är att glasfibern ska kunna öka räckvidden 3-4 gånger och därmed markant öka användningsområdena. Solljusfibern skulle därmed kunna ge tydliga energibesparingar i så väl privata som offentliga miljöer.

Ett annat viktigt argument för att leda in dagsljus i olika byggnader är att man får ett mer naturligt ljus. Ljus är mycket viktigt för både välbefinnande och prestation. Med glasfiber går det att få dagsljusbelysning i miljöer som källarvåningar, konferensrum, tunnelbanor, tunnlar, och parkeringsgarage. Projektets förväntade resultat bidrar till ’gröna produkter’ i form av till exempel solljusbelysningssystem och energiop-timerade byggnader.

Konkreta resultat och projekteffekter

I projektets första fas utvecklas smälttekniken och glassammansättningen. Vi har löst problemet med förekomst av små blåsor i glaset och fått en markant förbättrad homogenitet. En ny ugn har designats och beställts som ska göra det möjligt att tillverka ca 1,5 kg glas.

Demonstrationsobjekt har diskuterats och troligen kommer Akademiska hus att installera en ny glasfiberbaserad solljuspanel i anslutning till en redan befintlig plastfiberbaserad solljuspanel i Handelshögskolan i Göteborg. Det gör att det blir enkelt att jämföra de båda systemen under identiska förhållanden.

Framgångar

Projektet är fortfarande i sin början men genererar intresse så fort det nämns.

Deltagande parter

Glafo, nordens enda glasforskningsinstitut, Acreo som är ledande institut inom fiberoptik i Skandinavien samt Uppsala universitet utgör forskningsaktörer i projektet. Tillsammans med ett antal företag inom näringslivet möjliggörs framtagning av en ny fiber.

Glasma levererar råmaterial i form av pellets till konstglasindustrier

världen över. Sibelco är en stor råvaruleverantör för glastillverkande industrier. Parans Solar Lighting är en ledande aktör inom branschen för solljusbelysning baserad på fiberteknologi. Akademiska Hus är ett fastighetsbolag med universitet och institut som kunder. Fibertronix säljer optisk specialfiber på en internationell marknad. Trafikverket, med erfarenhet

av stora byggprojekt bidrar med kompetens kring krävande installationer med strikta kravspecifikationer.

Publikationer

Rökæus A. (2011) Hälsosamt dagsljus i byggnader, Affnyheter, 4, 17, 16-1



Projektledare:

Christina Stålhandske, Glafo, christina.stalhandske@glafo.se

Start: November 2011

Slut: November 2013

Projektbudget: 4,2 MSEK

Prediktering av kylningsförlopp vid härdning av stål genom CDF-beräkningar

Projektets mål

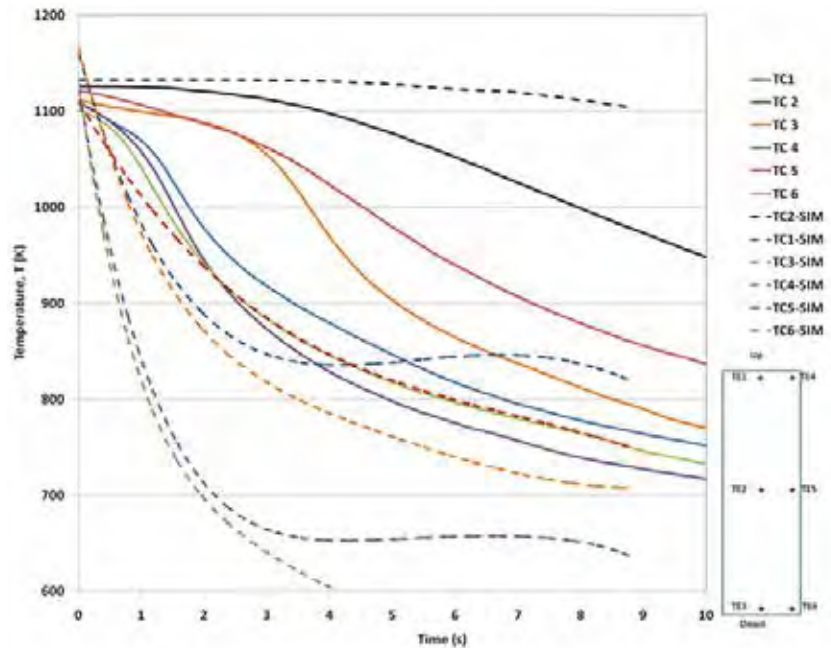
Målet med hypotesprojektet har varit att prova CFD-beräkningar (Computational Fluid Dynamics) som en metod för att beskriva hur vätskebaserad kylning sker längs randen på en komponent som kyls i en vätska under härdningsprocessen. Om detta lyckas kan CFD-metoder, efter eventuell fortsatt forskning och utveckling, användas i kombination med FEM-beräkningar, som en ny, förbättrad metod för att minimera formförändringar på värmebehandlade komponenter.

Genomförande/metoder

Tillgängliga modeller för flerfasströmning, inklusive både kärnkokning och konvektiv kokning, har provats för att se hur det fungerar i sammanhanget härdning då kylning sker i mineralolja-baserade kylmedel. Beräkningarna har gjorts för en enkel axi-symmetrisk geometri i form av en cylinder med diameter 30 mm och höjden 90 mm. Samma provstavsgeometri användes för att verifiera de beräknade resultaten genom försök. Vid försöken där kylningen gjordes från 850 °C ner till kylmedlets temperatur som var 120 °C var provdetaljen bestyckad med 6 termoelement i olika positioner.

Konkreta resultat och projekteffekter

De beräkningar som gjorts har varit mycket tidskrävande trots en ”enkel geometri” som bestått av en cylindrisk provkropp som kringströmmats av ett medium vars strömning ej störts av effekter från t ex kärlets väggar. Trots denna enkla utformning av modellen var ansättningen av randvillkoren tämligen komplicerad för att få



Jämförelse mellan uppmätta (TCn) och beräknade temperaturförlopp (TCn-SIM). I bildens nedre vänstra del visas termoelementens placering vid försöken

kokningen och den värmeöverföring som denna medför att bli rimlig. Efter att detta lösts erhöles resultat som visade att de tillämpade modellerna klarar att beskriva värmetransporten från denna uppvärmda provstavens yta till den omgivande kylande vätskan både under kokning och under konvektion (värmeöverföringen sker genom enbart konvektion då det kylda objektets yttemperatur är lägre än kokpunkten på den kylande vätskan). I bilden nedan visas resultat för uppmätta temperaturförlopp där de jämförs med beräknade dito. Det är intressant att se att inbördes lägen mellan de olika kurvorna för de olika positionerna visar likartade trender för både beräknade och uppmätta resultat. Den absoluta skillnaden mellan uppmätt och beräknad temperatur är under vissa tidsintervall relativt stor vilket indikerar att nuvarande modell inklusive

randvillkor och vissa indata för vätskan behöver ses över i kommande projekt. Under hösten 2011 bildades ett konsortium med intresserade företag och ansökan skickades in för ett fortsättningsprojekt. Tyvärr avslogs denna ansökan. Eventuellt görs omarbeting för en ny ansökan under 2012.

Deltagande parter

I projektet har Pavel Ramirez Lopez och Johan Sjöström från Swerea MEFOS samt Lenny Tönnäng och Hans Kristoffersen från Swerea IVF AB deltagit.

Publikationer

Ramirez-Lopez, P. Kristoffersen, H. (2011): Prediction of quenching performance during hardening of steel using CFD,
MEFOS-rapport, MEF 11032



Projektledare:

Hans Kristoffersen, Swerea IVF AB, hans.kristoffersen @swerea.se

Start: December 2009

Slut: Mars 2013

Projektbudget: 0,5 MSEK

Elektrospunna membran för litiumjonbatterier

Projektets mål

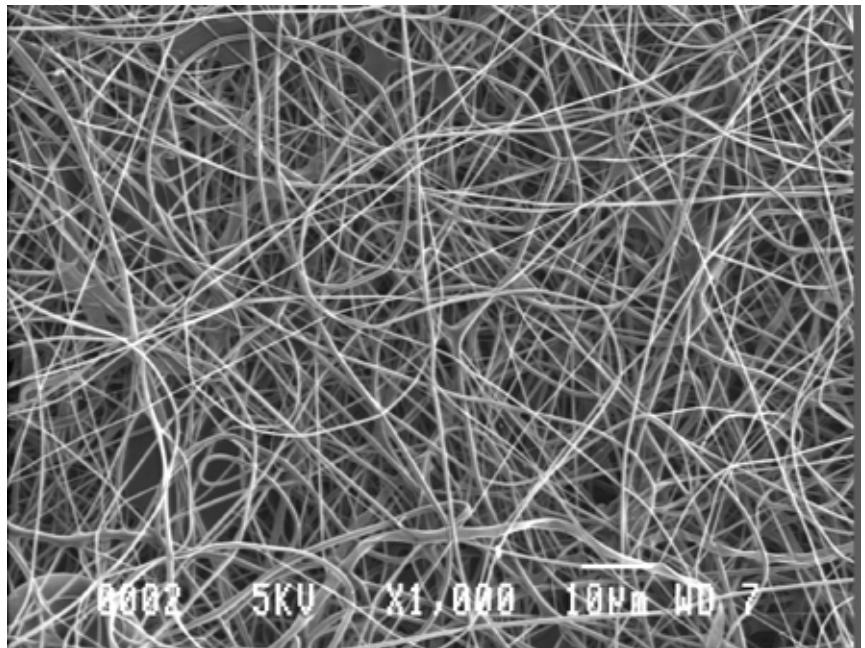
Projektets mål var att med hjälp av en nyutvecklad, patenterad elektrospinningsteknik för tillverkning av nanofibrer (Patent SE 530 751) producera separatormembran till litiumjonbatterier. Tekniken, som ursprungligen utvecklats för filterindustrin, förväntades ge en sänkning av de totala tillverkningskostnaderna och förbättring av batteriets egenskaper.

Genomförande/Metoder

Elektrospinning har först utförts i laboratorieskala där fibrer tillverkats och karakteriserats med avseende på fiberdiameter, porositet, vätningsförmåga mm. Testceller har byggts och utvärderats med avseende på laddningstid och cyklisk hållbarhet. Försöken i laboratorieskala syftade till att hitta en eller flera polymerer som dels fungerar att elektrospinna och dels ger hög kapacitet vid användning i battericeller. Dessutom undersöktes huruvida det är möjligt att direkt belägga elektrodmaterial med membranet. Uppskalningsförsök har därefter genomförts där elektroder belagts i större skala med utvalda polymersystem.

Grön tillväxt

Förväntade effekter med elektrospinning som tillverkningsmetod är lägre tillverkningskostnad och förbättrade batteriegenskaper. Om detta kan uppnås är det tänkbart att användningen av litiumjonbatterier kan öka vilket skulle kunna leda till minskad användning av mindre miljövänliga energikällor. I ett större perspektiv finns det därmed positiva miljöeffekter att vänta. Eftersom det inom projektets ram inte var möjligt att fullt ut verifiera



Membran elektrospunnet med utrustning för storskalig produktion. Foto taget i SEM med 1000 gångers förstoring

den nyutvecklade tekniken för tillverkning av membran i större skala går det endast att beskriva tillväxten i förväntade termer.

Konkreta resultat och projekteffekter

Försök i laboratorieskala visade att det är möjligt att tillverka separatormembran till litiumjonbatterier genom att elektrospinna en polymer direkt mot elektrodmaterial. Separatormembran med en porositetsgrad på 85 % har erhållits, vilket kan jämföras med 40 % hos kommersiella membran. Vätningsförmågan har förbättrats och uppsamt urladdningskapaciteten är högre jämfört med battericeller tillverkade med kommersiella membran. Den polymer som baserat på laborieförsöken hade bäst potential att fungera som batteriseparator fungerade tyvärr dåligt att spinna i utrustningen för storskalig produktion. Resultatet bör

dock avsevärt kunna förbättras med ytterligare optimering av processparametrar. Andra polymersystem, men som är mindre lämpliga i batterier på grund av elektrokemisk instabilitet, har fungerat bra att elektrospinna i den uppskalade utrustningen. Projektet har visat att det är möjligt att tillverka separatormembran genom elektrospinning direkt mot elektrodmaterial. Projektet har dock inte fullt ut kunnat bekräfta att den nyutvecklade tekniken för elektrospinning i stor skala kan användas för produktion av separatormembran. Hypotesen har således inte kunnat verifieras, men inte heller avfärdas och det finns fortfarande goda förhoppningar om att lyckas om möjlighet till ytterligare optimeringsarbete ges.

Framgångar

Separatormembran som tillverkats i laboratorieskala har haft bättre

kapacitet jämfört med kommersiella membraner. Elektrospinning har också utförts direkt mot elektrodmaterialiet med positivt resultat. Detta gör det möjligt att producera mycket tunna separatormembran (< 16 µm), vilket är önskvärt men svårt vid traditionell membrantillverkning.

Deltagande parter

Swerea IVF har varit den enda deltagande partnern i projektet. Swerea IVF utvecklar och inför ny teknik och nya arbetssätt inom en rad branscher med fokus på produkt-, process- och produktionsutveckling. Swerea IVF erbjuder även kompetens kring materialegenskaper och applikationer för keramiska, polymera och textila material. Dinair Filton AB har inte haft

någon aktiv roll i projektet, men bidragit genom att elektrospinning i stor skala har utförts med utrustning placerad hos företaget. Dinair Filton bedriver ett Forska&Väx projekt kring nanofibrer för energieffektiva luftfilter och kunskapsutbyte har skett med detta projekt.

Publikationer

Målet var att projektet skulle utmynna i en patentansökan och/eller en tidskriftsartikel. De resultat som uppnåtts gällande elektrospinning i utrustning för storskalig produktion har dock inte bedömts vara tillräckliga för att i detta skede gå vidare med något av ovanstående alternativ. Parallellt har det inom Swerea IVF pågått projekt kring Li-jon batterier. Resultat från detta har presenterats både på konferens och i vetenskapliga artiklar



Projektledare:

Jessica Orlenius, Swerea IVF AB, Mölndal, jessica.orlenius@swerea.se

Start: April 2010

Slut: Februari 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

Ett nytt skalelement för effektiv återfjädringsanalys

Projektets mål

Den grundläggande idén bakom det aktuella projektet har varit att utveckla ett nytt triangulärt skalelement, som inte är geometriskt plant, d v s det beaktar kopplingen mellan membran- och böjverkan. Med ett sådant element kan den ”knyckighet” i uppförandet undvikas, som tidigare har visats uppträda när ett elementnät med ”normala” skalelement glider över en verktygsradie. På så sätt kan större element användas och beräkningstiden minskas eller noggrannheten ökas.

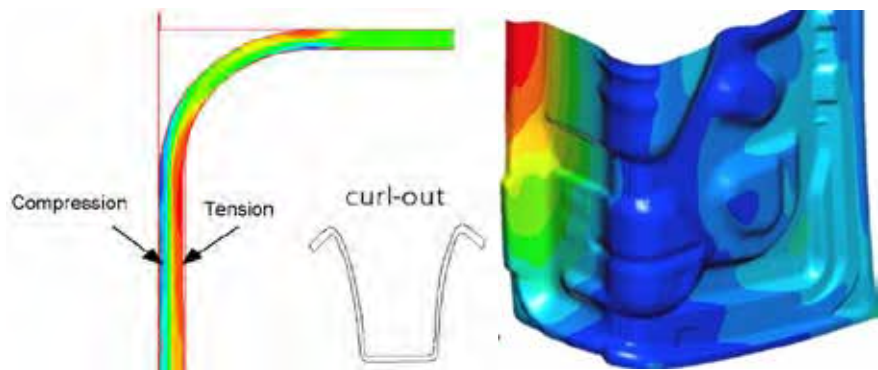
Inom projektet har teorin för ett nytt skalelement utvecklats och det ser hoppfullt ut att det ska fungera bra i praktiken. Tyvärr har tiden inte räckt till för att implementera elementet i något program. Förhoppningsvis kommer det att kunna implementeras i ett Finit Elementprogram, som utvecklas i ett annat projekt, och testas där.

Genomförande/metoder

Projektet har varit av teoretisk natur, baserat på vedertagna metoder inom kontinuumsmekanik och Finit Elementteknik.

Grön tillväxt

För att reducera utsläppen av växthusgaser strävar man inom bilindustrin mot att reducera bilarnas bränsleförbrukning. Ett sätt att nå detta mål är att minska bilarnas vikt. Karossvikten kan reduceras genom att använda tunnare plåtmaterial av höghållfasta och ultra-



höghållfasta stål, eller höghållfasta legeringar av aluminium. En oönskad sidoeffekt av ett sådant materialval är de problem som uppstår vid formningen. En sådan oönskad effekt är dessa materials benägenhet till kraftig återfjädring efter formningen. För att kunna kompensera formytorna för denna effekt måste man kunna numeriskt simulera återfjädringen. Det är för att möjliggöra detta som det aktuella projektet kan bidra.

Konkreta resultat och projekteffekter

De framtagna teoretiska resultaten har ännu inte kunnat implementeras i någon programvara för dynamisk/explicit simulering, och pga detta har ännu inga konkreta resultat kunnat erhållas.

Framgångar

En speciell utmaning i detta arbete har varit att ta fram ett så okomplicerat element som möjligt, men som ändå uppfyller de uppställda kraven, för att

erhålla en hög beräkningseffektivitet. Denna målsättning har i huvudsak kunnat uppfyllas. Trots att elementet kan beakta geometriska så väl som materiella olinjära effekter, används endast en integrationspunkt i elementplanet.

Deltagande parter

Professor Kjell Mattiasson, Chalmers, avd för material & beräkningsmekanik/Institutet för Tillämpad Mekanik, har genomfört projektet.



Projektledare:

Kjell Mattiasson, Chalmers Tekniska Högskola, Avd för Material & Beräkningsmekanik/Institutet för Tillämpad Mekanik, kjellm@chalmers.se

Start: December 2009

Slut: December 2010

Projektbudget: 0,3 MSEK

Enkristalls metalldeposition genom elektroplatering med succesiv doppning

Projektets mål

Syftet med vårt projekt är att förbättra koppars ledande förmåga i kretsar av nanostorlek genom att kontrollera dess struktur på nanonivå. Dagens Cu kretsar i informations- och kommunikationsteknologi (IKT) framställs genom elektroplatering och medför en kristallgrynstorlek som styrs av metallens nuklering på den underliggande substratytan. Gränsvytorna mellan dessa korn är fördömande för koppars ledningsförmåga när grynstorleken är jämförbar med kretsvidden, vilket kan omöjliggöra användandet av Cu som kretsmaterial i framtida IKT teknologinoder. Vi vill göra möjligt fortsatt användande av koppar genom att elektroplatera med succesiv doppning av substratet och på så sätt förbättra grynstorleken - ett mål som vi har goda förutsättningar att uppfylla. Vår innovativa Cu deponeringsmetod är ett nytt angreppssätt som kan ge svensk industri nya möjligheter dels med avseende på applikationer för metaller med förbättrad nanostruktur, men även för tillverkning av produktionsverktyg för elektroplatering till IKT industrin. Vårt projekt ämnar förbättra den avancerade tillverkningsprocessen av kretsar i högteknologiska produkter, så som datorer och smartphones.

Genomförande/metoder

Projektet avser utveckla en ny metod, elektroplatering med succesiv doppning, för tillverkning av material, nämligen kall deponering av metall. Eftersom doppning av substratet under elektroplateringen är det nyskapande i vår metod kan vi använda samma substrat och pläteringslösning som i industristandard tillverkning. Detta underlättar integrering av vår metod till



Laborarieuppställning av rigg för elektroplatering med succesiv doppning

industri. Dock krävs som anpassning för doppningsförfarandet att pläteringslösningen flyter som ett skikt på en inert organfas, för att få en konstant Cu tjocklek. Vi mäter kornstorleken i koppar tillverkad med vår doppningsmetod och jämför med traditionell elektroplatering genom röntgendiffraktion samt andra spektroskopiska metoder.

Grön tillväxt

Bättre ledningsförmåga i framtida koppelkretsar möjliggör inte bara fortsatt skalning för att uppfylla den så kallade "Moore's law" utan medför även lägre resistans och lägre strömåtgång. Minskad energiåtgång i högteknologiska produkter ger effekt på svensk och internationell elproduktion samt längre batteritid för mobila applikationer.

Konkreta resultat och projekteffekter

För att testa vår hypotes om ett förändrat kornbildande i kopparfilm

som elektropläteras under doppning har vi byggt en rigg med en motor som sänker ner substratet, som är kopplat till en offeranod av koppar, i pläteringslösningen "Bright Copper ACG 8" vilken flyter på en organisk fas (se Fig. 1). Vår elektroplatering sker ovanpå ett tunt lager av s.k. sputtrad koppar som ger i det närmaste helt plana ytor på substratytan. Eftersom tillverkningsmetoden vi utvecklar har industriell tillämpning var ett viktigt delmål för projektet upprättandet av samarbetet med Dr. James Rohan's grupp vid Tyndall National Institute, University College Cork, som har stor erfarenhet av elektroplatering, industriella metoder, samt direkta samarbeten med IKT industri. Ytterligare uppfyllda delmål är att vi med röntgendiffraktion har mätt kornstorleken i traditionell elektropläterad Cu som från våra elektropläteringsexperiment har en medel storlek på 40 nm – ett resultat som stämmer överens med rapporterade värden från andra forskare inom om-

rådet. Projektet är nu i det spännande skeendet där vi ska visa att vår elektroplätering med succesiv doppning ger kopparfilm med betydligt större korn och kanske dessutom korn av annan form än sfärisk. Eftersom vi ännu ej har utfallet av vår hypotes har projektet i nuläget inga patent eller publikationer att rapportera.

Framgångar

Världens första uppsättning av en rigg för elektroplätering med succesiv doppning har blivit realiserad, vilken möjliggör långsam och steglös doppning av kiselskivebitar i pläteringslösningen.

Detta har möjliggjorts genom vårt samarbete med Tyndall National Institute med special expertis av laborieteknikern Dr. Declan Casey och support från Cork gruppens materialtekniker. Vi har även visat att vi åstadkommer samma kornstorlek vid vår elektroplätering av koppar med traditionell teknik som industri standard, vilket är en bra utgångspunkt att utgå från för att pröva vår hypotes.

Deltagande parter

Uppsala universitet, Fysiska Institutionen i samarbete med Dr. James Rohan och Dr. Declan Casey vid

Tyndall National Institute, University College Cork har utgjort en betydande fördel för projektet. Dr. Rohan's grupp är en av de ledande inom koppar elektroplätering i Europa vilket har markant underlättat utvecklingen av vår nya elektropläteringsmetod med succesiv doppning. Dr. Rohan's grupp har aktiva samarbeten med Intel, Seagate och Analog Devices, bl.a. rörande kretsmaterial i IKT applikationer.



Projektledare:

Dr. J. Andreas Larsson, Uppsala Universitet, Fysiska Institutionen, andreas.larsson774@gmail.com

Start: April 2011

Slut: Mars 2012

Projektbudget: 0,5 MSEK

Resurssmarta vävprocesser för framtidens högpresterande textila strukturer

Projektets mål

Syfte och mål med följande projekt har varit att pröva ett nytt angreppssätt inom området smarta textila material. Huvudhypotesen för projektet är att undersöka om det går att använda tredimensionella multilagerstrukturer som idag används för att fram fiberbaserade kompositer för att ta fram två olika grundprinciper inom konduktiva strukturer. Hypotesen har utvärderats genom att ta fram och analysera två olika typer av konduktiva vävar samt analysera möjligheten att tillverka strukturerna på en industriell vävmaskin. Resultat och analys visar att man med vissa modifieringar kan väva komplexa interaktiva strukturer i en enda process.

Genomförande

Projektets hypotes har utvärderats i tre delprojekt upplagda som en förstudie som behandlar tre problemställningar. Hur konstrueras en vävd interaktiv struktur i tre individuella lager? Hur konstrueras en interaktiv struktur i fem individuella lager? Vad betyder konstruktionerna för en industriell vävprocess? Två olika typer av principer för vävd flerlayerskonstruktion har utprovats; Ortogonala samt multilagerstrukturer. De båda teknikerna modifierades och tre- respektive femlayers strukturer vävdes upp. För att utvärdera de interaktiva egenskaperna mättes dataöverföringsförmåga samt kapacitiva sensor- egenskaper i de olika strukturerna.

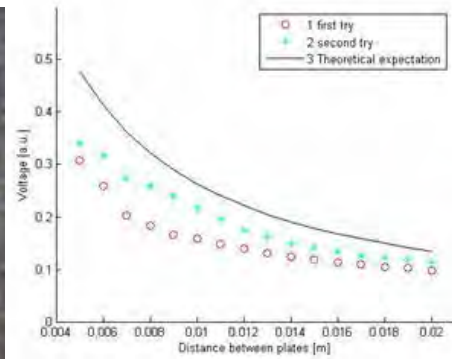
Konkreta resultat och projekteffekter

Projektet har visat att med de båda teknikerna gått att ta fram tre- och femlager struktur bestående av konduk-



Vävstrukturer samt uppmätta egenskaper

tiva och isolerande lager. Genom att modifiera inställningar och material kan man i en och samma process ta fram en rad olika kvaliteter. Från det mest styva och tjocka till det mest tunna och följsamma. Samtliga strukturer visar kapacitiva egenskaper, bäst fungerade de ortogonala processerna där det finns möjlighet att bygga en distans mellan lagren, figur 1. En industriell framtagning av konduktiva lagerstrukturer leder till en rad olika applikationsområden. Ett är textila kretskort där man genom olika lager av dataöverföring kan bygga matriser för olika ändamål. Ett exempel på det är en matris för en textil display för skyddskläder som vi gör tillsammans med en finsk tillverkare av motorcykelkläder. Tekniken möjliggör också stora flexibla sensor ytor som går att rulla ihop och som går att ha över stora ytor. Exempel på det är en textil som mäter temperatur. Vi ser också en stor potential i de kapacitiva egenskaper som strukturerna har och som öppnar upp för en rad olika mekaniska och kemiska sensor ytor inom medicinska tillämpningar bland annat.



Framgångar

Projektets stora genombrott är att vi genom att använda och kombinera känd teknik möjliggör en ny typ av flexibla kretsar som kan byggas både på en yta men också i flera dimensioner. Dessa strukturer kan vävas i en vanlig vävmaskin med några enklare modifieringar i varpupsättning. Projektet visar på potentialen i textil tillverknings teknik, där förhållandevis flexibla och enkla uppsättningar möjliggör framtagning av helt nya typer av högteknologiska vävar.

Deltagande parter

Projektets deltagande parter har varit Textilhögskolan i Borås, Chalmers Tekniska Högskola samt företaget Nordiska Etikettbolaget. Företaget, som även är involverat i annat projekt, har bland annat tillhandahållit utrustning för provvävning och kommer fortsättningsvis vara delaktig i industriellt framtagande av olika typer av matriser och sensor strukturer. ITA, Institut für Textiltechnik, Aachen som är en av Europas största Textilinstitut med avseende på textila processer har visat stort intresse för projektet och vill etablera gästforskarsamarbete samt samverka inom ramen för EU-projekt.

Publikationer

Eriksson, S., Berglin, L., Gunnarsson, E., Guo, L., Lindholm, H., Sandsjö, L. (2011). Three-dimensional multilayer fabric structures for interactive textiles. Proceedings of the 3rd World Conference on 3D Fabrics and their applications



Projektledare:

Lena Berglin, Textilhögskolan, Borås, lena.berglin@hb.se

Start: Januari 2011

Slut: December 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

ProMicro - formning och skärande bearbetning av mikrokomponenter

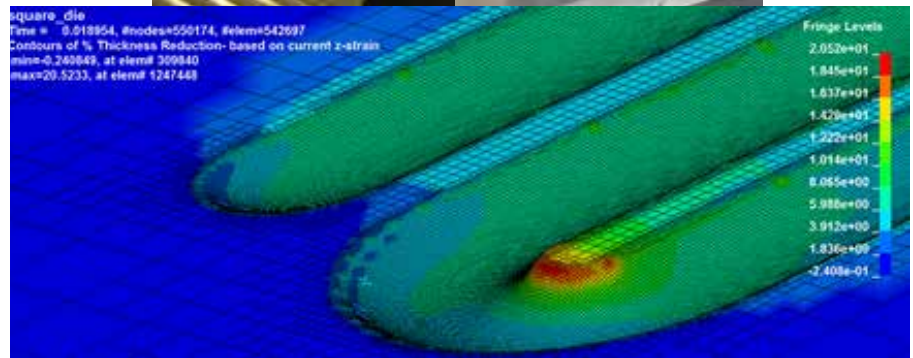
Projektets mål

Syftet med projektet var att pröva hypotesen att effektiva tillverkningsprocesser för mikrokomponenter kan utvecklas genom att integrera mikrohydroformning och mikrowaterjet-teknik. Integrerad formning och skärande bearbetning i ett system antas kunna skapa en effektiv process ur cykeltids-, kostnads- och flexibilitets-synpunkt. Demonstrator i projektet har varit en bipolär platta i rostfri plåt (304 och 316) för mikrobränsleceller.

ProMicro har bidragit till programmetts övergripande mål att generera nya resultat som omsätts i svensk industri och därigenom gynnar deras konkurrenskraft på två sätt; dels genom samarbetet med projektpartnern Finecut, där den integrerade tillverkningsprocessen kan bli en framtida produkt, dels genom kontakter inom projektet med svenska företag inom bränslecellstillverkning såsom Sandvik AB (leverantör tunna rostfria material) och bränslecellstillverkarna Metacon och Powercell. Flera av dessa företag har varit partners i ansökningar om fortsättningsprojekt, både nationellt och på EU-nivå.

Genomförande/metoder

Produktionskonceptet verifierades genom tillverkning av en demonstrator, en bipolär bränslecellsplatta. Baserat på en kravspecifikation genomfördes formningsförsök för att studera hydroformningens möjligheter och begränsningar. Formverktyg i stål och keram togs fram med olika formelement. FE-simulering med en materialmodell från litteraturen undersöktes. Försök med vattenskärning av tunna plåtar genomfördes på Finecut. Slutligen utvärderades tillverkningskonceptet genom en



Vänster: Mikrobränslecell framställd genom integration av hydroformning och waterjet-teknik

Höger: Mikrowaterjet-skärning av bränslecell

Under: Finit element analys av mikrohydroformningen som visar förtunningen(%) av materialet

jämförelse med alternativa tillverkningsmetoder.

Grön tillväxt

ProMicro bidrar till grön tillväxt främst som möjliggörare av kostnadseffektiv och flexibel tillverkning av bränsleceller i seriestorlekar från medel- till högvolum. Den nya tillverkningsmetoden med integration av mikrohydroformning och mikrowaterjet ger lägre resurs- och energiförbrukning jämfört med separata tillverkningssteg.

Konkreta resultat och projekteffekter

Resultatet visade att konceptet i ProMicro var klart kostnadseffektivast från seriestorlekar på 10 000 detaljer/år och vid högvolum är kostnaderna i samma storleksordning som konventionell pressning/stansning. Formverktyg i keram fungerade väl tribologiskt för applikationen och hade god geomet-

riritighet. Formbarhetsförsök med kombinationer av kanalbredd och -djup genomfördes, kanalbredder 0,6 och 1,46 mm, genererade kanaldjup på $0,09 \pm 0,02$ respektive $0,31 \pm 0,03$ mm vid samma tryck. Jämförelse med FE-simulering visade att materialmodell från litteraturen inte gav tillräcklig överensstämmelse med experimentella resultat. Effekter av bl.a. kornstorlek på formbarhet studerades experimentellt genom att värmebehandla plåten. Studien visade dock inte på några signifikanta effekter. Provning med vattenskärning visade på problem med grader vid skärning av tunna material. Stackning och förbättrad klampning kan reducera graderna.

Framgångar

Experimentell verifiering av det integrerade tillverkningskonceptet i kombination med utvärdering av den ekonomiska potentialen för ProMicro-

konceptet är projektets främsta framgång. Kombinationen har skapat intresset från tillverkare av bränsleceller och medicinska produkter samt leverantörer av utrustning och material.

Deltagande parter

Swerea IVF har varit forskningsutförare i projekt, med bidragit med plåtformnings-, mikrobearbetnings- och bränslecells kompetens. Finecut AB har del-

tagit som projektpartner, och bidragit med kompetens och utrustning för mikrowaterjet.

Sandvik AB har bidragit med plåtmaterial till projektet. Bränslecellstillverkarna Powercell och Metacon har inte deltagit i projektet men i fortsättningsansökningar baserade på ProMicrokonceptet.

ProMicrokonceptet har intresserat företag och forskningsaktörer i Europa

och resulterade i en ansökan inom sjunde ramprogrammet december 2011. Ansökan har tyvärr inte godkänts, men projektgruppen planerar att göra en förnyad ansökan till EU-utlysningarna 2012.



Projektledare:

Daniel Wiklund, Swerea IVF, daniel.wiklund@swerea.se

Start: November 2010

Slut: December 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

Avbruten kylning i industriella processer för ökad utmattningshållfasthet

Projektets mål

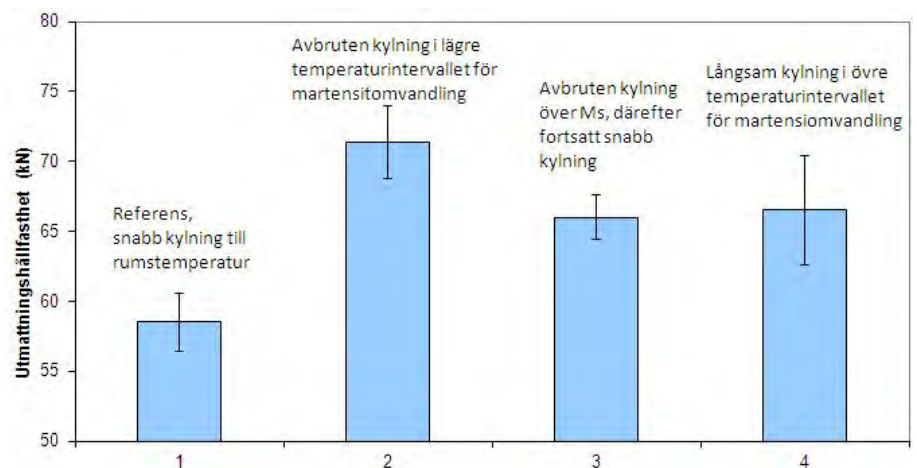
Målet är att införa en teknik vid härdning av stålkomponenter, där kylningen avbryts när martensitbildningen börjat. Detta för att öka utmattningshållfastheten hos komponenten. Projektet adresserar målen inom ”Industriella processer i ständig förbättring” genom att det inför en ny metod för härdning av stålkomponenter som ökar prestandan på komponenten. Detta gör det möjligt att minska komponenters vikt. För fordon leder detta till förbättrad bränsleekonomi och miljöfördelar i produktionsfasen.

Genomförande/metoder

Projektet är uppdelat i två delar, dels sätthärdning dels induktionshärdning. Inom sätthärdningsdelen kommer idéerna från det tidigare hypotesprovningprojektet att direkt omsättas i en produktionsmiljö (satsugn), medan för induktionshärdningsdelen kommer metoden först att testas så att den fungerar även för så lågkolhaltiga material. I båda delarna ingår beräkningar, värmebehandlings-, mikrostrukturundersökningar, restspänningsmätningar etc. Resultatet valideras genom utmattningssprövning.

Grön tillväxt

Behovet som adresseras är lägre vikt på fordonskomponenter. Metoden som ska implementeras i projektet har visat en potential på att öka utmattningshållfastheten med 25 %. Lägre vikt på komponenterna kan leda till lättare fordon vilket minskar bränsleförbrukningen. I produktionsfasen kommer även projektet att leda till miljöfördelar. Troligen fungerar metoden extra bra med saltbadkylning vilket gör att man kan gå ifrån oljebad. Dagens saltbad



Detta projekt bygger på ett tidigare hypotesprovningprojekt ”Styrd härdning av stålkomponenter för bättre prestanda”. Projektet är precis i uppstartsfasen, så de uppnådda resultaten hänförs därför till hypotesprovningprojektet

innehåller inte cyanider, vilket de gjorde förr, utan kaliumnitrat och natriumnitrit som återanvänds till stor del. Saltbad ger en gynnsam kylning som kan bidra till minskade distortioner hos komponenter och därmed minimera behovet av efterföljande operationer, som slipning och riktning.

Konkreta resultat och projekteffekter

I det tidigare hypotesprovningprojektet utvärderades hypotesen ”All släckning vid härdning av stålkomponenter bör avbrytas när materialet nått ca 50 % martensit vilket ger överlägsna utmattningsegenskaper och minimerar formförändringar”. Det visade sig att hypotesen var korrekt för testade ståltypen och att det finns en potential att höja utmattningshållfastheten 25% (dvs mer än en fördubbling av livslängden vid samma lastnivå). Hypotesen har testats för flera olika högkolhaltiga stål vid genomhärdning, gasuppkolning och vakuumuppkolning och kan därför antas gälla relativt generellt för dessa stål. Metoden förefaller dessutom vara

ganska robust, dvs den är inte känslig för vid vilken temperatur avbrottet sker, vilket gör den extra intressant för industriell implementering. Det som spelar roll är att kylningshastigheten är låg i det lägre temperaturintervallet för martensitbildning. Vid vilken temperatur man går över till långsam kylning spelar mindre roll. Metoden förefaller dock vara känslig för inre oxidation vid sätthärdning, eller snarare för bildningen av icke-martensitiska strukturer i ytan till följd av härdbarhetssänkning pga den inre oxidationen.

Figuren ovan visar ett tydligt exempel på förbättring av utmattningshållfastheten med den nya tekniken. Figuren visar kuggrotsutmattning av vakuumuppkolade kuggjul. Möjlig mekanism för den ökade utmattningshållfastheten är att en ökad restaustenit-mängd motverkar propagering av utmattningssprickor.

Framgångar

Hypotesen i det tidigare projektet visade sig stämma och idéerna bör vara implementerbara i produktion.

Den största framgången får anses vara att en så relativt enkel och robust förändring av befintliga värmebehandlingsprocesser möjliggör en betydande ökning av prestandan hos komponenter.

Deltagande parter

Deltagande parter är: Bodycote Värmebehandling (underleverantör värmebehandling), EFD Induction

(tillverkare av induktionshärtningsutrustning), Teknoheat (tillverkare av induktionshärtningsutrustning), Volvo Powertrain (lastbilar), Volvo CE (lastmaskiner etc), AGA (gasleverantör), Ovako (ståltillverkare), GKN Drivelines (underleverantör till bilindustri), Swerea IVF och Swerea KIMAB.

Industrin kommer att arbeta mycket aktivt inom projektet med allt ifrån beräkningar och materialframtagning till värmebehandlingar och analys av värmebehandlingsresultaten.

Publikationer

Haglund, S., Fahlkrans J., Kristoffersen, H. Fällström, M. (2011), "Interrupted quenching during the martensite transformation in steels 100CrMn6 and 20NiCrMo7", Swerea KIMAB report KIMAB-2011-104



Projektledare:

Sven Haglund, Swerea KIMAB AB

Start: December 2011

Slut: November 2013

Projektbudget: 2,9 MSEK

En ny typ av plasmaaktiverad CVD process

Projektets mål

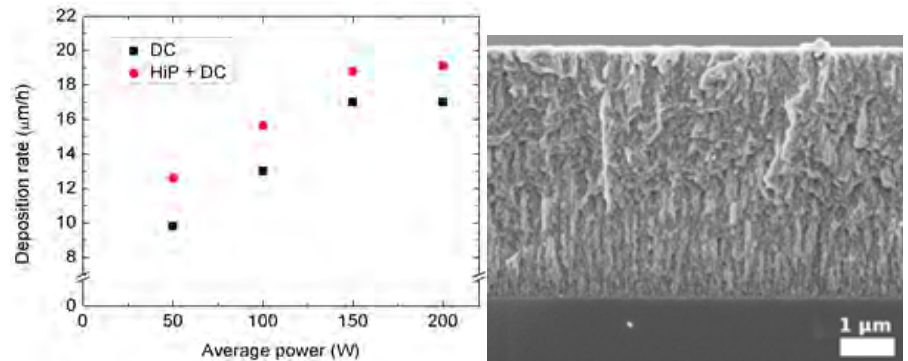
Målet för projektet var att undersöka möjligheten att använda ett högenergetiskt plasma, skapat genom hög-effektpulsad urladdning i hålkatoder, för att aktivera gasfaskemin i en beläggningsprocess för tunnfilm, en s.k. en CVD-process (Chemical Vapor Deposition), samt konstruera ett beläggningsystem för en sådan metod och utveckla processer för nya, potentiellt mycket lovande material.

Genomförande/metoder

Vi har i projektet konstruerat ett beläggningsystem designat för den föreslagna metoden och med hjälp av det visat på betydande fördelar med att använda ett högenergetiskt plasma i en PECVD-process (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition). Genom att använda en hålkatod för att generera plasmat erhålls ett mer energetiskt och tätare plasma jämfört med standard PECVD-metoder, och genom att dessutom använda högeffektpulsade urladdningar i hålkatoden erhålls ett ännu tätare plasma i processen. De största fördelarna vi har kunnat visa med vår metod är hög beläggingshastighet och lågt väteinnehåll i amorfa kolfilmer. Vidare ökar även effektiviteten i processen, mer film från samma mängd gas, när plasmatätheten ökar.

Grön tillväxt

Tunna, kolbaserade filmer kan designas för att ges många olika egenskaper, så som låg friktion eller mycket hård yta, och används idag inom bland annat fordons- och verkstadsindustrin, vilket lett till exempelvis nya bränslesnåla dieselmotorer. Vår nya process för att belägga tunna kolfilmer med hög



Vänster: Beläggingshastigheten plottad mot tillförd effekt vid användning av likström (DC) och en kombination av likström och högeffektpulsad ström (HiP + DC)

Höger: Tvärsnittsbild av en amorfa kolfilm syntetiserad med högeffektpulsad PECVD. Filmtjockleken är $5\mu\text{m}$ och beläggingshastigheten $20\mu\text{m/h}$

beläggingshastighet, även på komplexa objekt, kommer att kunna bidra till ett snabbare och kraftigare genomslag för denna typ av filmer.

Konkreta resultat och projekteffekter

Vår hypotes var att en PECVD-metod som använde ett mer reaktivt plasma skulle vara en bättre PECVD-metod, samt att ett sådant plasma skulle kunna skapas genom högeffektpulsade urladdningar. Vi har i projektet visat att genom att använda en hålkatod och ett högeffektpulsat kraftaggregat kan man designa en PECVD-process som använder gaskällorna på ett mer effektivt sätt. Detta åskådliggörs i figuren bredvid där beläggingshastigheten för ett konstant flöde acetylen plottats mot tillförd effekt, när man använder en kombination av högeffektpulsad ström och likström (HiP + DC) blir beläggingshastigheten högre jämfört med om bara likström (DC) används. Vi har även visat att man kan utnyttja materialet i hålkatoden för att tillföra metallatomer till processen, på detta sätt har vi syntetiserat amorfa kolfilmer med upp

till 50 atom% koppar. Denna typ av filmer får andra elektriska egenskaper samt är antibakteriella.

Framgångar

De viktigaste resultaten vi har visat i projektet är beläggingshastigheter upp till $20\mu\text{m/h}$, vilket är en faktor fem högre än de flesta andra PECVD-processer för amorfa kolfilmer samt att man får en mer effektiv PECVD-process när man använder ett mer högenergetiskt plasma. Vidare har utvecklingen av den nya PECVD-reaktorn öppnat upp för ny forskning på institutionen.

Deltagande parter

Projektet har helt genomförts av forskare på Institutionen för Fysik, Kemi och Biologi vid Linköpings Universitet. Ionautics AB har bidragit genom att låna ut ett högeffektpulsat kraftaggregat till projektet.

Publikationer

En artikel som beskriver den, inom projektet, konstruerade PECVD-reaktorn håller på att färdigställas och kommer att skickas in för publicering inom kort.



Projektledare:

Henrik Pedersen, Inst. för Fysik, Kemi och Biologi, Linköpings Universitet,
henrik.pedersen@liu.se

Start: November 2010

Slut: November 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

Fältassisterad sintring av metalloxider

Projektets mål

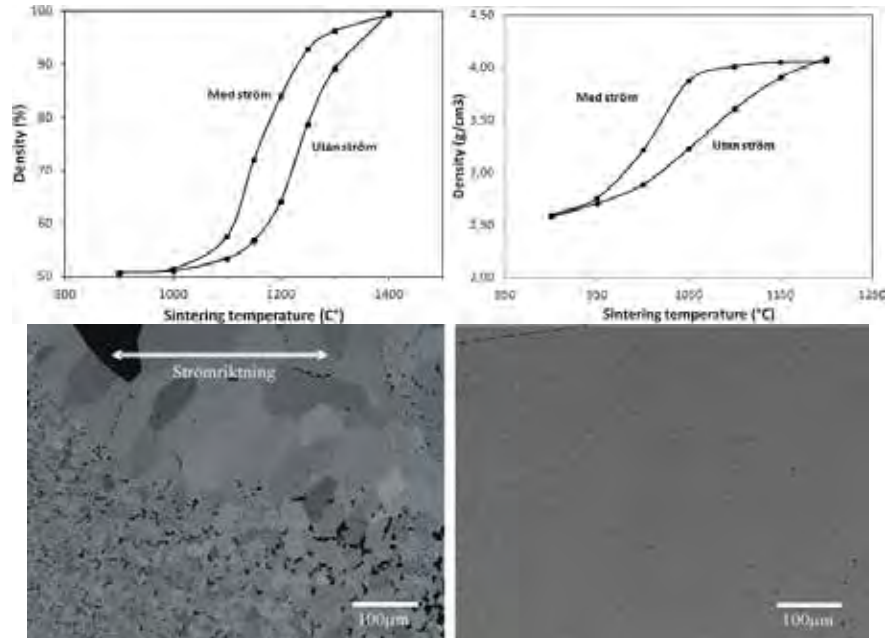
De höga temperaturer som används vid sintring av keramiska material orsakar både mikrostrukturella förändringar i materialet samtidigt som det medför svårigheter att kombinera tillverkningsprocessen för keramer med andra typer av material. Nyligen publicerad forskning har visat att svaga elektriska fält (i storleksordningen tiotal V/cm) är tillräckliga för att ge radikalt lägre sintrings temperatur hos zirkoniumoxid. Detta antogs bero på ett ökat antal laddningsbärare som i sin tur underlättar bulkdiffusionen vid lägre temperaturer. Syftet med projektet var att försöka skapa ännu fler laddningsbärare som kan bidra till sintringen genom att kombinera ett svagt elektriskt fält tillsammans med UV ljus. Det skulle bland annat kunna resultera i energibesparingar genom sänkta sintringstemperaturer, möjligheter att styra mikrostrukturen hos sintrade keramiska material samt att kunna kombinera keramiska material med andra materialgrupper.

Genomförande/metoder

Prover av olika material (zirkoniumoxid, titandioxid och hydroxylapatit) anslöts till ett spänningsaggregat och sintrades vid temperaturer mellan 800-1400°C. Spänningen och strömmen genom proverna mättes tillsammans med temperaturen under sintringsförloppet. De sintrade materialens densitet mättes och mikrostrukturen studerades med SEM. Sintringstemperaturen jämfördes även med temperaturen i provet som påverkades av strömmen genom intern uppvärmning.

Grön tillväxt

Resultaten visar att det går att minska energiförbrukningen genom att sintringstemperaturen kan sänkas.



Över: Densitet hos zirkoniumoxid (vänster) och titandioxid (höger) som visar densitetsskillnaden mellan material som sintrats med respektive utan elektriskt assisterad sintring

Under: Exempel på förändring i mikrostruktur med abnorm korntillväxt i titandioxid som orsakades av strömmen (vänster) jämfört med ett område där strömmen inte passerat (höger)

Konkreta resultat och projekteffekter

Den positiva effekten på densifieringen som tidigare rapporterats med ett externt elektriskt fält var inte möjlig att verifiera. Det visade sig istället vara strömmen genom provet som hade betydelse för densifieringen medan den elektriska fältstyrkan främst avgjorde vid vilken temperatur de olika materialen blev elektriskt ledande. Genom att låta en ström passera provet under sintring kunde en given densitet uppnås även vid en lägre sintringstemperatur (se figur). Att applicera en kontakt mellan den elektriska ledaren och provet som i rumstemperatur är en isolator och som successivt övergår till att bli elektriskt ledande vid höga temperaturer medförde vissa praktiska svårigheter. Arbetet med att hitta en lösning på detta fördröjde arbetet i projektet men resulterade i en lösning där kontaktytorna belades med en

elektriskt ledande platinapasta vilket gjorde det möjligt att erhålla en jämn potential mellan kontaktytorna och en jämn ström genom provet. Även mikrostrukturen påverkades av strömmen under densifieringen vilket kunde resultera i både mindre korn på grund av sänkt sintrings temperatur så väl som större korn där strömmen var en trolig orsak till korntillväxten (se bild). Strömmen bidrog till en intern uppvärmning av provet samtidigt som resistansen genom provet minskade med ökande temperatur. En liten lokal temperaturökning kunde då resultera i en ökad ström som i sin tur bidrog till ytterligare temperaturökningar vilket kunde medföra en lokal lavinartad ökning av både strömmen och temperaturen. Med nuvarande försöksupställning blir det därför komplicerat att sintra prover med varierande godstjocklek då det är svårt

att kontrollera temperaturfördelningen och strömtätheten genom olika delar av provet. Men det kan istället bli riktigt attraktivt att försöka applicera tekniken på tunna skikt där denna problematik inte uppstår utan det borde istället vara betydligt enklare att erhålla en jämn strömintensitet.

Framgångar

Den kontakteringsteknik som användes gjorde det möjligt att sintra material med en tvärsnittsarea som var flera tiotals gånger större än vad som tidigare rapporterats.

Deltagande parter

Forskare Erik Adolfsson, Swerea IVF har genomfört projektet.

Projektledare:

Erik Adolfsson, Swerea IVF, erik.adolfsson@swerea.se

Start: Januari 2011

Slut: December 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

Adaptiva tribologiska system för plåtformning (AdaForm)

Projektets mål

Projektets hypotes är att funktionella textilier kan utnyttjas för att skapa ett fungerande tribologiskt system vid plåtformning. Visionen är att formningsverktyg kan draperas med textilier som har optimerbara egenskaper och att givarfunktioner kan byggas in som möjliggör ett adaptivt tribologiskt system. Hypotesen med draperade verktyg är därmed en ny adaptiv tillverkningsteknik för plåtformning som kan reducera verktygsslitage, miljöbelastning och kassation vid plåtformning.

Bakgrunden till hypotesprövning är att stora resurser idag satsas på att förbättra den inre och yttre miljön i plåtformningsindustrin genom att reducera användningen av smörjmedel under formningsoperationer. Det råder dock ett motsatsförhållande mellan behovet av att reducera smörjmedel i produktionen samtidigt som användningen av höghållfast material ökar. AdaForm har bidragit till programmets övergripande mål att generera nya resultat som omsätts i svensk industri och därigenom gynnar deras konkurrenskraft genom ett patenterat tillvägagångssätt som håller på att kommersialiseras i VINN-Verifieringsprojekt KomAda - Kommersialisering av AdaForm diarienummer 2011-00572.

Genomförande/metoder

AdaForm har genomförts med en tvärvetenskaplig kombination av kompetens från metallisk bearbetning (plåtformning, material och tribologi) och textil utveckling (materialval, tillverkningsmetod). Med data från aktiviteterna kravspekifikation, konceptgenerering, teoretisk och



Vänster: Tribotextil formad efter verktygsgeometrin efter 1 slag

Höger: Tribotextil efter 400 formade detaljer

experimentell utvärdering av det tribologiska systemet har resultatet sammanställts och analyserats.

Ursprunglig aktivitet att integrera givare i textilen har inte kunnat genomföras, då inga lämpliga sensorer kunde byggas in i textilen. Dock är konceptet med integrerade givare fortsatt intressant att arbeta vidare med.

Grön tillväxt

AdaForm bidrar till grön tillväxt genom att tillhandahålla nya metoder för att skapa rätt tribologiskt förhållande mellan plåt och formverktyg utan att behöva använda smörjmedel. Både energi- och kemikalieförbrukning minskar till följd av eliminering av smörjmedlet. Det repfria formningsresultatet underlättar även formning av komplexa geometrier i förlackerad plåt.

Konkreta resultat och projekteffekter

Syftet med tribotextilen är att skapa gynsamma tribologiska förhållande mellan plåt och formverktyg. Duken kan formas till komplexa tredimensionella former och håller för ett relativt stort antal pressningar innan det behöver bytas. En duk i svår djupdragning kan klara närmare 400 detaljer. Kostnadsberäkning per detalj för att använda tribotextil jämfört med att använda smörjmedel visade på

potentiell kostnadsbesparing förutom den förenklade hanteringen.

En patentansökan (PCT) av AdaForms resultat pågår inom efterföljande projekt KomAda.

Framgångar

Den innovativa lösningen och patentering av projektresultatet från AdaForm har provats i flera industriella tillämpningar i kommersialiseringprojektet KomAda. Utmaningen att arbeta hela vägen från idé till kommersiell produkt bygger ny kunskap, insikter och allianser för snabbare industriell implementering även av framtida projektresultat.

Deltagande parter

Projektet genomfördes i ett samarbete mellan avdelningarna Textil och Plast respektive Processutveckling på Swerea IVF samt Högskolan i Borås. Industrin har inte deltagit direkt i AdaForm. I projekt KomAda har tribotextilen under sekretess diskuterats med potentiella kunder och samarbetspartners. Verifierande industriella provningar har genomförts. Då en europeisk patentansökan har funnits i planerna tidigt har inte projektets resultat marknadsförts inom EU.



Projektledare:

Daniel Wiklund, Swerea IVF, daniel.wiklund@swerea.se

Start: December 2009

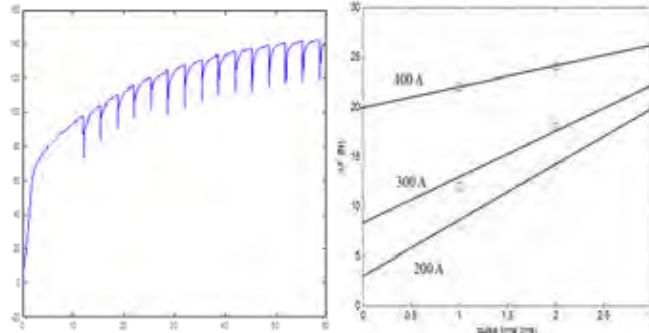
Slut: Januari 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

Användning av elektro-plasticitet vid plastisk formning

Projektets mål

Ekonomi för en deformationsprocess beror till stor del på hur stora krafter som behövs i processen. Om krafterna kan reduceras behövs mindre krafter, mindre utrustning, och slitaget på verktyg kan minskas och verktygens livslängd ökas. Krafterna som behövs vid deformationsprocessen kan minskas genom att höja arbetstemperaturen, men energibesparingen äts ofta upp av den energi som behövs för att höja temperaturen. Det är välkänt att en elektrisk ström genererar resistiv uppvärmning av metaller, men det har visats att strömmen, om den har tillräcklig strömtäthet, i sig själv påverkar dislokationerna. Denna effekt kallas elektroplasticitet. En ström med hög strömtäthet interagerar med dislokationerna, genererar en extra kraft på dem, och underlättar dislokationsrörelse. Den skapade kraften kommer att vara proportionell mot strömtätheten. Genom att pulsa strömmen i korta pulser (mindre än millisekunder) kan en hög strömtäthet uppnås utan att få en alltför hög uppvärmning. Förutom möjligheten med lägre deformationskrafter i deformationsprocessen, har det indikerats att bearbetbarheten kan ökas, så att material som normalt är svåra att deformera plastiskt lättare kan deformeras. De produktionsmetoder där formning med elektroplasticitet skulle kunna ha en potential är bland annat plåtpressning, smide, tråddragning, valsning och sintring. Detta projekt syftar till att experimentellt verifiera den elektroplastiska effekten för ett antal metallegeringar och att mäta upp effekten. Experimenten utfördes på tunna trådar av rostfritt stål och koppar, omkring 0.3 mm i diameter. Proven



Över: Experimentell uppställning. Till vänster syns strömkälla och styrdator, och till höger syns dragprovsmaskinen

Vänster: Spännings-töjningskurva under strömpulsning. 1b. Sammanställning av resultat för rostfritt stål

Höger: Lutningen av linjerna beror på uppvärmning och nivån vid noll pulstid på den elektroplastiska kraften. Försöken visar klart att strömpulserna signifikant sänker kraften som behövs för att uppnå plastisk deformation

belastades i drag i en dragprovsmaskin, en pulserande ström tilläts gå genom proven vid försöket, och spännings-töjningskurvan registrerades. Den experimentella uppställningen visas i figuren. Strömpulserna hade en amplitud på 100-400 A och en pulslängd på 1-3 ms. Tiden mellan strömpulserna var 10 s. En typisk spännings-töjningskurva visas i figuren. En markerad sänkning av kraften observerades vid varje strömpuls. Orsaken för denna kraftsänkning är dels resistiv värmning som ger en förlängning av provet, dels plasticitet på grund av strömmen. Den resistiva uppvärmningen är en funktion av strömamplitud, spänningsamplitud, längden på strömpulsen, medan den elektroplastiska kraften endast beror på

spänningsamplitud. Genom att variera längden på strömpulserna kan effekten av resistiv värmning och elektroplastisk effekt separeras. Resultatet av detta kan ses i figur 2b. Genom att extrapolera pulstiden till noll kan man få en uppskattning av storleken på den elektroplastiska effekten som funktion av amplitud på strömpulsen. Figuren visar resultat för försök med rostfritt stål och strömpulser med 200, 300 och 400 A amplitud.

Grön tillväxt

Resultaten från projektet visar att man med elektroplasticitet kan minska krafterna som krävs i processer där metaller deformeras plastiskt. Detta medför att man skulle kunna utveckla processer som kräver mindre

energiåtgång. För att designa sådana processer krävs dock att man kan kontrollera hur strömmen flödar genom arbetsmaterialet. Till exempel måste verktyget eller delar av verktyget vara elektriskt isolerande. Genom att använda korta strömpulser kan den resistiva uppvärmningen minskas, men inte helt elimineras. I många processer är dock viss uppvärmning eftersträvarvärd, och då kan strömpulserna användas som ett enkelt, billigt och energibesparande sätt att värma arbetsmaterialet.

Uppvärmningen kan också kontrolleras mycket bra. Projektet kommer att fortsätta med experimentella försök som närmar sig industriella produktionsprocesser. De två processer som i första hand kommer att undersökas är dels stansning, dels trycksintring. Stansning väljs för att det är en geometriskt enkel process där möjligheterna med elektoplasticitet i samband med skärande bearbetning. Vad gäller sintring så finns en metod som använder ström för att underlätta sintring, så kallad spark plasma

sintring. I denna metod används dock strömmen i första hand till att höja temperaturen på ett effektivt sätt. Genom att i stället använda strömpulser med mycket högre strömtäthet skulle sintringstemperaturen kunna sänkas och energi sparas med samma resultat.

Deltagande parter

Christer Persson, Chalmers har genomfört projektet.



Projektledare:

Christer Persson, Chalmers, christer.persson@chalmers.se

Start: Januari 2010

Slut: December 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

Konsolidering av hybridgarn - en ny tillverkningsmetod för hårdplastkompositer

Projektets mål

Målet med projektet var att undersöka möjligheterna för att utveckla en helt ny tillverkningsmetod för polymera hårdplastkompositer – konsolidering av hybridgarn.

Genomförande/metoder

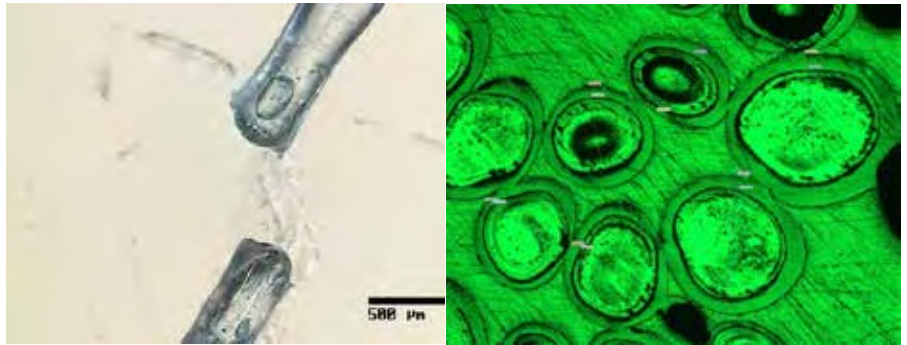
En inledande litteraturstudie låg till grund för det fortsatta praktiska arbetet. Det praktiska arbetet innebar till att börja med val av lämpliga polymera (hård- och termoplast) kombinationer samt att genomföra testtillverkningar av en ny typ av fiber, en bikomponentfiber med ytterhölje av termoplast samt en kärna av en reaktiv hårdplast. Därefter användes fibrerna vid praktisk tillverkning av kolfiberkompositer. Slutligen karaktäriserades kompositerna m a p kvalitet och egenskaper.

Grön tillväxt

Metoden innebär en rad nya möjligheter som t ex att göra tillverkningsprocessen av styva och starka lättviktskonstruktioner snabbare, enklare och mer lämpad för automatisering. Sådana konstruktioner, och tillhörande tillverkning, är en förutsättning för energisnåla fordon för framtiden. Metoden innebär dessutom blir det lättare att integrera olika tillsatser t ex för självläkande material som ökar produktens livslängd eller för förbättrade brandegenskaper utan användande av halogenbaserade flamskyddsmedel.

Konkreta resultat och projekteffekter

Projektet, av typen hypotesprövning, var framgångsrikt i det hänseendet att vi bekräftade vår hypotes – att det går att tillverka polymera fibrer som innehåller reaktiv hårdplast och att



Vänster: Mikroskopibild av kapad bikomponentfiber där den flytande hårdplastkärnan tenderar att bukta ut i brottytan

Höger: Mikroskopibild av polerade tvärsnitt av ett antal bikomponentfibrer

dessa kan användas vid tillverkning av högpresterande kompositer. I projektet lyckades vi tillverka bikomponentfibrer, med ytterhölje av termoplast och med en kärna av reaktiv hårdplast. Mikroskopibilder av fibrerna visas på bilden. Komponenterna i fibrerna anpassades dels så att det är möjligt att framställa bikomponentfibrer, men också så att termoplasthöljet smälter vid en relativt låg temperatur. Vid denna temperatur härdas också den reaktiva hårdplastkärnan. Med vår metod sker komposittillverkning genom att man först blandar de reaktiva fibrerna med kolfibrer och därefter tillverkar man en torr förform. I vårt fall användes enklast möjliga förformningsteknik d v s lindning, för att tillverka kompositerna. I princip finns inget som hindrar någon annan metod t ex traditionella textila metoder som vävning, flätning, stickning mm, för att tillverka mer komplexa förformar. Själva kompositen tillverkas slutligen genom att pressa ihop och värma förformen. I vårt fall användes vakuum för att trycksätta förformen. När förformen värms smälter fibrernas termoplasthölje och den flytande hårdplastkärnan sipprar ut mellan

förstärkningsfibrerna. Hårdplasten börjar samtidigt härdas och efter ett tag är det färdiga kompositmaterialet homogent och solitt. Karaktärisering av kompositerna vi tillverkat visar att materialen har egenskaper som är jämförbara med kompositer tillverkade med traditionella metoder.

Konkreta resultat och framgångar

Det stora tekniska genombrottet i projektet var att vi lyckades att tillverka bikomponentfiber med separata termo- och hårdplastkomponenter, skraddarsyddas för att fungera vid komposittillverkning. Detta är, såvitt vi känner till, inte gjort tidigare.

Deltagande parter

Dr. Patrik Fernberg och Dr. Yvonne Aitomäki vid Swerea SICOMP samt Prof. Bengt Hagström vid Swerea IVF har genomfört studien. Resultaten har spridits dels via traditionella publikationer men också vid ett antal företagsbesök och projektmöten. Tillverkningsmetoden kommer sannolikt att vidareutvecklas i ett pågående EU-FP7 forskningsprojekt, FireResist. Orsaken är att både projektets industriella och akademiska

partners visat mycket stort intresse för metoden.

Publikationer

Aitomäki Y, Hagström B, Långström R, Fernberg P. Novel reactive bicomponent fibres: material in composite manufacturing, Journal of Nanostructured Polymers and Nanocomposites, In press

Aitomäki Y, Fernberg P. Developments of methods to use polymeric matrix fibres to manufacture fibre reinforced composites. Abstract submitted to 7th International Conference on Nanostructured Polymers and Nanocomposites, April 24 - 27, 2012, Prague, Czech Republic.

Aitomäki Y, Hagström B. Manufacturing thermoset bicomponent fibres - initial trials. Swerea SICOMP Confidential Report CR11-044.

Aitomäki Y, Fernberg P, Hagström B, Långström R. Feasibility of manufacturing and consolidating hybrid yarns. Swerea SICOMP Confidential Report CR11-045



Projektledare:

Patrik Fernberg, Swerea SICOMP AB, Piteå, patrik.fernberg@swerea.se

Start: Februari 2010

Slut: April 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

Ny metod för bearbetning av funktionsytor

Projektets mål

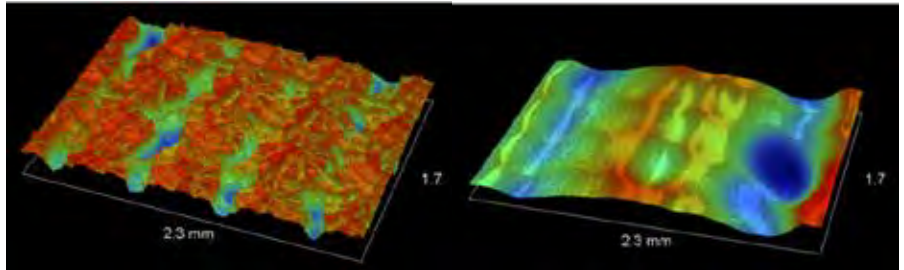
Projektets mål var att utveckla och validera en robust och effektiv metod för bearbetning av funktionsytor på plåtformande verktyg genom användningen av vattenstråleteknik. Den nya metoden kan möjliggöra en signifikant reducering av bearbetningskostnader jämfört med traditionella metoder. I den i projektet utvecklade teknologin används en trycksatt slurry bestående av vatten samt abrasivmedel. Abrasivet har genomgått en analys av hållbarhetsaspekter för att säkerställa att bearbetningsprocessen har goda framtidsutsikter ur ekologiska och sociala aspekter utöver de tekniska.

Genomförande/metoder

Inom projektet har fokus varit på att utveckla och testa en ny metod för polering av verktygsstål med suspension jet. Inom projektet har tester initialt utförts på liknande material för att utveckla polertekniken. Provbiter av verktygsstål med relevant ytbearbetning innan polering, t.ex. finfräsning och ythårdning med laser, har tagits fram för tester. De första testerna visade att det var möjligt att bearbeta ytorna med en nyutvecklad suspension jet teknik, vilket ger fördelar ur energieffektivitetshänseende eftersom de tryck som krävs för att bearbeta ytan är ungefär en hundradel av traditionell vattenstrålebearbetning. I projektet slutskede fokuserades därför på att se hur långt den tekniken kunde ge teknisk bra ytor.

Grön tillväxt

Den i projektet utvecklade och testade suspension jet tekniken visar att det är möjligt att bearbeta komplexa geometrier med en teknik som är effektiv och använder vatten och naturliga slipmedel i processen. Det har också framkommit under projektets tester att metoden har



Finfräst yta före(vänster) och efter(höger) bearbetning med den utvecklade suspension jet tekniken

en stor potential att användas för rekonditionering av ytor för att förlänga produktens livscykel genom att återupp-liva ytor. Genom att det i projektet valdes att fokusera på suspension jet är tekniken också relativt säker ur arbetsmiljöhänseende jämfört med traditionell bearbetning med vattenstråle.

Konkreta resultat och projekteffekter

Vid Blekinge Tekniska Högskola har en ny utrustning utvecklats inom projektet för att kunna bearbeta ytor med hjälp av en suspension jet teknik. Denna metod testades initialt i projektet för att se om det var möjligt att använda den istället för vattenstrålar med mycket högre tryck, 5MPa istället för 500MPa. Suspension jet tekniken har en mycket högre effektivitet än traditionella metoder för att accelerera slipmedlet i strålen vilket gör att energiförbrukningen kan minskas väsentligt i processen. De mycket goda och intressanta resultaten gjorde att fokus lades på suspension jet-tekniken som har en större potential som en grön process. Nackdelen med detta är att peening-effekten som också är av intresse minskas drastiskt. Tester gjordes också med högtrycks-vattenstråle som jämförelse. Rent konkret har följande resultat kommit fram i projektet:

- Nyutvecklad teknik för polering av verktygsstål med suspension jet-teknik med lågt tryck.
- Framtagning och polering av testbitar som visar polerings-effekten.
- Analys av ytstrukturen på testbitarna
- Spridning av projektaktiviteter och projektresultat på seminarier.

Projektaktiviteterna och resultaten har presenterats vid bland annat FFI konferensen i Katrineholm 2011, Vattenskärningsdagarna arrangerade av Scandinavian Waterjet Association 2011, öppet seminarie på Blech Nordic på svenska mässan 2011 samt vid ett flertal informationsträffar med industrin vid Blekinge Tekniska Högskola. Projektet har också presenterats utanför den traditionella intressentgruppen genom en presentation för konstnärer runt Östersjön i projektet ArtLine samt i föreläsningar vid Konstfack i Stockholm. Dessutom har projektet hitintills resulterat i en projektansökan till programmet utmaningsdriven innovation tillsammans med 15 partners inom industri, samhälle och akademi. Projektet har också resulterat i att industripartners tack vare projektet sökt kontakt med forskargruppen vid Blekinge Tekniska Högskola för att utvärdera bearbetning av andra material med tekniken, till exempel kompositmaterial.

I figuren visas ett exempel på en yta som blivit polerad. Den vänstra ytan är fräst och den högra ytan är sedan bearbetad med en suspension jet som svept över ytan 8 gånger med ett tryck på ca 4MPa. Det är uppenbart att ytans struktur har blivit förändrad och fått ett mjukare och mer organiskt utseende. I detta exempel har ytan överbearbetats och vi har dessutom avverkat material vilket oftast inte är önskvärt, men dock väldigt intressant i andra applikationer för tekniken. Vid dessa tryck förväntas inte vi ha någon peening effekt. Sammanfattningsvis har projektet visat att det är möjligt att bearbeta verktygsstålytor med en ny flexibel resurssnål teknik.

Framgångar

Testerna med den nyutvecklade tekniken för suspension jet bearbetning av stålytor har visat sig vara mycket mer effektiv och lovande än vad som var förväntat innan projektets start. Detta har gjort att vi har kunnat reducera trycket i vattenstrålen med upp till 100 gånger jämfört med den traditionella vattenstrålebearbetningen. Detta ger stora energibesparingar och tillsammans med de tekniskt lovande resultaten en stor potential för en hållbart utvecklingsbarteknik för bearbetning av stålytor.

Initiala tester på andra material har också visat på teknikens flexibilitet och har rönt stort intresse bland annat för bearbetning av moderna kompositmaterial, till exempel för bearbetning

av lättviktskolfiberlaminat till europeisk bilindustri.

Deltagande parter

I projektet har Blekinge Tekniska Högskola drivit utvecklingen av suspension jet tekniken samt utfört polertesterna. IUC Olofström har tagit fram testbitar med relevant ytstruktur för valideringstester och SP-Glafo har utvärderat ytorna optiskt. Dessutom har ett flertal företag visat intresse för vidareutveckling av tekniken i framtida projekt, bland andra. Gestamp HardTech, KMT Robotic Solutions och Water Jet Sweden.



Projektledare:

Anders Jönsson, Blekinge Tekniska Högskola, anders.jonsson@bth.se

Start: Januari 2011

Slut: December 2011

Projektbudget: 0,6 MSEK

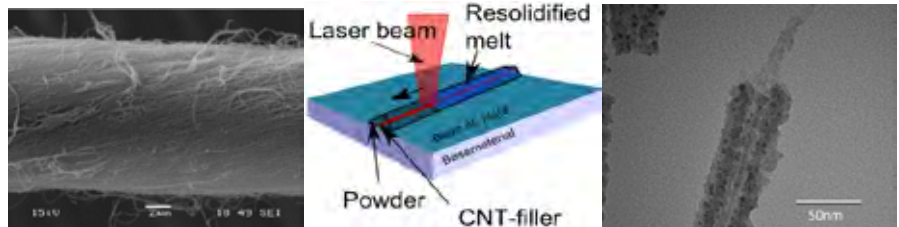
Svetstillsats med kolnanorör-tråd som aktivt konstruktionselement

Projektets mål

Projektets hypotes har varit att plåtar kan svetsas ihop tillsammans med ett särskilt tillsatsmaterial, metallpulver med kolnanorör-trådar, (CNT-yarn) som ger svetsen en mycket bättre specifik mekanisk egenskap än plåtarnas grundmaterial (kolnanorör är små partiklar med utmärkta egenskaper pga en fördelaktig C-atomstruktur). I så fall kan svetsen användas som ett konstruktionselement istället bara för att foga samman två plåtar.

Hypotesen består av fyra delmål:

- 1 "Att få CNT-tråd med utmärkta egenskaper till Sverige": Vi har fått CNT-tråd och CNT-tyg till Sverige. CNT-trådens egenskaper är bra fast inte utmärkt, men utvecklingspotential är högt.
- 2 "Att integrera CNT-tråd i metall": Vi har utvecklat en robust laserteknik, lämplig också för svetsning, där CNT-tråd kan lagras i metall. Mikroskopi visar att trådar har överlevt svetsningen, dock är Raman-spektroskopin, som visar i vilken omfattning CNT-strukturen förstördes, inte klar ännu.
- 3 "Den nya kompositen betar sig gynnsamt i metallmatrisen under mekanisk last": De integrerade trådarna förstördes inte genom böjning. Växelverkan mellan CNT-tråd och metall kunde än bara delvis bedömas. Istället har FE-spänningsberäkning indikerat att kompositen har potential.
- 4 "Helhetsbedömning av hypotesen": Vissa delmoment av hypotesen har bekräftats. Det finns fortfarande ingen grund för uteslutning (falsifiering). Ytterligare bekräftelse behövs för att pröva hypotesen i sin helhet. Dock visar många indikatorer på att tekniken är lovande.



Vänster: CNT-tråd, 12 µm diameter

Mitten: Lagringstekniken

Höger: Enskilt tyg-CNT, Ti-belagt

Genomförande/metoder

Först fick vi CNT-tråd via University of Texas at Dallas, UTD, till Sverige, som karakteriserades. Sedan jämfördes olika tekniker av laseromsmältning och olika metallpulver. Mikroskopanalys av CNT-trådarna i omsmält metall genomfördes. En avancerad etsningsmetod och Raman-spektroskopi, som får fram om CNT-strukturen överlevde, är inte klara ännu. Pga utmaningar i analysen av CNT-trådens interaktion med metallmatrisen genomfördes bara ett mindre antal mekaniska tester. Istället har spänningsberäkning med FEM lett till en första helhetsbedömning av potential och gränser, och till en katalog av kreativa förstärkningsmöjligheter av metall genom CNT-tråd.

Grön tillväxt

Geometrisk orienterad komposit av kolnanorör-tråd i svetsförband ska leda till lokala förstärkningar som ska möjliggöra tunnare dimensionering av metallen och nya sätt att konstruera lättviktsprodukter. Dessutom blir det mindre metallförbrukning i produktion, ett bidrag till grön tillväxt. Kolnanorör-tråd som metallförstärkning har utmärkta resurs- och återvinningsaspekter eftersom kol som ämne har minimal påverkan vid omsmältning av många metaller.

Konkreta resultat och projekteffekter

Vi har lyckats att få CNT-trådar (3 m lång, diameter 12 µm, vridningsvinkel 15°, Multi-Wall-CNT: 7 väggar) och även CNT-tyg (40 cm², tunnare trådar) från UTD till Sverige. Förstudien har visat att dagens CNT-tråd har bra men inte utmärkta egenskaper. Däremot finns det hög kreativ potential (t ex trådvridning, funktionalisering eller lagring av metallfolier in i CNT-väven) för att utveckla utmärkta egenskaper. Prövning av olika tillverkningsmetoder har lett till succé: CNT-tyg som ligger på en stålplåt beläggs först med ett metallskikt, här Ti-sputtring och sedan läggs metallpulver på (t ex Co, Al, Cu), som omsmälts med en laser (Yb:fiberlaser, våglängd 1070 nm). De Ti-belagda CNT-tygtrådarna har inte diffunderat, förångat eller reagerat efter sputtring och trådstrukturen finns kvar efter laseromsmältning, FE-spänningsberäkningarna, möjliggjorde en generaliserande indikering om potential och gränser. 13 interaktionshypoteser (t ex stopp av sprickutbredning) och en katalog av kreativa konstruktionsmöjligheter (t ex att leda om spänningar i produkten), Bild 3(b), har formulerats. Idag kan bara vissa kombinationer (som högvriden CNT-tråd i Al) leda till

förstärkningen, men utvecklingspotentialen är hög. Vissa delmoment av hypotesen har bekräftat att tekniken är lovande men ytterligare prövning behövs. Brainstorming om möjliga tillämpningar har påbörjat med industrin i Sverige och i EU.

Framgångar

Projektet har ledd till vissa kraftfulla framgångar, nämligen;

- identifikation av hög potential och kreativitet för att ytterligare förbättra och anpassa CNT-trådens egenskaper och funktioner.
- högt intresse av UTD (med sin spetskompetens i CNT-trådar) för samarbete.

- en robust, flexibel tillverknings-teknik att integrera CNT-tråd i en metallmatris med laser.
- teoretisk bakgrund av CNT-trådförstärkningen och en katalog av möjliga nya växelverkansmekanismer som kompositmaterial.
- en första katalog av nya konstruktionsmöjligheter.

Deltagande parter

Forskningen har skett i ett nytt samarbete mellan tre forskargrupper. Luleå tekniska universitet (LTU), forskningsämne produktionsutveckling (Prof. Alexander Kaplan) har genomfört laserbearbetning, provkaraktärisering, FEM-beräkning och den

övergripande analysen. LTU, forskningsämne fysik (Prof. Alexander Soldatov) bidrog med hantering och karakterisering (t ex Raman-spektroskopi) av CNT och skapade en väldig lovande kontakt med University of Texas at Dallas (UTD), NanoTech Institute (Prof. Ray Baughman). UTD blev mycket intresserade av samarbete. UTD har nästan världsunik kompetens i tillverkning och karakterisering av CNT-tråd, som demonstrerades under ett besök av LTU i Dallas. Utöver CNT-tråd och CNT-tyg som ställdes till förfogande för projektet har LTU fört viktiga diskussioner med UTD.

Publikationer

A. F. H. Kaplan, P. Norman, A. Soldatov, S. Fang, R. Baughman: Incorporation of CNT-yarns into metals by laser melting of powder, submitted to ICALEO-conference, LIA, Anaheim, CA, September 2012



Projektledare:

Alexander Kaplan, Luleå tekniska universitet, Institutionen för teknikvetenskap och matematik, Avdelningen för produkt- och produktionsutveckling, alexander.kaplan@ltu.se

Start: November 2010

Slut: Oktober 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

Utopiska?! konstruktioner med pelare och balkar av glas

Projektets mål

Målet var att svara på frågan om man kan skapa byggnader med en bärande stomme av glas där glaspelare och glasbalkar produceras industriellt. VINNOVAs mål att generera nya idéer har uppfyllts i och med det förslag till system som redovisas i figuren. Hypotesprövningsprojektet visade att det finns alla möjligheter att utveckla ett byggsystem för bärande pelare och balkar av glas.

Genomförande/metoder

En litteraturstudie som även inkluderade studier av byggda projekt utgör grunden för den i projektet utvecklade idén till byggsystem. Hypotesen att ta fram ett industriellt byggsystem med bärande delar av glas har diskuterats med intressenter från olika branscher i två workshops.

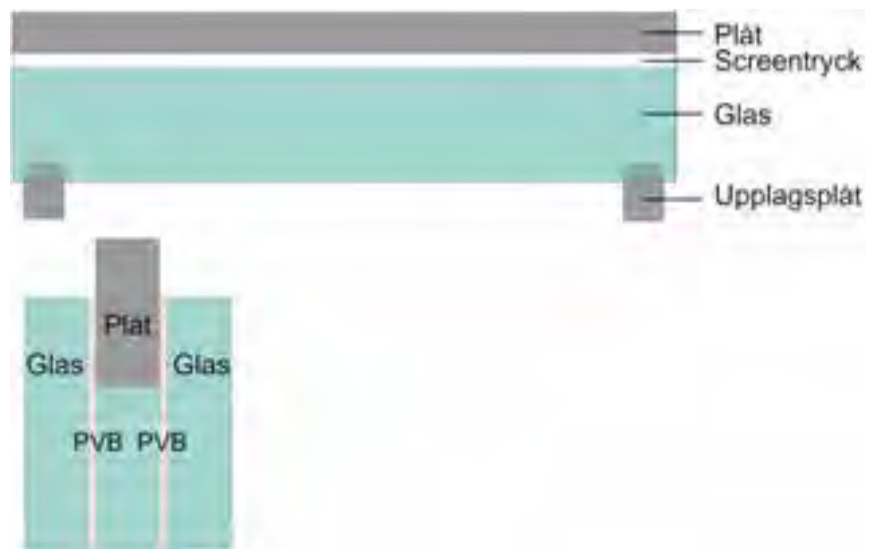
Grön tillväxt

Projektet bidrar indirekt till grön tillväxt då man har möjlighet att utnyttja bärande glas i ett byggsystem där glas är ett material som kan återvinnas i princip i oändlighet.

Konkreta resultat och projekteffekter

Hypotesen att ta fram ett industriellt byggsystem med bärande delar av glas har diskuterats med intressenter från olika branscher i två workshop. Industrin bidrog med kunskap om de många möjligheter att bearbeta eller förädla glas som t ex slipning, borning, fräsning, blästring, färgläggning och antireflexbehandling som finns.

Man är överens om att det finns en stor potential på marknaden och den föreslagna lösningen bedöms som mycket intressant att arbeta vidare med.



Idé till nytt byggsystem med bärande glasdelar. Plåt inslits i glas som sammanfogning. Screentryck som ansluter utseendemässigt till omgivningen. Skiss på lång- respektive kortsida

Genomskinligheten gör glaset unikt i förhållande till andra material. Det släpper in dagsljus, ger utblick, men skyddar ändå mot bland annat väder och buller och samt har arkitektoniskt och estetiskt viktiga funktioner. Glas kan användas som bärande konstruktion, vid rumsgestaltning och som utsmyckning. Den snabba tekniska utvecklingen av glaset, bland annat med hjälp av tunna beläggningar som ger olika egenskaper, har gjort glas till ett material med stora och spännande nya möjligheter. Glas har därmed blivit ett av de intressantaste konstruktionsmaterialen i en byggnad.

Ett industriellt byggsystem med bärande delar av glas ställer krav på att man arbetar utifrån en given plattform. Idag är glasexperten inkopplad under hela byggprocessen. Detta är både kostnadsdrivande och begränsar användandet. Plattformen måste också kompletteras med ytterligare kunskap, som sedan kan mynna ut i gemensamma

dimensioneringsmetoder och regler för hela branschen.

För att byggindustrin ska kunna hantera den nya typen av bärande byggdelar i glas krävs att man kan sammanfoga dem på byggarbetsplatsen med befintliga tekniker. Projektet lämnar ett förslag till sammanfogningsmöjligheter sinsemellan och med andra byggkomponenter. Ett byggsystem enligt denna princip skulle kunna hanteras av byggföretagen. Inga specialverktyg eller -kompetens behövs för monteringen på byggarbetsplatsen. Men det är en idé och ingen beprövad lösning än. Därför måste produktidén och de ingående komponenterna vidareutvecklas tillsammans med industrin och demonstrationsprojekt genomföras.

Framgångar

Inom projektet har två välbesökta workshops med deltagare av både akademi och industri genomförts. Dessa har resulterat i ett nätverk som

kan lägga grunden för fortsatt utveckling. Projektresultaten har legat till grund för en EU-ansökan till programmet WoodWisdom-Net. EU-ansökan beviljades och sedan första december 2011 pågår projektet "Load Bearing Timber-Glass Composite Structures" där Tekniska Universitetet i Wien koordinerar projektet och Glafo

är projektledare för den svenska delen av projektet. Den svenska delen av projektet finansieras av VINNOVA samt 6 svenska industriföretag.

Deltagande parter

Projektet har i huvudsak genomförts av projektledaren som hade stor nytta av Glafos gedigna glaskunskap. Arbetet

kompletterades också av extern sakkunskap från Kent Persson (Lunds Tekniska Högskola), Magdalena Sterley (SP Träteknik) och Heléne Karlsson (Swerea IVF).

Publikationer

Projektet har hela tiden rönt stor uppmärksamhet från media t ex med en artikel i Ny Teknik.

Karlsson-Ottosson, U. (2010): Glas blir bärande i ny konstruktion, Ny Teknik, 16 juni 2010, s 8.

På Vinnova som stöder projektet finansiellt är man mycket positiva över resultatet. "– Vi ser, precis som Florian, en stor potential i projektet och har faktiskt framhållit detta som ett av de bästa vi stöder", säger Tero Stjernstoff på Vinnova i en artikel i tidskriften Glas, nr 1, 2011.

Oskarsson, P. (2011): Starkare än stål – Nordiskt ljus på vingar av glas, Glas, nr 1, 2011, s 20-25



Projektledare:

Marianne Grauers, Glafo – glasforskningsinstitutet, marianne.grauers@glafo.se

Start: December 2009

Slut: November 2010

Projektbudget: 0,5 MSEK

Genomstyrd tillverkning

Projektets mål

Att kartlägga principerna för hur man kan använda kiselalger för att tillverka 3D nano och mikrostrukturer genom att använda genomet och proteiner för att styra och kontrollera tillverkningsprocessen.

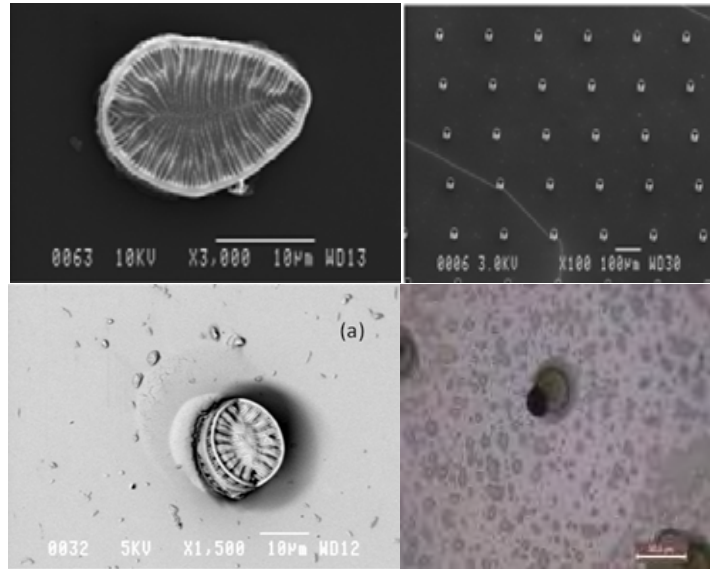
Att ta fram nya metoder för att orientera och immobilisera kiselalger.

Vi har utvecklat två olika metoder och med hjälp av en punktformad ljusfälla rör sig kiselalgen i riktning mot ljuskällan. I den andra metoden används en silikonstämpel för att trycka ett mönster med en gel som innehåller näringsämnen samt kisel syra som fungerar för att orientera och immobilisera kiselalger. Vi har via sekvensering identifierat alla väsentliga komponenter i bildandet av cellväggen hos kiselalgen *S. brebissonii*:

- 1 silikattransportörer - transport av kisel i form av silikat från omgivningen (tre olika varianter SIT1-3),
- 2 cinguliner - protein inblandade i bildandet av initiala kiselstrukturer.

Genomförande/metoder

Kiselalgen som användes i studien heter *Surirella brebissonii*, är en bentisk dvs bottenlevande kiselalg. *Surirella* sp är c:a 50 μm lång och har en asymmetrisk form och finns i fina sediment i färskvatten och marina habitat. En silikonstämpel tillverkades för att trycka ett mönster med näringsgel och en mask med hål för punktformad belysning. Vi har genomfört en sekvensering av uttryckta gener (RNA; analys färdig) samt genomet (DNA; analys pågående) hos *S. brebissonii*. Sekvensering utfördes på en HighSeq 2000 Illumina sekvenator i samverkan med SciLifeLab i Stockholm där varje körning genererar 2x45million sekvenser cirka 100 nukleotider långa. Sekvenserna sätts sedan samman till längre



Över: SEM bild på *S. brebissonii* samt en bild som visar silikon stämpel som används för trycka bumpar med näringsgel

Under: Immobilisering av en kiselalg på en närings bump och till höger vid en ljusöppning

s.k. contiger med Velvet assembler på en 100 GB RAM-dator.

Grön tillväxt

De traditionella tillverkningsmetoder som används för att ordnade nanostrukturerade system är mycket energi och resurskrävande. Den potential som finns när det gäller att tillverka avancerade 3D nanostrukturer med kiselalger kommer att vara tusenfalt mera energi- och resurseffektivt i jämförelse med traditionell teknik.

Konkreta resultat och projekteffekter

Vi har utvecklat en ny teknik att trycka mikrobumpar med näringsgel. De försök vi genomförde visade en fördubblad affinitet för kiselalgerna på dessa ytor jämför med icke modifierade ytor. Figuren visar en *S. brebissonii* som har förflyttat sig till en näringsbump och immobiliserats på denna. Bilden till höger visar en *S. brebissonii* som har förflyttat sig en ljusöppning i masken.

Bildning av kiselstrukturer innefattar polyaminer och phosphoproteiner. Vi har via sekvensering identifierat alla väsentliga komponenter i bildandet av cellväggen hos kiselalgen *Surirella*:

- 1 silikattransportörer - transport av kisel i form av silikat från omgivningen (tre olika varianter SIT1-3),
- 2 cinguliner - protein inblandade i bildandet av initiala kiselstrukturer. Dessa s.k. silaffin-liknande proteiner är bl.a. rika på hydroxylerade aminosyror (serin, treonin och tyrosin) som blir kraftigt fosforylerade.
- 3 polyaminer- vi finner bevis för flera enzymer som deltar i polyamin biosyntes, som Sam-beroende metyltransferas och spermidine syntas.
- 4 chitin - enzymer involverade i produktion av chitin, som tros samverka med de silaffinliknande proteinerna.
- 5 cytoskelettet - placering av de initiala kiselstrukturen den växande cellväggen är under kontroll av cytoskelettet. Vi finner bevis för två olika protein-familjer

involverade i cytoskeletes funktion, dels två olika typer av aktin gener och dessutom ett stort antal varianter av myosin (motor-proteinet som för kiselstrukturer längs cytoskelettet).

- 6 frustuliner - vi identifierar tre varianter av frustuliner. Dessa proteiner utgör en proteinkappa som täcker cellväggen.

Framgångar

Kunskap om dessa molekylära strukturer och självorganiseringsmekanismer öppnar för in vitro syntesiser av konstruerade "protein byggnadsställningar" och utformning av kiselstrukturer med intressanta biotekniska egenskaper. På detta sätt bör i framtiden vara möjligt att generera organiskt-oorganiskt hybrid material med skräddarsydda 3D strukturer för ett brett spektrum av tillämpningar inom nanoteknologi.

Dessutom utgör våra gen-sekvenser en verktygslåda som öppnar för in vivo-engineering av morfologi hos kiselalgens cellvägg via genetiska verktyg som RNAi för gen knock-down. Det innebär konkret att man i framtiden kommer att kunna hämma vissa av de gener som vi här har identifierat och styra strukturen och därigenom egenskaperna hos kisel-cellväggen.

De metoder som vi tagit fram kan man använda för att orientera och immobilisera kiselalger och är ett viktigt redskap för att kunna studera samverkan mellan yttre stimuli och hur kiselalgerna reagerar.

Deltagande parter

I projektet har tre olika kompetensområden samverkat;

Swerea IVF arbetar med tillverkningsteknik i allmänhet och utvecklar material och processer för att

tillverka mikro- och nanokomponenter. Per Johnader, Greeshma Nuthalapati.

Institutionen för cell-och molekylärbiologi, Göteborgs universitet. Kartläggningen av genom/arvs massa och gener involverade i bildandet av kisel-cellväggen. Magnus Alm Rosenblad, Ulrika Lind, Anders Blomberg, Institutionen för cell-och molekylärbiologi, Göteborgs universitet.

Institutionen för Marin Ekologi, Göteborgs Universitet. Kartläggning av kiselalgerna ekologiska samspel med omgivningen. Anna Godhe. Genom EUMINFAB projekt 1035 har vi tillverkat de masker och silikonstämplar som vi använt i projektet.

Publikationer

Greeshma N, Godhe A, Blomberg A, Johander P Orientation and immobilisation of Diatoms. Proceedings of 4M 2011 Conference, Stuttgart, Germany, Nov 2011



Projektledare:

Per Johander, Swerea IVF, per.johander@swerea.se

Start: Mars 2010

Slut: April 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

Planetväxlars ytterringar

Projektets mål

Detta hypotesprövningsprojekt begränsas till att studera möjligheterna att effektivisera tillverkning av planetväxlars ytterringar. Kuggväxlar är vanliga i högpresterande maskiner såsom industrirobotar, vindkraftverk och fordon (Hybridsystem). Verkningsgraden hos kuggväxlar kan göras mycket hög (>99 %), vilket är betydligt högre än alla andra kända energiomvandlares verkningsgrad. Kompakta tekniska system vill vi gärna ha. Planetväxel är en kompakt växeltyp. Ytterringarna till planetväxlar betraktas tyvärr ofta som svåra att tillverka på grund av formförändringar. Verktyg för att tillverka och spänna fast innerkuggade ringar är stora, komplexa och dyra. Målet är att effektivisera tillverkningen av innerkuggade ytterringar till planetväxlar genom att studera ytterringars utformning och studera möjligheterna att använda lösa kuggar i planetväxlars ytterringar.

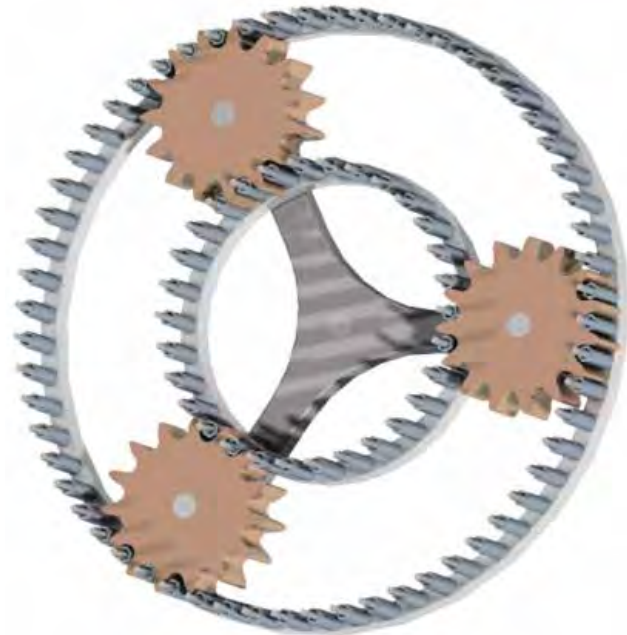
Genomförande/metoder

För att uppnå målsättningen delades projektet upp i följande moment;

- analys av planetväxlars tillverkningssvårigheter
- undersökning av möjligheterna att tillverka alternativa kuggade ytterringar effektivare
- undersöka om lösa kuggar kan vara en intressant lösning.

Grön tillväxt

Genom att underlätta tillverkningen och därmed öka användningen av planetväxlar får vi exempelvis en bättre/enklare lösning på energifördelningen i hybridfordon. Även andra energifördelar kan uppnås.



I ett senare skede har följande intressanta förslag på utformning lagts fram

Konkreta resultat och projekteffekter

Ett viktigt resultat är att frågeställningen har intensifierats bland studenter och fortsätter med Högscolelektor S. Björklund och forskaren B. Möller som ledare och intressenter. Både Björklund och Möller är verksamma på KTH Maskinkonstruktion. Ofta använder de 'planetväxelinnovation' som rubrik. Det är möjligt att göra en 3 hjulig planetväxel med cylindriska pinnar i ytterringen och i det centrala solhjulet och cykloidkugg i planeten. Därmed är målet uppfyllt.

Ytterringen kan med fördel tillverkas i Seghäringsstål och härdade cylindriska pinnar (Typ rullningslager pinnar) stoppas in i urfrästa spår i ytterringen och inre solhjulet.

Projektmålet är uppfyllt.

Deltagande parter

Professor Sören Andersson från KTH, institutionen för maskinkonstruktion, har genomfört projektet.

Publikationer

Allva M., Engel K. och Öhrvall Karlsson.V. Planetväxelinnovation – En studie i hur omkonstruktion av planetväxlar medför effektivare tillverkning. MMKB 2010:27 MKNB 035. KTH Industriell teknik och management, Maskinkonstruktion, Stockholm.

Andersson S. (2011) Planetväxlars ytteringar. TRITA–MMK 2011:01, ISRN/KTH/MMK/R-11/01-SE, KTH, Maskinkonstruktion, Stockholm



Projektledare:

Sören Andersson, KTH Maskinkonstruktion, soren@md.kth.se

Start: Januari 2010

Slut: December 2010

Projektbudget: 0,3 MSEK

Materialeffektiva skräddarsydda laminat med metallstickning

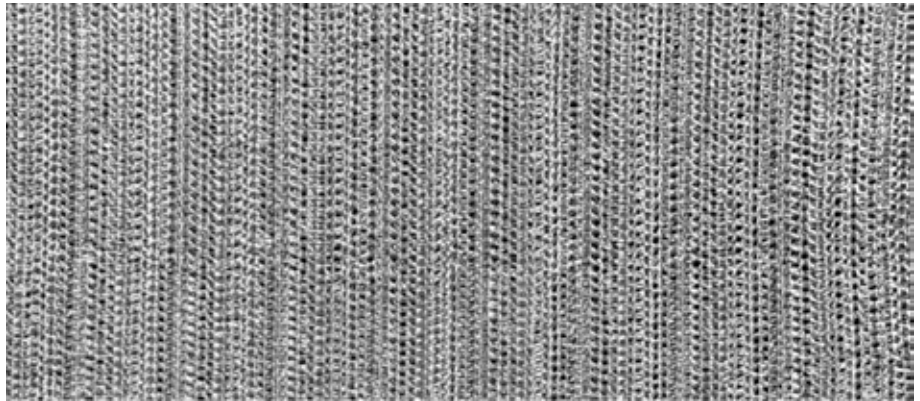
Projektets mål

Projektet kommer att vidareutveckla den unika kunskap om metallstickning som skapades inom hypotesprojektet *Flexibel tillverkning av materialeffektiva komponenter genom stickning av metall*) till industriella applikationer som drar nytta av formfriheten, lättvikten och materialeffektiviteten hos lätta konstruktionsmaterial av stickad metall. Projektets huvudsakliga mål är att utveckla och implementera lättviktsmaterial med speciellt anpassad stickad metall till två pilotapplikationer. Stickningen kommer att utvecklas för nå komponenternas önskade formnings- och funktionskrav. För att utvärdera utvecklingen av materialen och bedöma hur de kommer att fungera i framtida applikationer, kommer materialmodeller inom FE-simulering utvecklas parallellt med praktiskt provning. Idag finns det ingen som sticker metall i Sverige och därför krävs även av projektet att ta fram en affärsmodell och leverantörskedja för de slutliga lättviktsmaterialen för att säkerställa att de kommer att kunna levereras framöver.

Genomförande/metoder

Projektets tekniska arbete bedrivs inom tre delprojekt:

- Affärsmodell och industrialisering - handlar om att kartlägga konkurrerande material samt ta fram affärsmodell och leverantörskedja för de i projekten utvecklade lättviktslaminaten.
- Applikationsutveckling - är det delprojekt där vi arbetar med simulering, formningsanalyser, utveckling av demonstratorer samt utprovning av detaljegenskaper.



Stickad metall i rostfritt stål

För att få fram rätt material till Applikationsutveckling finns delprojektet Materialframställning där vi arbetar med vidareutveckling av lättviktsmaterial, stickteknik samt karaktärisering av materialen.

Grön tillväxt

Syftet med arbetet är att skapa förutsättningar för lätta, materialeffektiva produkter som kan tillverkas i befintliga bearbetningsutrustningar samt skapa en fullständig leverantörskedja för de utvecklade lättviktsmaterialen. Projektet bidrar till grön tillväxt genom nya sätt att tillverka lätta, materialsnåla produkter med låg skrotmängd. I projektet krävs en leverantörskedja från metall till produkt vilket förväntas resultera i tillväxt i form av vidareutveckling av befintligt bolag med nytt produkt- och kundsegment eller utveckling av helt nytt bolag.

Konkreta resultat och projekteffekter

Arbetet i projektet startades upp i januari 2012 och när detta skrivs i februari är projektet fortfarande i sin uppstartsfas och projektplanering och avtalsskrivning pågår. Under slutet av februari kommer de första lättvikts-

materialproverna finnas framme. Dessa kommer att studeras och fungera som underlag för val av pilotapplikationer, materialval samt kravsättning.

Framgångar

De två första lättviktsmaterialen är under tillverkning och beräknas att bli färdiga under februari.

Deltagande parter

Projektets deltagare består av Swerea IVF, Textilhögskolan, Gestamp Hardtech, Outokumpu Stainless, Lamera och Espira Inkubator.

Swerea IVF och Textilhögskolan för genom tidigare hypotesprojekt med sig kunskap om metallstickning, fogning, formning, simulering, provning och anpassning av stickteknik efter komponentkrav.

Outokumpu är materialleverantör av rostfri plåt och har även föregående projekt bidragit med material och expertis. Outokumpu tar med sig kunskap om material, simulering formning och fogning av material.

Lamera bidrar med material och produktionskunskap samt erfarenhet av nyutveckling av lätta material.

Gestamp Hardtech är ett underleverantörsföretag som arbetar nära

slutanvändarna. Gestamp Hardtech bidrar med en lättviktsapplikation, produktutveckling och produktionsutveckling, inkluderat simulering och materialmodellering.

Espira Inkubator är ett inkubatorföretag som arbetar nära svensk textilindustri med att stötta upphovsmän, forskare och entreprenörer i

processen att kommersialisera teknikbaserade affärsidéer.

Publikationer

Projektet är då detta skrivs i ett tidigt stadium och har inte haft möjlighet att nå några resultat att publicera ännu. Planer finns senare i projektet bland annat för både vetenskaplig och populärvetenskaplig publicering



Projektledare:

Elisabeth Sagström, Swerea IVF AB, elisabeth.sagstrom@swerea.se

Start: November 2011

Slut: November 2012

Projektbudget: 4,1 MSEK

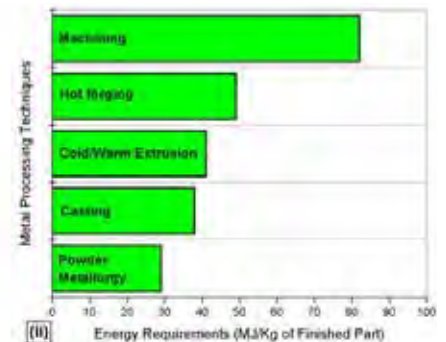
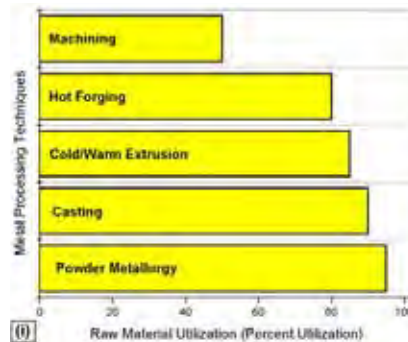
Förbättrad pulverkompaktering genom multi-funktionell styrning av pulveregenskaper och tillsatser

Projektets mål

Målet är sintergods med ökad täthet och därmed förbättrade egenskaper. Detta skall skapas via förbättrad pulverkompaktering genom styrda pulvereigenschaften och tillsatser utan att kompromissa med teknikens goda form- och måttnoggrannhet. I projektet utvecklas olika koncept som sammantaget syftar till att skapa en densitetsökning från ca 7.0 g/cm^3 till 7.5 g/cm^3 . I koncepten ingår inte höghastighetskompaktering eller kompaktering med förhöjd temperatur.

Genomförande/metoder

Detta projekt drivs av Chalmers tekniska högskola, Institutionen för material- och tillverkningsteknik tillsammans med Höganäs AB. Projektet bygger på en tidigare hypotesprövning där ett potentiellt koncept för pulverpressning studerades där syftet var att utnyttja att metalliska material kan uppvisa både hårdnande och mjuknande beroende på legeringsammansättning och temperatur (uppåt eller nedåt). Ett materialkoncept togs då fram, men möjligheten att enbart nyttja den tänkta principen visade sig vara praktiskt svår att tillämpa. I detta projektet har koncepten breddats och målet att åstadkomma en densitetsökning på 0.5 g/cm^3 är satt utgående från att bidragen från materialdesign (legeringsdesign), design av pulvermorfologi, design av pulverstruktur och tribologisk design var och en förväntas kunna innebära $0.1\text{--}0.15 \text{ g/cm}^3$ i ökad täthet. Med detta angreppssätt kan också den efterföljande sintringen genomföras som idag. I projektet vidareutvecklas metoder för bedömning



Materialutnyttjande och energianvändning för tillverkningsprocesser

av pressbarhet när det gäller pulvrets mekaniska och morfologiska egenskaper för kvantifiering av pressbarhet hos metallpulver. Vi optimerar däri-genom morfologi hos metallpulvret för att ge underlag för styrning och optimering av pulvertillverkning. Teoribildning för att minimera lösningshärdning används för att ytterligare styra den plastiska deformationen vid pressningen och samverkan mellan pulverytors tribologi och tillsatser utnyttjas för att minska på traditionell smörjmedelstillsats. Aktiviteterna summeras i form av två demonstratorer; en baserad på förlegerat pulver där effekten av pulvermorfologi och legeringskoncept visas och en baserad på ”pulverblandning” där effekten av tribologisk styrning av pulverytan innefattande t ex nya fasta smörjmedel.

Grön tillväxt

Pulverteknik är en resursnål teknik. Dagens teknik innebär att ca 95% av råmaterialet används och det lägsta energibehovet ($\sim 30 \text{ MJ/kg}$ slutlig produkt) jämfört med alternativa tillverkningskedjor (se figur). Ökad användning av sintergods bidrar därför indirekt till grön tillväxt. För att svara

upp mot ökande prestandakrav och krav för nya tillämpningar krävs dock att sintergods utvecklas ytterligare mot de prestanda som gäller för bearbetat smide. Detta kräver att sinterstålets täthet ökas från dagens nivå på 90-95% med kontinuerlig porositet. Pressningen av metallpulvret är här central, då förtätning i detta steg ger direkt ökad prestanda hos det slutliga sintrade materialet utan att dimensionstoleranser äventyras.

Konkreta resultat och projekteffekter

Resultat från det pågående projektet är ännu för tidigt redovisa, men en viktig utgångspunkt är designkonceptet i den föregående hypotesprövningen inkluderande en pulverlegering med upp till 6% legeringshalt och motsvarande teoretiska pressbarhet som rent järn. Utgångspunkten är experimentella och teoretiska studier i litteraturen hur enskilda legeringselement kan ge både lösningsmjuknande och lösningshärdnande och algoritmer som kan användas för att visa hur kombinationer av legeringselement påverkar mjuknandet/härdnandet m h t till temperatur och tøjningshastigheter. Konceptet utgör en

metodik för bedömning av pressbarhet vid legeringsutveckling. Genom materialmodellering (mha t ex programvaror som JMatPro) tillförs ett komplement för att förutsäga materialstruktur och resulterande materialegenskaper för solida material och sedan kan extrapolationsmetoder tillämpas för att prediktera motsvarande egenskaper för porösa material. Tillsammans med data och generell teori som etablerats under drygt 40 år inom pulverpressning har vi därmed en integrerad metodik för att bedöma pressbarhet och potentiella

materialprestanda på ett nytt sätt. Vår idé är att utnyttja detta för att finjustera legeringssammansättningar för ökad pressbarhet. I detta ligger att justera nivån av legeringsämnen totalt samt deras fördelning.

Framgångar

Framtagning av ett nytt försöksmaterial i tidigare hypotesprövning och en teori-baserad metodik för bedömning av lämplig materialsammansättning för pressbarhet hos pulvermaterial.

Deltagande parter

Chalmers tekniska högskola, Institutionen för material- och tillverkningsteknik, svarar för projektledning, teori, avancerad materialkaraktisering och materialmodellering. Höganäs AB, svarar för pulvertillverkning, pulverpressning, pulveroptimering och materialkaraktisering.



Projektledare:

Professor Lars Nyborg, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för material- och tillverkningsteknik lars.nyborg@chalmers.se

Start: November 2011

Slut: November 2013

Projektbudget: 4 MSEK

Smältfogning av termoplastbaserade kompositer och lättmetall

Projektets mål

Syftet var att skapa en fog som kombinerar effekterna av termisk krympning med en mekanisk låsning, vilken bildas när kompositens matris smälter och formas av en metallstruktur. I projektet skulle lämpliga geometrier för god mekanisk vidhäftning mot kompositen undersökas, samt hur kompositens gränssyta och struktur kan påverkas av den termiska påfrestning som uppkommer vid sammanfogningen. Materialmodeller för att kunna analysera smältfogar skulle även utvecklas. Målet var att tillverka en fog med likvärdig eller bättre hållfasthet som en fog tillverkad genom konventionell fogningsteknik, men genom kortare ledtid. Projektiden passar väl in på delområdet 3.1 (Tillverkning anpassad för nya material). Avancerade termoplastbaserade kompositer är förvisso inte nya material, men dess kommersiella tillgänglighet har hittills varit mycket begränsad. Användningen av termoplastmatriser för kompositer i strukturella applikationer spås dock öka i takt med utvecklandet av nya hartser, förbättrade tillverkningsmetoder och genom ökande användning av hybridstrukturer.

Genomförande/Metoder

Förutom materialval, konceptstudie, tillverkning och provning av fogar, ingick det också i projektet att utveckla materialmodeller som kan användas i syfte att studera de restspänningar som uppkommer under- och efter fogningstillfället. Materialmodellerna ska kunna hantera kopplad termisk-mekanisk analys. Beräkningsmetodiken, som har använts för att analysera ett krympförband, visar att relativt höga spänningar kan uppkomma lokalt i kompositen



Vänster: Tillverkning av hybridfog



Höger: Kompositrör som fästs i metall genom kombination av smältformning och termisk krympning vid avsväljande

p.g.a. plötslig termisk påverkan vid fogningstillfället.

Grön tillväxt

Att effektivt sammanfoga polymera kompositer och metall är fortfarande en fundamental utmaning. Detta projekt har gett oss möjligheten att initialt studera möjliga rationella fogningsmetoder, vilket på sikt ger nya möjligheter att medverka till utvecklingen av hybrida lättkonstruktioner.

Konkreta resultat och projekteffekter

Mest relevant för projektiden är ledande värmning i kombination med applicerat mekaniskt tryck. Två typer av fogar har undersökts: (a) En integrerad hybridfog. I detta koncept är en aluminiumplatta omgiven av komposit. Hål i aluminiumplattan fylls med kompositcylindrar, som vid varmpressning sedan binder mot de omgivande kompositlagren. Vid avsväljning bildas både en typ av

krympförband, men även en mekanisk låsning p.g.a. ”kompositpelarna” inne i aluminiumplattan. Resultatet visar på en relativt stark fog. Detta är uppmuntrande eftersom ingen ytbehandling har gjorts för att skapa en kemisk vidhäftning mellan aluminium och komposit. (b) Ett krympförband där ett kompositrör pressas på en insats av aluminium som har en temperatur som ligger ovanför matrisens smälttemperatur. Tanken är då att matrisen ska smälta och omformas kring aluminiuminsatsen som är försedd med små självlåsande spår, ungefär likt en slangkoppling, se bilden. För konceptet med krympförband fungerade fogningen inte helt tillfredställande. Detta tros framförallt bero på den höga fibervinkeln som försvårar expansionen tangentiellt. Det krävs nya lindade rör med en lägre fibervinkel för att utvärdera metoden vidare. Eftersom metoden ändå bedöms ha potential, har vi undersökt möjligheterna för att göra nya försök. En idé

som har diskuterats är att först linda ett tunt skikt med ren matris innan fibertejperna lindas ovanpå. På detta sätt skulle ett mer deformerbart skikt skapas närmast mot metallytan.

Framgångar

När det gäller hybridfogen verkar konceptet lovande. Ett intressant spår att ta upp skulle vara att behandla

metallytan med en lämplig primer för att bättra på vidhäftningen mellan materialen. Ett mer rationellt sätt att tillverka fogen, hade också varit att placera lagom stora pellets av en partikelförstärkt polymer i håligheterna i aluminiumplattan. Om pellets av partikelförstärkt komposit används kan dessutom fogen optimeras m.a.p.

termisk utvidgningskoefficient genom att variera partikelhalten.

Deltagande parter

Deltagande parter i projektet var Luleå tekniska universitet och Swerea SICOMP AB.

Publikationer

Grauers, L., Marklund, E. (2011): Utvärdering av smältfogningsmetoder och initiala numeriska beräkningar av krympförband, Swerea SICOMP teknisk rapport TR11-09, (öppen*).

Marklund, E. (2012): Smältfogning av termoplastbaserade kompositer och lättmetall, Swerea SICOMP teknisk rapport TN12-01, (öppen*)



Projektledare:

Erik Marklund, Luleå tekniska universitet/Swerea SICOMP AB, erik.marklund@ltu.se

Start: Januari 2011

Slut: Januari 2012

Projektbudget: 0,5 MSEK

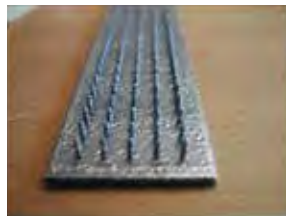
Sammanfogning av titan och kompositmaterial

Projektets mål

Detta projekt har undersökt möjligheten att konstruera fogar mellan titan och ett kolfiberbaserat kompositmaterial med förmågan att motstå höga mekaniska spänningar genom tjockleken på materialet (fläckspänningar). Denna egenskap erhålls genom en innovativ fogningsmetod där både mekanisk och kemisk vidhäftning existerar utan ingående bultar eller nitar. Denna typ av sammanfogning förväntas ge en fog som uppvisar höga hållfasthetsvärden i kombination med en relativt enkel och effektiv tillverkningsprocess. Nyhetsvärdet i detta projekt ligger i kombinationen att friforma titan till en godtycklig form, vilket medger både mekanisk och kemisk låsning i området där kompositen övergår till metall, samt att utvärdera olika tillverkningsmetoder för hybridfogen. Projektet har visat att denna metod medför fogar med signifikant högre hållfasthetsvärden än en traditionell limfog utsatt för fläckspänning.

Genomförande/metoder

SICOMP genomförde till att börja med en litteraturstudie för att säkerställa att den tillgängliga informationen inom området tas i beaktning inom projektet. SICOMP utförde även utvärdering av tillverkningsmetod för kompositen och sammanfogningen samt geometri på titanstrukturen. ARCAM tillverkade därefter titanstruktur enligt specifikationer från SICOMP. SICOMP tillverkade hybridlaminaten och utförde mekanisk provning med efterföljande fraktografi på prototyper. SICOMP utförde även numeriska analyser av den mekaniska provningen för att verifiera brottförloppet hos fogen.



a)



b)



Tillverkning av provföremål; a) enkelt överlappstest, b) puckprov

Grön tillväxt

Sammanfogning mellan polymera kompositer och metaller är fortfarande en fundamental utmaning inom t.ex. rymdindustrin vilket kan komma att begränsa användandet av dessa hybridstrukturer. Den hybridstruktur som i dagsläget är mest relevant för rymdapplikationer är kolfiberlaminat och titan eftersom dessa två material har relativt lika mekaniska- och termiska egenskaper vilket förenklar fogningen. Traditionella limförband är det mest vikeffektiva förbandet men det har vissa nackdelar så som känslighet för fläckspänningar samt att det är svårt att kontrollera fogens kvalitet. En ny fogningstyp som eliminerar dessa problem skulle öppna nya områden för kolfiber/titan hybridlaminat vilket skulle innebära mer vikts- och energi-effektiva farkoster. Detta projekt ökar förståelsen om fogning av hybrid-

material vilket stärker Sveriges konkurrenskraft genom att;

- Öka svensk industris förmåga att tillverka lätta och miljövänliga produkter
- Öka möjligheten till modularisering av lättvikt och hybridfogar.

Konkreta resultat och projekteffekter

Två olika geometrier på hybridfogar har utvärderats under projektets gång. Gemensamt för de olika geometrierna är att titandetaljen tillverkas med ett stort antal pinnar som sticker ut från detaljen in i ett kompositlaminat och därmed formar en stark fog till följd av både kemisk och mekanisk vidhäftning mellan titanpinnarna och kompositmaterialet. Titandetaljerna tillverkades av ARCAM AB i Mölndal med hjälp av deras patenterade EBM-metod. Vid tillverkningen av själva hybridfogen pressas ett antal torra kolfibervävar in i titandetaljens pinnar och gjuts därefter

fast i samma steg som kolfiberbuntarna injiceras och ett kompositlaminat skapas. Två olika geometrier på provstavar är tillverkade och därefter provade.

- Enkelt överlappstest
- Rent dragprov (puckprov)

Bilder från tillverkningen av ett enkelt överlappstest och puckprover presenteras i figuren. Totalt har 16 titandetaljer tillverkats för efterföljande utvärdering av tillverkningsmetoder och hållfasthetsprovning. Resultatet av provningen visar att för ett enkelt överlappstest så ökar hållfastheten till det dubbla med pinnar (mekanisk låsning) jämfört med ett rent limförband. Resultatet från puckproverna så visar att hållfastheten med pinnar är 5 gånger högre än för ett rent limförband. Resultatet inom projektet har även lett till medverkan i en EU-ansökan för Arcam och SICOMP.

Framgångar

Projektet presenterades vid konferensen; ”Flygteknik 2010, Oktober 18-19, 2010, Stockholm, Sweden” med titel: Lundström R, Mattson D, Fernberg P, Hybridfogar mellan komposit och metall inom flyg- och rymdindustrin.

Deltagande parter

Swerea SICOMP och ARCAM har varit deltagande parter i projektet.

Swerea SICOMP bedriver forskning inom området processutveckling och design av polymera fiberkompositer.

Arcam tillhandahåller en unik tillverkningsmetod för produktion av metalleder, Electron Beam Melting (EBM). EBM metoden bygger delar lager-för-lager med hjälp av en kraftfull elektronstråle. EBM processen utförs i vakuum i förhöjd temperatur vilket medger förstklassiga egenskaper, både mekaniskt och kemiskt.

Publikationer

Tidningen Verkstäderna, 21 september 2010 med rubriken ” Taggigt titan fogas ihop med komposit”

Presentation av projektet i katalog i samband med programkonferensen den 12 april-2011



Projektledare:

David Mattsson, Swerea SICOMP, david.mattsson@swerea.se

Start: Januari 2010

Slut: December 2010

Projektbudget: 0,5 MSEK

Suspensionssprutning av nanomaterial - En ny tillverkningsprocess för att minska miljöpåverkan

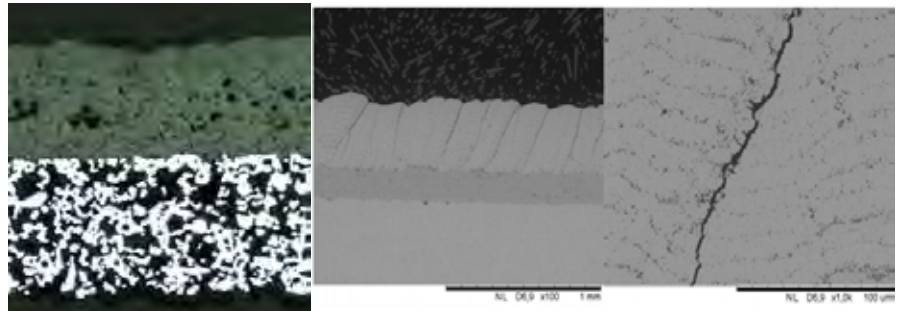
Projektets mål

Projektets huvudmål är att forska fram applikationsfärdiga värmebarriärs- (TBC) och korrosionsbeständiga beläggningar med hjälp suspensionssprutning av nanokompositmaterial. Projektet utgör en direkt uppföljning av hypotesprövningsprojektet ”Axiell suspensionssprutning - en sprängteknik för radikalt förbättrade materialegenskaper hos termiskt sprutade skikt”. Projektet ligger väl i linje med VINNOVA-programmets mål inom inriktningsområdet ”tillverkning anpassad för nya material” då målet i projektet är att uppnå helt nya materialegenskaper hos beläggningar, vilket kan få radikala konsekvenser på prestanda hos ett antal produkter såsom gasturbiner, förbränningsmotorer, bränsleceller och solceller. Projektet är även relevant för VINNOVAS forskningsområde ”avancerade tillverkningsprocesser” då ett av målen är att utveckla en ny typ av teknik som möjliggör sprutning av nanomaterial.

Genomförande/metoder

Projektet är uppdelat i fem arbetspaket:

- 1 Upprättande av teknisk kravspecifikation samt utvärdering av potentiella applikationer
- 2 Grundläggande processförståelse för samband mellan processparametrar, mikrostruktur och mekaniska egenskaper
- 3 Mikrostrukturutvärdering samt metallografiska undersökningar
- 4 Utvärdering av specifika produkttegenskaper och skapande av process fönster
- 5 Industrialisering och spridning av forskningsresultat.



Suspensionssprutad a) bränslecell (till vänster) och b) gasturbinbeläggning (till höger)

Grön tillväxt

Projektet bidrar till en grönare teknik både i tillverkningsprocess och i användande av produkt. Projektet bidrar till VINNOVAs effektmål inom grön tillväxt dels genom att åstadkomma en lägre energiförbrukning och minskade emissioner via nya värmeisolerande beläggningar som ger effektivare förbränning samt sänkt bränsleförbrukning i stationära och flygande gasturbiner. Projektet bidrar även till minskade utsläpp av cancerframkallande ämnen, genom utveckling av en ny tillverkningsmetod som kan ersätta elektrolytisk hårdförkromning.

Konkreta resultat och projekteffekter

Inom hypotesprojektet har högskolan väst tillsammans med ett företag i USA utvecklat och utvärderat ett nytt munstycke för axiell suspensionssprutning. Projektet har visat mycket lovande resultat för keramiska beläggningar både för bränslecellsapplikationer och värmeisolerande beläggningar. Hypotesprojektet identifierade även flera nya intressanta tillämpningar som t.ex. ersättning av elektrolytisk hårdförkromning som har ett stort industriellt och vetenskapligt intresse. I verifier-

ingsprojektet ingår förutom värmeisolerande beläggningar även denna applikation. Resultaten i verifieringsprojektet planeras dels att kommersialiseras av tillsatsmaterialtillverkarna Höganäs och HC Starck som därmed kommer att bredda sitt utbud av material för högtemperatur- och antikorrosiva beläggningsmaterial. Metalock förväntas kunna utöka sin marknad med att utföra beläggningar som ersätter elektrolytisk hårdförkromning. Spin-off företag för bränslecellstillverkning planeras på sikt om målen i verifieringsprojektet uppnås.

Framgångar

Resultaten från hypotesprövningsprojektet har påvisat att det går att skapa tøjningstoleranta keramiska beläggningar för gasturbiner med hjälp av suspensionssprutning. Tøjningstoleransen uppnåddes genom att skapa vertikalsprickor i skiktet under sprutning, se figuren till höger. Resultaten från hypotesprojektet indikerar även att det går att spruta betydligt tätare elektrolyter för bränsleceller med hjälp av suspensionssprutning. En sprutad så kallad halvcell där anod som elektrolyt sprutats kan ses i figuren till vänster. Skiktjockleken och tätheten

hos elektrolyten är bland de viktigaste och tillverkningsmässigt svåraste parametrarna i en bränslecell. Ju lägre tjocklek och ju tätare skikt ju högre verkningsgrad kan åstadkommas.

Resultaten indikerar att mycket tunna och täta elektrolyter kan skapas genom suspensions-sprutning. Resultaten från hypotes och fortsättningsprojektet har även gett uppslag till flertalet spin-off projekt. Ett exempel är höghastighets-sprutning med HVAF. Inom detta område planeras ett nytt kommersialiseringsprojekt och på sikt ett spin-off företag. De positiva resultaten från projektet har även inneburit att högskolan 2012 kommer att investera i ny typ av utrustning för suspensions-

sprutning av keramiska beläggningar. Forskargruppen har erhållit investeringsmedel från EU som spin-off från hypotesprojektet.

Deltagande parter

Höganäs AB. Metalock Engineering Sweden AB. HC Starck. Högskolan Väst. Parterna kompletterar varandra väl eftersom de representerar olika delar i kedjan från materialleverantörer inom termisk sprutning, forskningsutförare och beläggningsleverantörer. Projektet ger därmed varje part tillgång till ett starkt nätverk med olika kunskap och expertis inom området. Projektet är en värdefull uppföljning till tidigare projekt inom termisk sprutning av nanomaterial (MaxThal) och till

värmebarriärprojekt (TOPPCOAT) inom EUs ramprogram. Suspensions-sprutning röner stort forskningsintresse internationellt sedan ett par år och HV samarbetar med framstående forskargrupper som till exempel Forgeschunzentrum Julich, CNR Canada och Toronto University. Projektet är även ett värdefullt komplement till ett planerat samarbetsprojekt med Tammerfors Universitet, "Novel Surface Engineering for Functionality and High End Durability by Suspension Thermal Spraying – SUSPCOAT.

Publikationer

N. Curry, N. Markocsan, P. Nylén: "Characterisation of suspension plasma spray thermal barrier coatings for future gas turbine application", inskickat till International Thermal Spray Conference and Exposition – ITSC 2012, Houston, USA, May 21-24, 2012 (skall publiceras i Journal of Thermal Spray Technology)



Projektledare:

Per Nylén, Högskolan Väst, Institutionen för ingenjörsvetenskap, per.nylen@hv.se

Start: November 2011

Slut: November 2013

Projektbudget: 6 MSEK

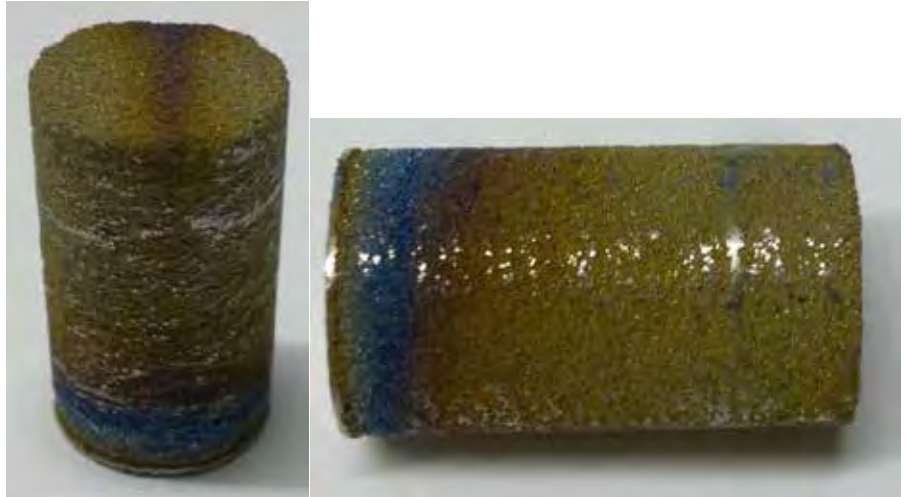
Ny tillverkningsteknik för minnesmetallskum

Projektets mål

Målet är att demonstrera ny tillverkningsteknik för framställning av minnesmetall med kontrollerad porositet. Framställningen baseras på tillämpning av pulverformning genom metallformsprutning eller genom stärkelsekonsolidering med efterföljande sintring av metallpulver av minnesmetall för att skapa den avsedda strukturen.

Genomförande/metoder

Minnesmetallstrukturer kan uppvisa superelastiska egenskaper. Förutsättningen för detta är att sammansättningen och strukturen är helt homogen i hela materialet. Detta kan inte skapas med t ex gjutning för en större produkt och pulverteknik är då ett sätt att åstadkomma den homogenitet som krävs. Genom pulverteknik kan samtidigt porositeten styras till en nivå för att anpassa mekaniska egenskaper till de som t ex gäller för ben. Centralt i projektet är att utreda hur sådan sintring kan genomföras. Projektet bedrivs vid Chalmers tekniska högskola, Material- och tillverkningsteknik. Homogent gasatomiserat pulver av minnesmetall, NiTi, har införskaffats. Samverkan har etablerats med University of Modena e Reggio Emilia, Italien, där mikrovågssintringsexperiment har genomförts. Dessa försök var inte lyckade och tillräcklig förtätning kunde inte åstadkommas. Grundläggande sintringsstudier har parallellt gjorts vid Chalmers för att ta reda på när och hur pulvret kan sintras med traditionella metoder. För formning av provkroppar kommer så kallad stärkelseformning att användas följt av sintring i skyddande atmosfär. Alternativt kommer metallformsprutning (vaxbaserad medeltrycksformsprutning) att användas. Tanken är därmed att skapa artificiella porösa



Porös NiTi-prov tillverkat genom konventionell sintring vid 1190°C (utan atmosfäroptimering)

struktur för potentiell bioapplikation. Stärkelseformning är en metod för miljövänlig vattenbaserad formning av komponenter med keram- eller metallpulver. Arbetet innefattar studier där kombinationen stärkelseformning och sintring nyttjas för att framställa porösa detaljer i minnesmetall (NiTi). Sintringsexperiment utförs vid Chalmers och vid Höganäs AB och det slutliga materialets kemiska och mekaniska egenskaper utvärderas.

Grön tillväxt

Pulverteknik är i princip jämfört konkurrerande tekniker den metod som innebär högst råmaterialutnyttjande och lägst energiförbrukning per vikt färdig produkt. Den porösa minnesmetallstrukturen (NiTi-legering) är av potentiellt intresse för t ex biomaterialtillämpningar. Genom tillverkning och design av porösa produkter kan mekaniskt anpassade strukturer skapas. De tillverkningsmetoder som är tänkta är miljövänliga utan farliga tillsatser och tekniker för ytanrikning av titan med samtidig eliminering av nickel skulle kunna tillföras.

Konkreta resultat och projekteffekter

Minnesmetallpulver för det tänkta ändamålet måste ha rätt legeringsammansättning och kemi. Röntgendiffraktionsstudier har visat att pulvret som används är homogent och har den rätta strukturen (enfasig monolit). Termisk analys (DSC) visar också att strukturen är stabil upp till smältpunkten utan några fasomvandlingar. Konventionella sintringsexperiment (se figur) visar att sintring kan göras vid eller strax över 1190°C. Preliminära studier med mikrovågssintring har också genomförts, men med vid lägre temperatur (850°C), men tillräcklig förtätning var då inte möjlig. Stärkelseformning följt av konventionell sintring utvärderas som en möjlig metod att skapa porösa detaljer med styrd porositet och geometrisk utformning. Sintringsexperiment genomförs vid Chalmers och vid Höganäs AB. Karakterisering av sintrade prover och bedömning av biokompatibilitet görs via Chalmers. En post-doc (Kumar Babu Surreddi) och ett examensarbete (Robin Bengtsson) har kopplats till projektet. Pulverformsprutning (vaxbaserad medeltrycks-

formsprutning) kommer att utvärderas som alternativ formningsoperation.

Framgångar

Tillverkning av porös minnesmetallstruktur (NiTi) har åstadkommits genom konventionell sintring.

Deltagande parter

Internationell samverkan när det gäller mikrovågssintring ingår (Department of Materials and Environmental Engineering; Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Modena, Italien, ass. professor Paolo Veronesi).

Höganäs AB har accepterat att utföra sintringsförsök.



Projektledare:

Professor Lars Nyborg, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för material- och tillverkningsteknik, lars.nyborg@chalmers.se

Start: December 2010

Slut: April 2012

Projektbudget: 0,5 MSEK

Miljöfokuseringens påverkan på tillverkningen

Ren tillverkning av rostfria produkter

Projektets mål

Hypotesen som prövades var att studera om oxider på plåt kan användas som friktionsnedsättning under formning.

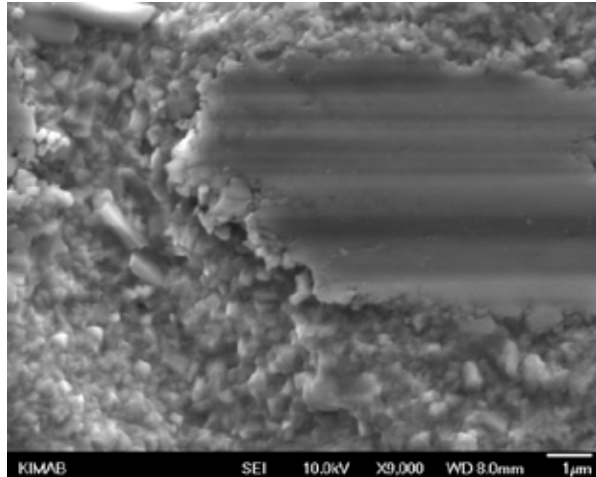
Vid formning av plåtmaterial med hög tendens att kallsvetsa på formningsverktyget löses detta oftast genom smörjmedel med tillsatser som kan vara en belastning på inre och yttre miljö. Att minska användningen av miljöfarliga smörjmedel, eller att forma helt utan smörjmedel skulle ge plåtformande företag stora miljö- och produktivitetsvinster. En möjlighet är att utrusta plåtarna med oxider med designade friktionsegenskaper.

Den mest gynnsamma gruppen av oxider för låg friktion kallas smörjande oxider eller rutiler. Oxider av t.ex. Ti, Mo, V och Zn kan bilda rutiler under vissa kontakttemperaturer under valsning och formning. Hypotesens långsiktiga mål var att utvärdera möjligheten att producera och sälja stålplåt med lågfriktionsyttskikt bestående av designade oxider.

Projektet kopplar till programmets övergripande mål hållbar produktion, då smörjande oxider skulle kunna minska mängden miljövådliga additiver i smörjmedel för plåtformning, vilket i förlängningen ger produkter som är miljöneutrala under och efter sitt användande.

Genomförande/metoder

En utvidgad litteraturstudie genomfördes för att undersöka tidigare arbeten inom området. Plåtmaterial samlades in och köptes från olika leverantörer, och oxidering utfördes av ett antal material. De tillverkade ytorna analyserades med SEM och XPS för identifiering av oxidtyperna och deras fördelning. Verktyg tillverkades för friktionstesterna, som utfördes dels genom flat-flat-tester på Swerea KIMAB, dels genom ironing-



SEM-mikrograf av titandioxid på plåt, där oxidens yta har deformerats av verktygskontakt vid ironing (strip reduction testing)

försök (strip reduction tests) på DTU. Oxiderna studerades optiskt samt med SEM efter friktionstesterna.

Grön tillväxt

Projektet har potential att leda till grön tillväxt om ytoxiderna börjar användas som smörjmedelsbärare eller som ersättning av smörjmedel vid produktion av plåtformade komponenter. Företag som kan erbjuda miljöneutrala produkter utan spår av miljöfarliga kemikalier från tillverkningen kan utöka sin marknad till kundsegment med extra höga hygien- och miljökrav.

Konkreta resultat och projekteffekter

Hypotesens grundidé är bekräftad, i och med att två testade oxidvarianter gav förbättrat motstånd mot påkletning på verktygen. En av oxidvarianterna hade också lägre friktion vid flat-flat tester än den opreparerade plåtytan. Projektet uppfyllde alla leveranser utom den sista, som bestod i att utreda industrins möjligheter att använda resultaten.

Arbetet har lett fram till intresse hos industri och akademi att fortsätta inom främst två relaterade områden:

- 1 Oxider jämförs som bärare för miljövänliga smörjmedel, för att ersätta t ex klorerade smörjmedel.
- 2 Ökad slitage- och miljötolighet hos plåt- eller massiva produkter genom oxidpåläggning.

Framgångar

Oxiderade titanplåtar uppvisade förbättrat motstånd mot kallsvetsning på verktygen, jämfört med ren titanplåt.

Deltagande parter

Huvudutförare i projektet var Swerea KIMAB och Swerea IVF, med Irma Heikkilä som huvudansvarig för oxidanalyserna och Boel Wadman som projektledare och utförare av delar av friktionsprovet. Övriga deltagare från Swerea KIMAB var Håkan Thoors, som utförde verktygspreparering och tribologiska tester, samt Christer Eggertson och Dan Jacobsson, som utförde oxideringstesterna.

Projektet har även samarbetat med Professor Niels Bay vid DTU, Danmark som har bidragit till projektet med kompetens inom funktionella oxider för massivformning samt provutrustning. Företagen SSAB EMEA AB och Outokumpu Stainless har bidragit till

projektet med materialleveranser, och
Oerlikon Balzers Sandvik Coating AB

sponsrade verktygsprepareringen.

Publikationer

Clean forming of stainless and titanium products by lubricious oxides

Irma Heikkilä, Boel Wadman, Niels Bay

Abstract inskickat och accepterat för presentation vid NORDTRIB 2012, den 12-15 juni i Trondheim



Projektledare:

Boel Wadman, Swerea IVF AB, boel.wadman@swerea.se

Start: December 2010

Slut: Oktober 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

Informationsteknologins möjligheter

Samverkande strukturer för flexibel tillverkning

Projektets mål

Arbetet i projektet och hypotesen har syftat till att visa på ny användning av robotar och dess potential att skapa flexibla system där nyckelord som samverkan mellan människa och robot är i fokus. Baserat på industriella scenarier visar projektet på en utveckling mot sådana system liksom den FoU som kommer att krävas för att ta fram demonstratorer alternativt pilotanläggningar. Genom detta kommer arbeten som tidigare inte kunnat automatiseras bli föremål för en sådan och bedömningen är att denna potential är väsentligt högre än den samlade industriella robotisering som finns idag. Med detta menas såväl antal robotar i användning som effekten av produktivitetshöjande åtgärder i industrin. Inom projektet har fokus legat på inspektion och montering, speciellt sådan med långa taktider (prefabricering inom hustillverkning).

Genomförande/metoder

Perspektivet har varit industriell användning/nytta med utblick mot både industrirobotik som servicerobotik. Genomförandet har baserats på dels erfarenheter hos projektmedarbetarna, dels studier hos företag. Dessa studier har bildat koncept för hur automation med samverkan operatör robot kan gå till och vilka utmaningar som måste lösas för att åstadkomma detta. Under projekttiden har samarbete med företag konkretiserats i en ansökan till Factory of the Future (FoF) samt högskolan Väst, där projektledaren tog anställning under senare delen av projektet. Genom att projektledaren flyttat till högskolan Väst har nya möjligheter öppnats att vidareutveckla resultat från detta



Robotstation med "Collaboration" vid högskolan Väst, Produktionstekniskt Centrum. Inspektion av svetsade objekt till vänster (Volvo Aero scenario), och robot med integrerat Safety Eye (Pilz) kamerasystem till höger för generell studie kring "Collaboration"

projekt inom angränsande och nya projekt.

Grön tillväxt

Projektet bidrar till att lösa grundläggande problem knutet till flexibilitet i tillverkning och hur automation kan åstadkommas på ett mer rationellt sätt. Projekteffekten av detta leder till större möjlighet att kundanpassa produkter och lösningar, snabbare teknikuppdatering, samt större möjlighet att på ett effektivt sätt tillverka på order. Samverkan operatör – robot kan också leda till nya möjligheter inom återvinning och återbruk av produkter.

Konkreta resultat och projekteffekter

Förväntade effekter är att generellt bredda användning av robotar inom industrin, men även professionell servicerobotik. Studier har genomförts relaterat till två scenarier: trähusindustrin och kvalitetskontroll inom verkstadsindustrin (se bild). Utfallet av hypotesen är att "Collaboration" är möjlig och kan ge många goda effekter, men att det krävs FoU inklusive demonstratorer innan industrin går in i en pilotfas. Projektledaren arbetar vidare med koncept och erfarenheter

från projektarbetet genom nya projekt, konsortier och demonstratorer vid högskolan Väst. Arbetet inom standardiseringskommittén fortsätter och experimentella studier kring "Collaboration" pågår.

Framgångar

I den avslutande delen av arbetet har projektledaren initierat ett samarbete med högskolan väst (PTC) och Volvo Aero och studier kring collaboration i demonstratormiljö. Fortsatt ansträngning att skapa ett industriintresse för att utveckla området pågår. Hypotesen om värdet att kunna samverka mellan operatör robot och dess effekter på produktionen har kunnat påvisas, men ger ingen enhetlig bild utan motiv kan skifta utifrån parametrar som produktivitet, kvalitet (process, slutprodukt), arbetsmiljö, etc. Projektledaren fortsätter i andra projektformer med arbetet på högskolan Väst vid Produktionstekniskt Centrum och tillsammans med industrin.

Konkreta planer finns för att initiera nya projekt inom området för detta projekt och projektledaren fortsätter med studier och utveckling av implementering av "Collaboration" på sin nuvarande arbetsplats (Högskolan Väst)

i samband med andra pågående projekt samtidigt som nya projekt kopplade till detta område håller på att definieras.

Deltagande parter

Deltagande part har varit Lunds universitet, institutionen för designvetenskaper. Medverkan av andra parter har varit informell som en del i

projektarbetet. Exempel på detta har varit studier som utförts inom projektet relaterat till trähus (Modulenthus, Myresjö och Ekeforshus), och kvalitetskontroll (Volvo Aero Corp), och samverkan med Linnéuniversitetet i Växjö samt högskolan Väst. En projektansökan inom FoF (EU) genomfördes

med tillhörande riggning av konsortium, men fick avslag. Planer finns på att ta upp detta inför nästa call (sommar/höst 2012).

Publikationer

Bolmsjö, G., Danielsson, F., och Svensson, B. (2012): Collaborative Robots to Support Flexible Operation in a Manufacturing System, Flexible Automation and Intelligent Manufacturing FAIM2012, Helsingfors, juni 2012



Projektledare:

Gunnar Bolmsjö, Lunds universitet, gunnar.bolmsjo@hv.se

Start: Juni 2011

Slut: September 2012

Projektbudget: 0,5 MSEK

Integrering av fiberoptiska sensorer i fiberlindade högspänningskomponenter

Projektets mål

I projektet, hypotesprövningen, studerades integrering av fiberoptiska sensorer i fiberlindade högspänningskomponenter. Exempel på fiberlindade högspänningskomponenter visas i figuren. Projektgruppen har i detta hypotesprövningsprojekt visat att fiberoptiska sensorer är ett lovande system för tillståndsövervakning av högspänningskomponenter. Typiska storheter som kan mätas med denna teknik är temperatur, töjningar och fuktnivåer, vilka alla är intressanta mervärden för en slutanvändare. Eftersom inga elektriskt ledande komponenter får finnas i närheten av högspänningskomponenter kan inte konventionell mätteknik utnyttjas. Fiberoptiska sensorer är isolatorer och påverkas inte av höga elektriska fält och är därmed en lämplig teknik att använda. Möjligheten att integrera dessa i elektriskt isolerande fiberlindade komponenter till högspänningsapparater (72 till 1200 kV) bestående av polymera kompositmaterial är undersökt.

Fiberoptiska sensorer har inte använts för mätning i själva isolatorn tidigare och det var långt från säkert att kombinationen fiberoptik, fiberlindning och högspänningskomponenter skulle vara lyckosam. Projektets fokuserades därför främst på hur fiberoptiken kan inkluderas i fiberlindningsprocessen samt hur fiberoptiken påverkar de elektriska egenskaperna hos komponenten.

Det viktigaste utfallet av denna hypotesprövning är att med val av rätt sorts optisk fiber, ändras inte de elektriska egenskaperna hos kompositen så mycket att det skulle innebära något problem för användning i högspänningsapplikationer. Ny teknik för tillståndsövervakning av nätets struktu-



Exempel på fiberlindade högspänningskomponenter. Bilder från www.abb.se

rella komponenter ger förutsättningar att utnyttja infrastrukturen optimalt. Högspänningsisolatorer med integrerad mätteknik kan bli en ny produkt med nya funktioner i en industri där Sverige traditionellt har en mycket stark internationell ställning, via företag som ABB och dess underleverantörer. Den nya tekniken, att integrera mätteknik i isolatorn, bidrar till kompaktare design och bättre materialutnyttjande, vilket i sin tur leder till reducerade kostnader samt en miljövänligare produkt. Användandet av sensortekniken öppnar på så sätt möjligheter till förhöjt värde i existerande produktsortiment för företagen inom högspänningsområdet.

Dessutom har hypotesprövningen indikerat att det nya användningsområdet för optisk fiber ger goda möjligheter till patentskydd vilket skulle innebära en stark konkurrensfördel för svensk industri vilket i förlängningen även stärker exportindustrin inom området.

Genomförande/metoder

Projektet startade med en omvärldsbevakning, följt av val av lämpliga

optiska fibrer. Kraven är att fibern skall vara kompatibel med kompositmaterialet och att funktionen hos fiber och givare klarar de belastningar som uppstår vid integrering i kompositrör och användning av isolator. Några konstruktionskoncept är framtagna och utvärderade med beräkningar och praktiska prov. Den mest kritiska prövningen bestod i att kontrollera att de elektriska egenskaperna hos kompositen inte ändras.

Grön tillväxt

Tekniken gynnar en mer övergripande utveckling av grön teknik för förbättrat energiutnyttjande av befintliga elnät och "smart" eldistribution. I ett internationellt perspektiv så har vi en ökande elproduktion delvis till följd av en kraftig utbyggnad av vindkraften, men även av annan grön elproduktion, vilket leder till ett ökat behov av att effektivare kunna utnyttja elnäten. Att bygga nya elnät är dyrt och innehåller många negativa effekter, inte minst för miljön. Därför är det viktigt att bättre kunna utnyttja befintliga nät bland

annat genom tillståndsovervakning av högspänningsisolatorer.

Konkreta resultat och projekteffekter

Hypotesprövningen har visat:

- Att med rätt sorts optiska fibrer, ändras inte de elektriska egenskaperna hos kompositen så mycket att det skulle innebära något problem för användning i högspänningsapplikationer.
- Vilken fibertyp som ger lägst dämpning av transmissionsförmågan, samt att transmissionsnivån är fullgod för både sensorer och signalöverföring vid användning i högspänningskomponenter.
- Att med vald produktionsmetod kan produkten med integrerade optiska fibrer tillverkas utan att skador uppstår på de optiska fibrerna.

Framgångar

Den utförda tillverkningen i labbskala fungerade så pass tillfredsställande att vi kan dra slutsatsen att det är fullt möjligt att även starta en effektiv serieproduktion. Dessutom har hypotesprövningen indikerat att det nya användningsområdet för optisk fiber ger goda möjligheter till patentskydd vilket skulle innebära en stark konkurrensfördel för svensk industri vilket i förlängningen även stärker exportindustrin inom området.

Deltagande parter

Deltagande parter i projektet är Swerea SICOMP, Acreo och ABB Composites.

- Swerea SICOMP bedriver forskning inom området processutveckling och design av polymera fiberkompositer
- Acreo är ett av Europas främsta forskningsbolag som tillhandahåller spetskompetens inom

områdena elektronik, optik och kommunikationsteknik. De omvandlar den akademiska forskningen till kommersiella tillämpningar. Ett av de viktigaste teknikområdena för Acreo är fiberoptik.

- ABB Composites är ett bolag inom ABB-koncernen som specialiserat sig på tillverkning av kompositdetaljer som ingår i högspänningsutrustning.

Acreo har ingen tidigare erfarenhet av fiberoptik inbäddad i komposit och samarbetet med Swerea SICOMP innebär att ett nytt teknik- och applikationsområde för fiberoptik öppnat sig. Samarbetet med industrin (ABB) och deras önskemål om en fortsättning på projektet har tydligt visat på deras stora intresse.

Publikationer

Notis i "Swerea SICOMP e-news #33, December 2010"

Presentation av projektet vid programkonferensen den 12 april-2011



Projektledare:

David Mattsson, Swerea SICOMP, David.Mattsson@swerea.se

Start: December 2010

Slut: December 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

Konfigurering och optimering av operationssekvenser (KOOP)

Projektets mål

KOOP som är en fortsättning på hypotesprojektet KOP - Konfigurering och visualisering av operationssekvenser, syftar till att skapa metoder och IT-verktyg för integrerad utveckling av optimala produktions- och automations-system. Målet är att åstadkomma ökad produktionseffektiviteten med hjälp av optimerade operationssekvenser, samt att aktuell information och programvaror automatiskt ska uppdateras vid sena produktförändringar och uppdateringar.

Genomförande/metoder

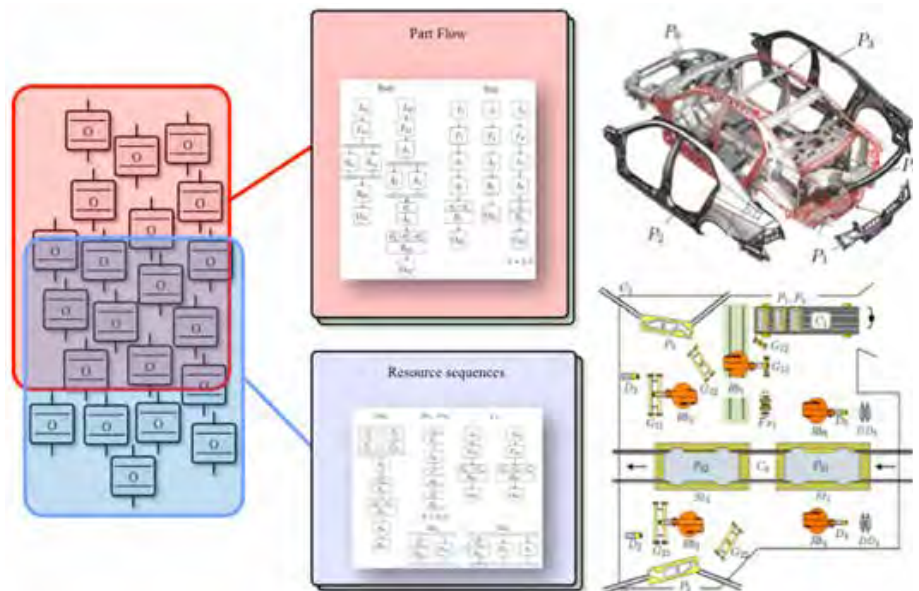
Projektet genomförs i form av två arbetspaket:

- 1 Konfigurering och visualisering av flexibla operationssekvenser utifrån olika vyer, exempelvis produkt- eller resurssekvenser, se fig. 1, där resurser bokas baserat på deras förmågor i relation till aktuella produktkrav.
- 2 Optimering av operationssekvenser med betoning på energiförbrukning för interagerande transportresurser främst robot- AGV- och conveyor system.

Som gemensamt verktyg utnyttjas ett flexibelt modelleringsspråk för operationssekvenser som utvecklas och implementeras i programvaran Sequence Planner (SP).

Grön tillväxt

Projektet syftar till att minimera energiförbrukningen vid produktion och transporter. Speciellt fokuseras på att minska energiförbrukningen för komplexa, interagerande och rörliga system, med tillämpning mot robotceller, conveyor- och AGV-system. När det gäller conveyor-system fokuseras även på ökad livslängd för rörliga delar,



Operationssekvenser visualiserade utifrån olika vyer, i detta fall som produkt- och resurssekvenser

genom att åstadkomma mjuk körning samt minskade krafter och moment, vilket minskar den mekaniska förslitningen.

Konkreta resultat och projekteffekter

Så här långt har konceptet med multipla visualiseringsvyer utvecklats och delvis implementerats i SP. Dessutom har ett antal optimeringsstrategier formulerats och implementerats framförallt för robotceller och conveyor-system. Erfarenheterna från ett antal fallstudier kommer att sammanställas under det kommande året för att förbättra och generalisera modelleringsspråket i SP. Parallellt kommer specifika företagsrelaterade programvaror att utvecklas för deras specifika systemutvecklingsbehov, baserat på de generella optimeringsansatser som så här långt har utvecklats i detta och närliggande projekt.

Framgångar

I hypotesprojektet KOP utvecklades en unik energiminimeringsstrategi för system av robotar. Strategin bygger på att energiförbrukningen för det totala systemet minimeras med upprätthållande av önskad cykeltid, samtidigt som kollisioner mellan de ingående robotarna undviks. Denna strategi som har utvärderats och vidareutvecklats blev utvald till Best Paper Finalist vid 6th IEEE Conference on Automation Science and Engineering i Toronto 2010. Totalt har fyra vetenskapliga tidskriftspublikationer accepterats eller villkorligt accepterats för publicering i välrenommerade IEEE tidskrifter.

Automationsgruppen ingår som enda europeiska partner i ett nyligen startat DARPA-projekt (USAs motsvarighet till FOI) för effektiv och integrerad produkt- och produktionsutveckling. Så här långt har resultat från KOP/KOOP kring visualisering och optimering av operationssekvenser tillämpats i samar-

bete med det amerikanska företaget Intentional, Seattle. Planen är att detta samarbete under de kommande åren ska utvidgas till att inkludera ett antal amerikanska topp-universitet.

Deltagande parter

Projektet leds av forskargruppen i automation vid institutionen för signaler och system, Chalmers Tekniska Högskola. Automationsgruppen som också ingår i Wingquist-

laboratoriet består för närvarande av 5 seniora forskare och 14 doktorander. Gruppen samarbetar bl.a. med Volvo Cars, Volvo Aero, ABB, TetraPak och General Motors, USA. Gruppen deltar i EU-projekten FLEXA och I-CONIK.

Som företagspartner i KOOP ingår FlexLink (1300 tim/år), Danaher Motion Särö (DMS) (300 tim/år) och Teamster (300 tim/år). FlexLink och DMS är världsledande systemleverantörer inom conveyor- och AGV-system,

medan Teamster bl.a. utvecklar och konfigurerar robotceller. Planen är att framförallt FlexLink ska inkludera optimeringsfunktioner som utvecklas i projektet i deras konfigureringsprogramvara, medan DMS och Teamster ska utnyttja funktionalitet som implementeras i Sequence Planner.



Projektledare:

Bengt Lennartson, Chalmers Tekniska Högskola, bengt.lennartson@chalmers.se

Start: December 2011

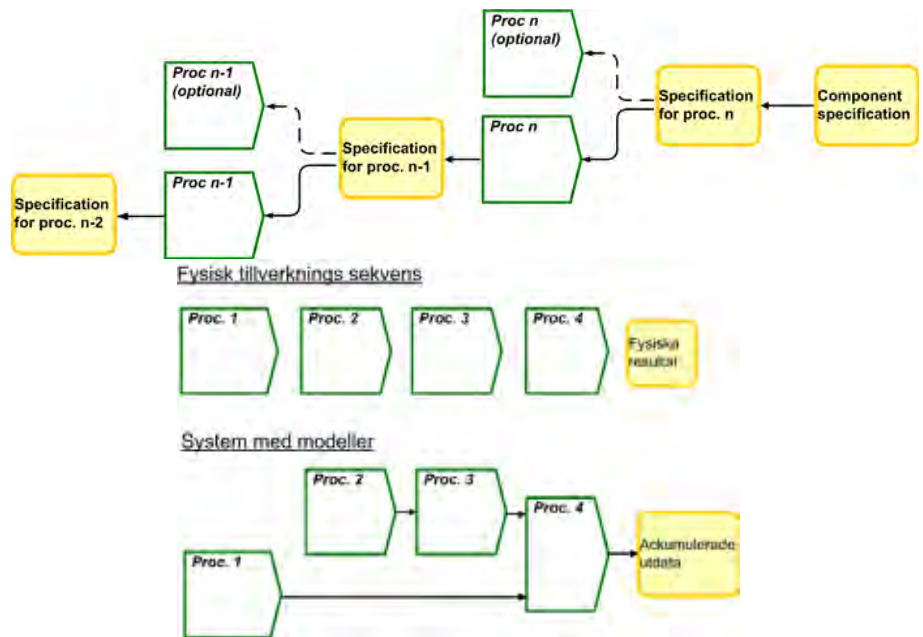
Slut: December 2013

Projektbudget: 4,5 MSEK

Sekventiell bakåtsimulering av tillverkningsprocesser

Projektets mål

Vid tillverkning av komponenter konverteras råvaran till färdig komponent genom flera processteg och de slutliga fysiska egenskaperna byggs ackumulerat upp genom tillverkningskedjan. Det finns idag stora möjligheter att simulera enskilda processteg och visionen är att koppla samman flera processteg till virtuella processkedjor för att därigenom simulera hur tillverkningskedjan påverkar komponentens kvalitet och prestanda. Detta skulle göra det möjligt dels att analysera hur variationer i olika process parametrar påverkar slutegenskaperna och dels att analysera vad som händer egenskapsmässigt om man ersätter något process steg till exempelvis en billigare och effektivare process. Det mest intuitiva angreppssättet är att utveckla modeller av enskilda processteg och koppla samman dessa till en sekvens och sedan simulera sekvensen nedströms från det första till det sista steget. Detta kan emellertid resultera i långa kedjor av modeller vilket innebär omfattande dataöverföringar och mappningar av data mellan modeller. Komplexiteten är uppenbar för exempelvis smidda transmissionskomponenter där en tillverkningskedja kan bestå av stränggjutning, valsning i flera steg, smidning i flera steg, skärande bearbetning, värmebehandling och mekanisk ytbehandling. Ett alternativt angreppssätt är att simulera tillverkningskedjan uppströms, dvs. utgå från specificerade utdata på exempelvis restspänningar och hårdhet och baklänges simulera input världen för denna process och sedan stegvis vidare bakåt genom tillverkningssekvensen. Detta skulle skapa förutsättningar för att välja processteg bakåt genom sekvensen och



Överst: Stegvis val av processteg

Under: Systemmodellering av tillverkningssekvenser

även bryta ner kravspecifikationen stegvis bakåt till tillverkningsspecifikationer för de enskilda processtegen. Eftersom en del tillståndsvariabler kan klinga av bakåt genom sekvensen finns även stora möjligheter att reducera antalet processteg i den virtuella sekvensen. Projektet syftade till att utreda möjligheter och begränsningar med denna hypotes.

Genomförande/metoder

Projektet har genomförts i form av litteraturstudier, tester med simuleringsprogram samt regelbundna diskussioner med företag och högskola. Diskussioner och tester var baserade på forskning i tidigare VINNOVA finansierade projekt såsom "ProSim" (VINNOVA dnr 2004-02303) och "ModArt" (dnr 2006-00112).

Konkreta resultat och projekteffekter

Baklänges numerisk simulering: Ett möjligt angreppssätt har testats där indata iterativt justeras så att erforderliga ackumulerade utdata erhålls. Inledande försök genomfördes med simulering av kornstorlek (JMAK metod) genom valsning och smidning där initial kornstorlek justerades iterativt baserat på slutlig kornstorlek. Den praktiska frågeställningen var att krav på kornstorlek för bästa skärbarhet efter smidning ska styra krav på kornstorlek hos materialleverantören innan valsning. Försöken var lovande och det finns behov av fortsatta utredningar inom området baklänges numerisk simulering.

System modellering: Inom ramen för projektet utvecklades en ny idé för system modellering av process kedjor. Metodens huvuddrag består i att först bygga modeller av den sista processen

och sedan submodeller av ett begränsat antal av de tidigare processer som påverkar ackumulerade utdata. Dessa submodeller kopplas sedan samman med huvudmodellen. Metoden bygger på "backwards chaining reasoning" och innebär att man via ett systematiskt resonemang följer det fysiska tillståndet för olika tillstånds variabler stegvis bakåt genom kedjan och sedan bygger ett system av modeller vars indata och

utdata återspeglar tillståndsvariablernas historia, se figuren nedan. Området har identifierats som intressant för fortsatt forskning och utveckling.

Framgångar

Den största framgången är en ny metod för system modellering. Metoden beskrivs i detalj i den vetenskapliga artikeln "Process modelling using backwards chaining reasoning".

Deltagande parter

Swerea IVF var projektledare och personer från Swerea IVF, Scania CV, Volvo Aero Corporation, AB Volvo samt KTH/IIP deltog i diskussioner via regelbundna telefon möten.

Publikationer

Werke M, Nicolescu M (2012) Process modelling using backwards chaining reasoning. Inskickad till "International Journal of Advanced Manufacturing Technology" i februari 2012



Projektledare:

Mats Werke, Swerea IVF AB, mats.werke@swerea.se

Start: November 2009

Slut: December 2009

Projektbudget: 0,5 MSEK

Sekventiell simulering av gjutning och bearbetning

Projektets mål

Projektets syfte var att försöka sammanlänka gjutsimulering och bearbetningssimulering för att kunna avläsa mer korrekta egenskaper i slutprodukt. Detta underlättar den faktiska virtuella utvärderingen som allmänt eftersträvas i industrin. Målet med projektet var att vid projektslut ha identifierat svårigheterna med sekventiell simulering mellan gjutning och skärande bearbetning för att kunna starta ett större forskningsprojekt där hela verifieringskedjan sammanlänkas.

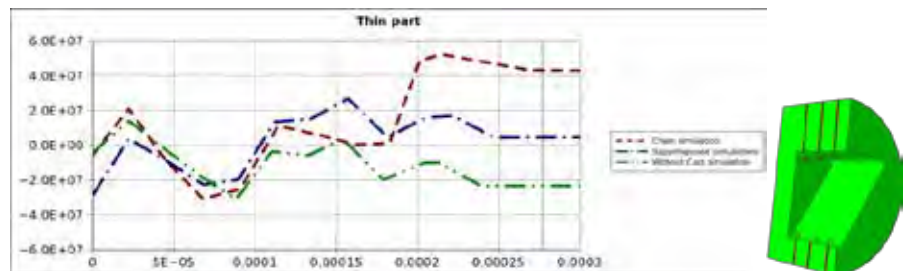
Projektet har skapat nya kontakter mellan forskare på olika Swerea-bolag (Swerea SWECAS, Swerea KIMAB och Swerea IVF) samt med forskare inom universitet som Chalmers och KTH. Vidare har industrin visat stort intresse för området. Dessa samarbeten har resulterat i en strategi för hur fortsatt finansiering skall sökas för forskningsområdet.

Genomförande/metoder

Tillverkningsmodellering av en gjuten komponent är indelad i olika steg, formfyllnad, stelning/svalning, urslag, svalning, rensning och bearbetning. I projektarbetet har en artificiell komponent simulerats genom tillverkningsprocessens olika steg. Bearbetningssimuleringen som utförts är svarvning.

Grön tillväxt

Resultatet av projektet och kommande fortsättningar bidrar indirekt till effektivare användning av resurser då datorkraft i större utsträckning kan användas för att optimera slutprodukten. Att mer korrekta egenskaper i slutprodukt kan användas i produktutvecklingskedjan för verifiering är även



positivt för effektiv användning av materialresurser.

Konkreta resultat och projekteffekter

En viktig framgångsfaktor för industrin i Sverige är att kunna optimera sina produkter. Det är då viktigt att känna till hur tillverkningsprocessens olika steg påverkar produkten. Idag är det möjligt att simulera flera olika tillverkningsprocesser så som gjutning, smidning och bearbetning. En svårighet ligger i att flytta över resultaten mellan de olika tillverkningsstegen.

I arbetet har en artificiell cylindrisk komponent med triangulärt uttag använts. Storleken på komponenten var $\varnothing 5$ mm med höjden 3,5 mm. Processen som studerats har varit sandgjutning av aluminium med urslag och kapning av ingjutssystem följt av svarvning. Projektet har lyckats att överföra restspänningsresultat med viktiga tillståndsvariabler mellan restspänningsmodellering av gjutningen till skärande bearbetningssimulering där de olika simuleringarna använder olika fina mesher. Arbetet har gjorts med hjälp av Python-skript för analyser utförda i ABAQUS. Tidigare framgångar med att flytta resultat från gjutsimulering i ProCAST till ABAQUS med samstämmiga mesher har använts. Det är nu möjligt att vidareutveckla dessa

metoder efter det att projektet har belyst de svårigheter som finns inom området. Arbetet kan få stor påverkan för framtidens produktutveckling av gjutgods och säkerställa konkurrensfördelar för Svensk industri.

Framgångar

Möjligheten, som projektet visat, att flytta simuleringens resultat genom en tillverkningskedja och ta hänsyn till inverkan från föregående tillverkningssteg ger nya insikter om hur de olika tillverkningsstegen påverkar slutresultatet. Materialtillståndet efter stelningssimulering plus materialtillståndet efter bearbetning (utan hänsyn till stelningssimulering) är inte samma som materialtillståndet efter hela kedjan. Projektet har visat att det dominerande spänningstillstånd hos den bearbetade ytan av en komponent har motsatt tecken när hela kedjan simuleras jämfört med när endast bearbetning simuleras. Detta har stor inverkan på den simulerade livslängden av en komponent. När hela tillverkningskedjan inkluderas dominerar dragspänningar i ytan. Hög dragspänning i ytan har negativ inverkan på komponentens livslängd.

Deltagande parter

Deltagande parter i projektet har varit Swerea KIMAB AB och Swerea

SWECAST AB. Swerea KIMAB AB utvecklar och förbättrar helhetslösningar för material- och korrosionsforskning. Swerea KIMAB genomför tillämpad forskning med kundnyttan i fokus. Swerea SWECAST är den svenska gjuteriindustrins forsknings-, utvecklings- och utbildningsinstitut. Swerea SWECAST bedriver omfattande forsknings- och utvecklingsverksamhet i nära samarbete med den

svenska gjuteriindustrin och dess kunder inom områden som gjutsimulering, produktionsteknik, energi-, miljö- och materialteknik.

Arbetet har i huvudsak utföras av forskare: Martin Risberg, Projektledare, Swerea SWECAST, Civ ing Specialistkompetens restspänningar och gjutning. Niclas Stenberg, Swerea KIMAB, TeknD. Specialistkompetens bearbetningssimulering och Pythonprog-

rammering. Ett antal företag är intresserade av frågeställningen men ingen representant från industri har aktivt deltagit i projektet detta då det primära målet med projektet var att identifiera svårigheterna med sekventiell simulering mellan gjutning och skärande bearbetning.

Publikationer

Risberg, M. och Stenberg, N (2011): Så länkar vi simulering för rätt egenskaper hos slutprodukten, Gjuteriet, nr 5 2011, sida 22 – 23.

Risberg, M. (2011): Sekventiell simulering av gjutning och bearbetning, Programkonferens "Hållbara Produktionsstrategier och Tillverkning i ständig förändring" 2011.

Stenberg, N. (2011): Förenklad modellering och simulering vid beredning av processkedjor, Produktionsklustrens konferens "Mötesplats för framtidens framgångsrika verkstäder" 2011



Projektledare:

Martin Risberg, Swerea SWECAST AB (institut), martin.risberg@swerea.se

Start: Mars 2010

Slut: April 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

Nytt paradig för hållfasthetsgradering av konstruktionsvirke

Projektets mål

Hållfasthetsgradering av konstruktionsvirke är en viktig del av ett sågverks produktionsprocess varigenom värdet av de sågade produkterna ökas. Denna typ av gradering utförs idag i huvudsak med maskinella graderingsmetoder som baseras på statistiska samband mellan uppmätta materialegenskaper (s.k. indikerande egenskaper, IP) och böj-hållfasthet. En viktig begränsning med dagens metoder är dock att nämnda samband är förhållandevis svaga. Det aktuella projektet handlar om utveckling och implementering av en ny statistisk graderingsmetod som baseras på att en särskild konstruktiv egenskap används som IP. Metoden har visat sig vara effektivare än de som för närvarande används på marknaden.

Projektets mål är att en certifiering av den nya metoden skall kunna inledas vid projektets avslutning och att minst två vetenskapliga artiklar då skall vara accepterade för publicering.

Projektet är ett samverkansprojekt som bygger vidare på hypotesprövningsprojektet *Quality Timber Strength Grading* (VINNOVAs diarienummer 2010-02004) vilket genomfördes under 2011.

Genomförande/metoder

Projektets genomförande kan delas upp i tre faser:

- Utveckling och optimering av beräkningsalgoritmer och mjukvara med målsättningen att uppfylla industrins krav på produktionshastighet.
- Verifiering av den nya metoden genom experimentella undersökningar innefattande gradering av virke dels i en prototypanläggning, dels i en enligt gällande regler godkänd graderingsanläggning vid



Brottprovning av konstruktionsvirke

något av de deltagande sågverksföretagen, samt brottprovning av de virkesstycken som graderats (se figur).

- Utprovning av det nya systemets funktion i sågverksmiljö.

Grön tillväxt

Den nya graderingsmetoden ger sågverken möjligheter att öka värdet på sågade produkter. För byggsektorn innebär metoden att man får tillgång till konstruktionsvirke med mera väldefinierade mekaniska egenskaper, vilket medför att dimensioner och prestanda hos träkonstruktioner kan optimeras på ett bättre sätt. Därigenom ökar trämateriallets konkurrenskraft gentemot stål och betong, vilket i förlängningen leder till grön tillväxt, eftersom forskning visat att koldioxidbelastningen i ett femtio- till hundraårsperspektiv kan minska avsevärt genom att stål och betong ersätts med trä som byggnads-material.

Konkreta resultat och projekteffekter

Syftet med det tidigare nämnda hypotesprövningsprojektet *Quality Timber Strength Grading* var att undersöka möjligheten att utveckla en deterministisk maskinell hållfasthetsgraderingsmetod där finita elementanalyser baserade på brottmekaniska materialmodeller används för att prediktera hållfastheten hos *enskilda* virkesstycken. En sådan metod kan därmed anses utgöra en motsats till de statistiska metoder som används idag, eftersom de sistnämnda baseras på statistiska samband definierade genom provning av stora antal virkesstycken.

Den deterministiska metod som undersöktes i hypotesprövningsprojektet baseras bl.a. på högupplöst information om hur vissa konstruktiva egenskaper varierar längs ett virkesstycke. I samband med utarbetande av algoritmer som matematiskt beskriver nämnda egenskapsvariationer gjorde den involverade forskargruppen en mycket intressant observation. Genom att *enbart* använda de studerade egen-

skapsvariationerna som indikerande egenskaper har ett förhållandevis mycket starkt samband mellan dessa variationer och hållfasthet kunnat konstateras. Dessutom är de nämnda algoritmerna förhållandevis enkla att implementera i en kommersiell virkes-skanner som säljs under varumärket WoodEye. Denna skanner utvecklas av det svenska företaget Innovativ Vision AB (IV) som även deltar som partner och medfinansier i det rubricerade projektet.

Inom ramen för det genomförda hypotesprövningsprojektet har den berörda forskargruppen således identifierat en *alternativ* statistisk hållfasthetssorteringsmetod som ger betydligt noggrannare sorteringsresultat än de metoder som används idag och som dessutom är relativt enkel att implementera i WoodEye-skannern. Det rubricerade projektet handlar om att

genomföra en sådan implementering. Därutöver har Linnéuniversitetet låtit en patentkonsult genomföra en nyhetsgranskning som lett till slutsatsen att metoden bör vara möjlig att patentera. En patentansökan kommer därför att lämnas in till Patentverket inom kort. Det är därför ännu inte möjligt att beskriva metoden i detalj.

Framgångar

Det rubricerade projektet startade i november 2011 och det är därför för tidigt att rapportera om speciella framgångar eller forskningsgenombrott. En lyckad implementering i enlighet med beskrivningen i föregående avsnitt torde dock innebära att sågutbytet i högre hållfasthetsklasser kan ökas och att sortering i lägre klasser kan göras mer effektivt, dvs att rätt virkesstycken kan sorteras i rätt hållfasthetsklass.

Deltagande parter

Linnéuniversitetet och SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut ansvarar för såväl utveckling av beräkningsalgoritmer som det laborativa arbete som behövs för metodens verifiering. IV svarar för att beräkningsalgoritmerna omsätts i maskinkod som implementeras i WoodEye-skannern och att en prototyp av sorteringsutrustningen tas fram och provkörs i industriell miljö. Medverkande sågverksföretag (Södra Timber AB, Vida Vislanda AB och Derome Timber AB) skall granska metoden i syfte att dels säkerställa att de krav som ställs vid produktion i sågverksmiljö uppfylls och dels möjliggöra utveckling av nya produkter. Sågverksföretagen skall även bistå vid testinstallationer och genomföra testkörningar.

Publikationer

Några publikationer har ännu inte publicerats, men så snart patentansökan lämnats in kommer en artikel som beskriver metoden att skickas till lämplig vetenskaplig tidskrift



Projektledare:

Anders Olsson, Linnéuniversitetet, anders.olsson@lnu.se

Start: November 2011

Slut: December 2013

Projektbudget: 7,3 MSEK

HOLOPRO – Holografisk verifiering av geometridata

Projektets mål

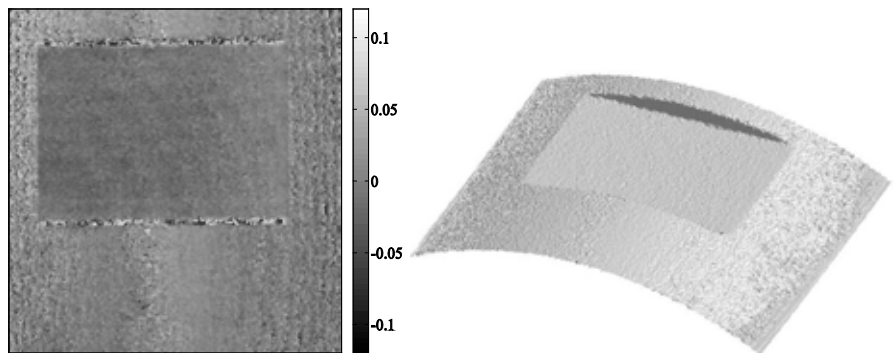
Syftet med detta projekt är att snabbt generera information om en tillverkad produkts geometri från en holografisk mätning i en produktionsmiljö i relation till givna toleranser. Målet är att vid projektslut ha tagit fram teknik som leder fram till en demonstrator vilken klarar av geometrikontroll på under en sekund på rörliga objekt samt att verifiera demonstratorn med ett antal testfall från olika företag.

Genomförande/metoder

Projektet bedrivs inom fyra delvis parallella arbetspaket. *Generering av holografisk information:* syftar till att ta fram hårdvara som klarar av att samtidigt generera holografisk information för flera våglängder, *kvantitativ bildgenerering:* syftar till att ta fram snabba algoritmer för att räkna ut formen från de holografiska mätningarna, *formverifiering:* algoritmer för snabb jämförelse med CAD modell, *demonstrator:* uppbyggnad och verifiering i industriell miljö.

Grön tillväxt

Projektets syfte är att integrera verifieringen i tillverkningsprocessen genom att föra in mätningarna i linjen under tiden detaljerna rör sig i processflödet samt åstadkomma en mer direkt koppling mellan mätteknik och CAE-verktyg. Detta ger möjlighet till allkontroll av måttatta storheter. Det långsiktiga målet är en bättre kontroll över kvaliteten vilket t ex ger möjlighet för snabb omställning mellan olika produktionsflöden (intressant vid s.k. ”mass customisation”) och snabb respons på processstörningar. Det leder till högre nyttjandegrad av befintliga anläggningar och på så sätt en mer



Till vänster visas skillnaden mellan CAD-modellen och den uppmätta ytan. Till höger är den resulterande uppmätta ytan. Skalan är i mm

energieffektiv produktionsprocess samt ger ett högre materialutnyttjande eftersom man får mindre skrot. Detta ger en stor konkurrensfördel eftersom man då har möjlighet att verifiera många fler kravsatta objekt samt att man kan få en snabb signal om processstörningar uppstår och kan åtgärda dessa snabbt utan att få så stort produktionsbortfall. Potentiella användare är samtliga aktörer med avancerad tillverkning.

Konkreta resultat och projekteffekter

Detta projekt är en direkt vidareutveckling av de resultat som framkom under hypotesprövningsprojektet HOLOPRO – Holografisk verifiering av produktdata. Syftet med detta nystartade projekt är att överbrygga de begränsningar som upptäcktes i det tidigare projektet och att ta fram en fungerande demonstrator. Ett exempel på en mätning som genomfördes under hypotesprövningsprojektet visas i Figur 1. Denna mätning genomfördes med två laservåglängder för att generera ett punktmoln av avståndsdata. Jämförelsen med CAD modellen tog ungefär en halv sekund.

Framgångar

Vi är nu i ett läge där vi har visat att den teknik vi tänker oss använda har potential att fungera. En framgång så här långt in i projektet är utvecklingen av den sökrutin vi använder som genomför global matchning mellan mätdata och CAD modell på under en halv sekund. Detta resultat visar att det är möjligt att uppnå den verifieringsfrekvens vi eftersträvar.

Deltagande parter

De aktiva forskningsutövarna i detta projekt är ämnena Experimentell Mekanik och Matematik vid LTU, Produktionsteknik Väst vid HV, Optronik ab i Skellefteå, VCC i Olofström och Innovatum i Trollhättan. Denna konstellation representerar akademiska forskningsutövare från olika specialiteter, kommersiella aktörer med vana att utveckla automationsutrustning för industrin, industriella användare, och teknikspridare med brett kontaktnät bland småföretag.



Projektledare:

Mikael Sjö Dahl, Luleå tekniska universitet, mikael.sjodahl@ltu.se

Start: Januari 2012

Slut: November 2013

Projektbudget: 8 MSEK

Industriella processer i ständig förändring

Verkliga operationstider för optimering av produktion

Projektets mål

Projektets mål är att ta fram en systemmodell för att beskriva och förstå hur data från produktionen kan användas för att uppdatera operationstider i planeringssystemet. Projektet ska fungera som förstudie inför ett större forskningsprojekt.

Genomförande/metoder

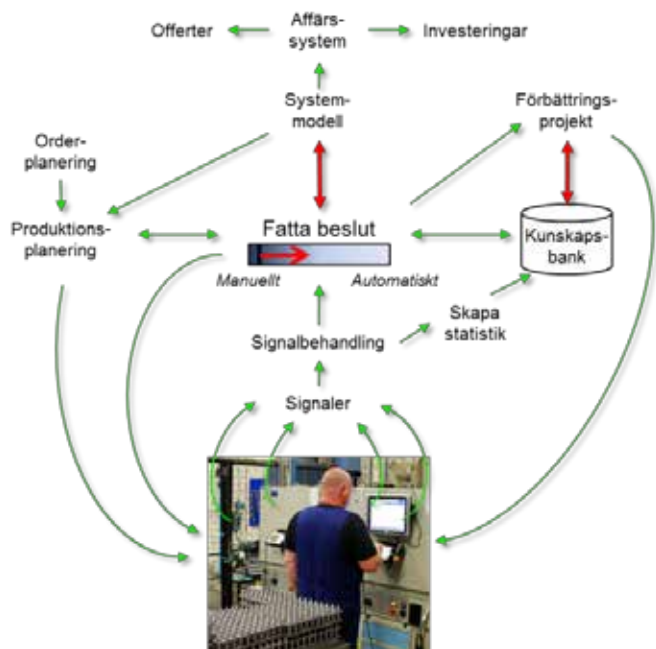
Erfarenheter från tidigare forskning har förenats med datainsamling utförda i två olika examensarbeten. I det första examensarbetet genomfördes en kartläggning och analys av mjukvaror på den svenska marknaden för datainsamling (inlemmas i begreppet Manufacturing Execution Systems, MES), ERP (Enterprise Resource Planning) och APS (Advanced Planning Systems). I det andra examensarbetet genomförs en analys av hur ett MES system fungerar i praktiken på ett industriföretag (Konstruktionsbakelit i Örskelljunga). Fokus ligger på hur olika störningstyper och avvikelser kan resultera i förändringar i planeringssystemet.

Grön tillväxt

Projektet bidrar till grön tillväxt genom smartare utnyttjande av företagets befintliga resurser.

Konkreta resultat och projekteffekter

Det finns idag en stor skillnad mellan operationstider i planeringssystemen och de verkliga tiderna i produktionen hos tillverkande industri. Insikten om att denna skillnad existerar är låg hos ledningen samtidigt som konsekvenserna ofta är mycket allvarliga. Den primära konsekvensen är att detaljplanering och optimering med hjälp av planeringssystemen inte är möjlig. En annan konsekvens är att förbättrings-



Systemmodell baserat på ISAM

arbete försvåras då det är oklart om vilken utgångspunkten för förbättringarna är. Vidare blir en konsekvens att offerter baserade på tider från planeringssystemet bli felaktiga och ytterligare en är att investeringsbeslut bygger på fel indata. Att skillnaden existerar har flera samverkande orsaker. Förutom att insikt saknas och att psykologiska aspekter spelar en roll, finns även tekniska problem som måste lösas. Hypotesen som projektet har undersökt är att det går att formulera en systemmodell som beskriver problemet till fullo genom att täcka in alla viktiga faktorer och relationer.

Orsakerna kan brytas ner i tre grupperingar:

- 1) 1) Tiderna sätts på ett felaktigt sätt från början.
- 2) 2) Fördelningstider adderas över tiden.
- 3) 3) Tiderna uppdateras inte. Rotorsaken är den samma för alla tre; nämligen ledningens bristande

insikt om problemet samt dess oförmåga att göra något åt det.

Ett primärt mål har därför varit att visa att problemet existerar.

Figuren visar ett förslag på en systemmodell för att beskriva styrproblematiken i ett tillverkande företag. Modellen är baserad på ISAM-modellen som är framtagen för att beskriva styrfunktionen i ett generellt tillverkande företag. Kärnan och det som befinner sig i mitten av modellen är förmågan att fatta beslut med så bra underlag som möjligt. Med tillräckligt bra underlag kan fler beslut tas per automatik. Detta rör i princip alla typer av beslut som en produktionschef måste fatta. I figuren markeras de informationsflöden med grönt som idag fungerar åtminstone i teorin på ett tillfredsställande sätt. Två stora problemområden, utöver behovet att fatta mer automatiska beslut, som idag inte har någon tillfredsställande lösning är

dels företagens oförmåga att ändra i systemmodellen baserat på verkligt utfall i produktionen och dels oförmågan att systematisera och lära sig från förbättringsprojekt. Det första problemet är mycket komplext eftersom information från flera håll måste tolkas simultant. Beslutsfattaren måste lita på att operationstiden i systemmodellen är korrekt och alla avvikelser från det ideala måste gå att härleda till en verklig orsak. Idag klarar man detta med MES-system så länge inte avvikelsen beror på mänskliga faktorn, vilket det i praktiken dock ofta gör.

Framgångar

Projektet har lett till nya kontakter och samarbeten mellan några av de deltagande företagen. Detta kommer att leda till att nya affärer, nya produkter (åtminstone för att integrera programvaror) och goda möjligheter till internationell försäljning.

Deltagande parter

En stor mängd (ambitionen har varit samtliga) företag som på svenska marknaden säljer ERP, APS eller MES system har bidragit till projektet genom att svara på enkäter och ställa upp på

intervjuer. De mest aktiva företagen i utvecklingen och diskussion om systemmodellen har varit: MVV International AB, Good Solutions AB, Axxos Industrisystem AB och Solme AB. Konstruktionsbakelit i Örskelljunga bidrar med indata till analysen.

Publikationer

Almström P., Winroth M. (2010) "Why is there a mismatch between operation times in the planning systems and the times in reality?", Proceedings of APMS2010, Como, 2010.

Almström P. (2010) "Optimera produktionen med rätt planering", Verkstäderna, nr 4, 2010.

Naraghi A M. (2011) "Software selection for using manufacturing shop-floor data in MPCS - With focus on the Swedish market", Master thesis, Department of Materials and Manufacturing Technology, Chalmers University of Technology, 2011.

Diez-Montes C. (2011) "Using production data for improved planning and control", Department of Materials and Manufacturing Technology, Chalmers University of Technology, 2011



Projektledare:

Peter Almström, Chalmers tekniska högskola, Institutionen för material och tillverkningsteknik, peter.almstrom@chalmers.se

Start: April 2010

Slut: Mars 2011

Projektbudget: 0,5 MSEK

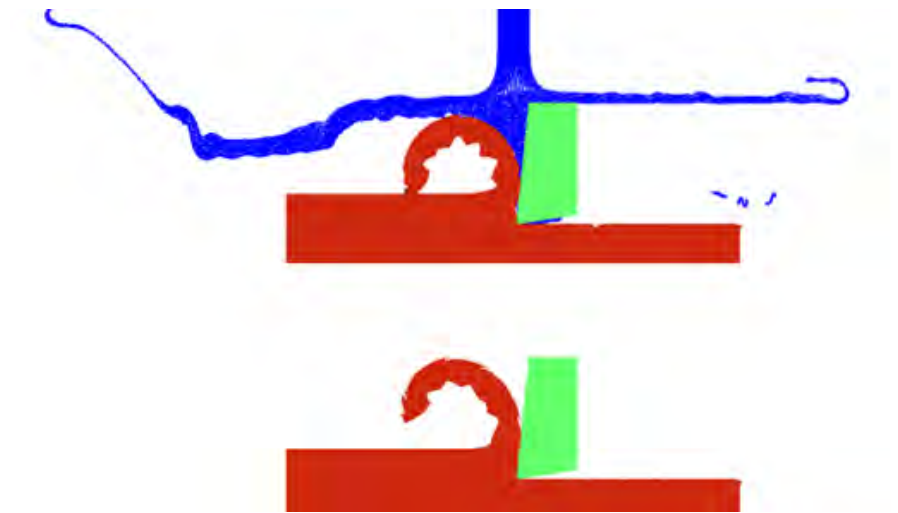
Fluid-Structure Interaction in Machining Operations

Projektets mål

Projektets mål är att fånga den fysik som är involverad i en skärprocess assisterad med en vätskestråle med ibland mycket höga tryck, vilka i undantags fall kan överstiga 3500 bar kräver sofistikerad simuleringsförmåga. Avsikten med projektet var att möjliggöra just denna situation i en svarvoperation med assisterad högtrycks-kylning. Hypotesen var att undersöka relationen mellan arbetsstycket, skärplattan och vätskan för att se om det finns möjlighet att i en simultan simulering fånga den fysik som är inblandad i en sådan komplex process.

Genomförande/metoder

Ansatsen från början var att koppla ihop en kommersiell finita element programvara (FEM) med en kommersiell strömningsmekanik programvara (CFD) och få dessa att samverka genom att ömsesidigt utbyta information i varje tidssteg. Att etablera en sådan kommunikation mellan dessa programvaror kunde skapas genom att använda ett speciellt kommunikationsinterface ifrån Fraunhofer. Det visade sig att processen som skulle simuleras var av sådan karaktär att det huvudsakliga problemet kvarstod med att erhålla ifrån simuleringen hur långt vätskestrålens inträngningsförmåga under spånan är. Fortfarande måste den uppskattas och därmed ges som ett randvillkor. Orsaken till detta är att den vätskekil som bildas mellan skärplattan och spånan är helt beroende av samspillet mellan parametrarna som matning och vätsketryck. Denna storlek på vätskekilen blir då helt avhängd på processen självt och bör då inte fördefinieras som ett randvillkor vilket då skulle medföra att man därmed har



aktivt styrde förhållandena i processen. Problemet som uppstår är att man måste skapa en vätskekilsvolym som skall delas upp i element. När processen startar är denna volym noll och redan där uppstår numeriska svårigheter att hantera detta i vanliga FEM och CFD programvaror. Lösningen blev att använda traditionell finita element numerik i kombination med Smooth Particle Hydrodynamics (SPH). Detta är en meshfri metod där fluid partiklarnas koordinater förflyttas med vätskerörelsen att jämföras med Lagrangian metodik. Simuleringsmodellen skapas genom att simulera spånbildningsprocessen genom en traditionell 2D-modell av orthogonal bearbetning där spånbildningen sker genom att också här använda Lagrangian metodik. Skärvätskestrålen representeras av en mängd partiklar som ges egenskaper som vatten. Utmaningen var att få vätskestrålens impulsenergi att strukturellt påverka spånbildningen dels genom att lyfta spånan från skärverktöget spånsida samt att påverka spånkrökningen.

En leverantör av sådan mjukvara identifierades som hade möjlighet att utföra sådana kombinerade simuleringar. Dock hade inte leverantören av mjukvaran tidigare försökt att åstadkomma en sådan kombinerad simulering. Detta kunde lösas i samarbete med mjukvaruleverantören där man till sist lyckades med de tillägg i mjukvaran som var nödvändiga för att åstadkomma en kombinerad vätskastruktur kombinerad simulering med dubbelriktad kommunikation mellan de båda beräkningssätten.

Grön tillväxt

Denna typ av kombinerade simuleringar skulle möjliggöra simuleringar av bearbetningssituationer från torr bearbetning till bearbetning med minimalsmörjning så kallad MQL (Minimal Quantity Lubrication) där man tillsätter en mindre mängd partiklar, till högtrycksassisterad bearbetning med tryck överstigande 3500 bar. Att erhålla en teknologi som möjliggör ett snabbt och simultant arbetssätt medför att företag som

utvecklar skärande verktyg kan använda detta in sin produktutveckling för att så effektivt utnyttja strålens energi för spånkontroll och för att sätta toleranser för tillverkningen rörande träffpunkt etc. Att kunna utveckla skärverktyg med en förbättrad verktygslivslängd bidrar till att minska miljöbelastningen från tillverkningsindustrin.

Resultat

Det erhållna resultatet ifrån hypotesprövningen visar klart att det är fullt möjligt att skapa en simultan tvåvägs-koppling mellan en finita element programvara och en fluid mekanik mjukvara under förutsättning att fluid mjukvaran arbetar enl SPH metodik.

Där vätskestrålens impuls klart påvisar sin inverkan på spånformningsförloppet.

Framgångar

Till dags dato har det inte ännu framkommit att motsvarande simulering har utförts av någon annan forskare inom området, därav är hypotesprojektet att betrakta som en framgång. Dock kvarstår en hel del innan simuleringsmodellen kan anses vara fullständig. Den viktigaste delen är att aktivera värmeöverföringsekvationer som också klarar av att hantera förångning av vätskan för att därmed fånga upp den termomekaniska inverkan på processen. Detta skulle också medföra att det

skulle vara möjligt att simulera restspänningssituationen i ett arbetsstycke vilket skulle vara intressant för företag inom aerospace och kullager industrin. Vidare skulle detta kunna medföra att även simulera verktygsförslitning vilket kan vara av intresse för såväl producenter som slutanvändare av skärverktyg.

Deltagande partner

Högskolan Väst
Impetus-afea



Projektledare:

Tomas Beno, Högskolan Väst, tomas.beno@hv.se

Start: Januari 2010

Slut: December 2010

Projektbudget: 0,5 MSEK

VINNOVAs publikationer

Juni 2012

För mer info eller för tidigare utgivna publikationer se www.VINNOVA.SE

VINNOVA Analys VA 2012:

- 01 Impact of innovation policy - Lessons from VINNOVA's impact studies. *För svensk version se VA 2011:10*
- 02 Lösningar på lager - Energilagringstekniken och framtidens hållbara energiförsörjning
- 03 Friska system - eHälsa som lösning på hälso- och sjukvårdens utmaningar
- 04 Utan nät - Batterimarknadens utvecklingsmöjligheter och framtida tillväxt
- 05 Sveriges deltagande i sjunde ramprogrammet för forskning och teknisk utveckling (FP7) - Lägesrapport 2007 - 2011. *Finns endast som PDF*
- 06 Företag inom fordonsindustrin - Nationella, regionala och sektoriella klusterprofiler som underlag för analys- och strategiarbete
- 07 Svensk Life Science-industri efter AstraZenecas nerskärningar. *Finns endast som PDF*

VA 2011:

- 01 Smart ledning - Drivkrafter och förutsättningar för utveckling av avancerade elnät
- 02 Framtid med växtverk - Kan hållbara städer möta klimatutmaningarna?
- 03 Life science companies in Sweden including a comparison with Denmark
- 04 Sveriges deltagande i sjunde ramprogrammet för forskning och teknisk utveckling (FP7) - Lägesrapport 2007-2010, fokus SMF. *Finns endast som PDF. För kortversion se VA 2011:05*
- 05 Sammanfattning Sveriges deltagande i FP7 - Lägesrapport 2007-2010 - Fokus SMF. *Kortversion av VA 2011:04*
- 06 Effektanalys av forskningsprogram inom material från förnyelsebara råvaror
- 07 Effektanalys av starka forsknings- & innovationssystem. *Finns endast som PDF. För kortversion se VA 2011:08*
- 08 Sammanfattning - Effektanalys av starka forsknings- & innovationssystem. *Kortversion av VA 2011:07*

- 09 Samarbete mellan Sverige och Kina avseende vetenskaplig sampublicering - aktörer, inriktning och nätverk. *Finns endast som PDF*
- 10 När staten spelat roll - lärdomar av VINNOVAs effektstudier. *För engelsk version se VA 2012:01*

VINNOVA Information VI 2012:

- 02 Så blir Sverige attraktivare genom forskning och innovation - VINNOVAs förslag för ökad konkurrenskraft och hållbar tillväxt till regeringens forsknings- och innovationsproposition
- 03 Idékatalog - Sociala innovationer för äldre
- 04 Innovation i offentlig upphandling - Ett verktyg för problemlösning
- 05 Årsredovisning 2011
- 06 Färdplaner för framtidens fordon och transporter - Strategiska milstolpar framtagna av myndigheter och fordonsindustrin inom samverkansprogrammet FFI
- 07 Din kontakt till EU:s forsknings- och innovationsprogram
- 08 Uppdrag att stärka det svensk-kinesiska forsknings- och innovationssamarbetet. *Finns endast som PDF*
- 09 Projektkatalog eTjänster. Slutkonferens - summering och reflektioner
- 10 Hållbara produktionsstrategier samt Tillverkning i ständig förändring - Projektkatalog 2012

VI 2011:

- 01 Framtidens personresor - Projektkatalog
- 02 Miljöinnovationer - Projektkatalog
- 03 Innovation & Gender
- 04 Årsredovisning 2010
- 05 VINN Excellence Center - Investing in competitive research & innovation milieus
- 06 VINNOVA Sweden's Innovation Agency
- 07 Challenge-driven Innovation - VINNOVA's new strategy for strengthening Swedish innovation capacity. *För svensk version se VI 2011:08*

- 08 Utmaningsdriven innovation - VINNOVAs strategi för att stärka svensk innovationsförmåga och skapa nya hållbara lösningar för näringsliv och offentlig verksamhet. *För engelsk version se VI 2011:07*

09 *UTGÅR, ersätts av VI 2012:02*

- 10 Projektkatalog - Innovationer för framtidens hälsa.

11 *UTGÅR, ersätts av VI 2012:06*

- 12 Projektkatalog Smartare, snabbare, konvergerande lösningar - inom området IT och data/telekommunikation i programmet Framtidens kommunikation

13 *UTGÅR, ersätts av VI 2012:04*

VINNOVA Policy VP 2011:

- 01 Tjänstebaserad innovation - Utformning av insatser som möter behov hos företag och organisationer. *Finns endast som PDF*
- 02 Regeringsuppdrag Kina - "Föreslå områden för förstärkt långsiktigt forsknings-, innovations- och utbildningssamarbete med Kina" U2010/7180/F. *Finns endast som PDF*
- 03 Behov av kunskap och kompetens för tjänsteinnovationer
- 04 Utveckling av Sveriges kunskapsintensiva innovationssystem - Huvudrapport - Underlag till forsknings- & innovationsproposition
- 05 Utveckling av Sveriges kunskapsintensiva innovationssystem - Bilagor - Underlag till forsknings- & innovationsproposition

VINNOVA Rapport

VR 2012:

- 01 Utvärdering av Strategiskt gruvforskningsprogram - Evaluation of the Swedish National Research Programme for the Mining Industry
- 02 Innovationsledning och kreativitet i svenska företag
- 03 Utvärdering av Strategiskt stålforskningsprogram för Sverige - Evaluation of the Swedish National Research Programme for the Steel Industry
- 04 Utvärdering av Branschforskningsprogram för IT & Telekom - Evaluation of the Swedish National Research Programme for IT and Telecom
- 05 Metautvärdering av svenska branschforskningsprogram - Meta-evaluation of Swedish Sectoral Research Programmes
- 06 Utvärdering av kollektivtrafikens kunskapslyft. *Finns endast som PDF*
- 07 Mobilisering för innovation - Studie baserad på diskussioner med 10 koncernledare i ledande svenska företag. *Finns endast som PDF*

VR 2011:

- 01 Hundra år av erfarenhet - Lärdomar från VINNVÄXT 2001 - 2011
- 02 Gender across the Board - Gender perspective on innovation and equality. *För svensk version se VR 2009:20*
- 03 Visioner och verklighet - Några reflexioner kring eHälsostategin för vård och omsorg. *Finns endast som PDF*
- 04 Hälsa genom e - eHälsorapporten 2010. *Finns endast som PDF*
- 05 Halvtidsutvärdering av branschforskningsprogrammet för skogs- & träindustrin - Mid-term evaluation of the Swedish National research programme for the forest-based sector
- 06 Leadership Mandate Programme - The art of becoming a better centre director. *För svensk version se VR 2010:18*
- 07 The policy practitioners dilemma - The national policy and the transnational networks
- 08 Genusvägar till innovation - Erfarenheter från VINNVÄXT. *Finns endast som PDF*
- 09 Att utveckla Öppna Innovationsarenor - Erfarenheter från VINNVÄXT
- 10 White Spaces Innovation in Sweden - Innovation policy for exploring the adjacent possible

- 11 Etapputvärdering av centrumbildningen Virtual Prototyping and Assessment by Simulation - ViP. *Finns endast som PDF*
- 12 Tjänsteinnovationer i offentlig sektor - Behov av forskningsbaserad kunskap och konsekvens
- 13 Competences supporting service innovation - a literature review. *Finns endast som PDF*
- 14 Innovationsdrivande forskning i praktiken - Samverkan mellan forskare och praktiker för att skapa organisatoriska innovationer. *Finns endast som PDF*
- 15 Det offentliga stödsystemet för hantering av företags immateriella tillgångar - Kartläggning och analys
- 16 Innovative Growth through Systems Integration and Globalisation - International evaluation of the 2004 VINNVÄXT programme initiatives
- 17 Ready for an early Take Off? - International evaluation of the VINNVÄXT initiatives in early stages

VR 2010:

- 01 Arbetsgivningar: samverkan, stöd, rörlighet och rehabilitering - En programuppföljning
- 02 Innovations for sustainable health and social care - Value-creating health and social care processes based on patient need. *För svensk version se VR 2009:21*
- 03 VINNOVAs satsningar på ökad transportsäkerhet: framtagning av underlag i två faser. *Finns endast som PDF*
- 04 Halvtidsutvärdering av TSS - Test Site Sweden - Mid-term evaluation of Test Site Sweden. *Finns endast som PDF*
- 05 VINNVÄXT i halvtid - Reflektioner och lärdomar. *För engelsk version se VR 2010:09*
- 06 Sju års VINNOVA-forskning om kollektivtrafik - Syntes av avslutade och pågående projekt 2000 - 2006. *Finns endast som PDF. För kortversion se VR 2010:07*
- 07 Översikt - Sju års VINNOVA-forskning om kollektivtrafik. *För fullversion se VR 2010:06*
- 08 Rörlighet, pendling och regionförstoring för bättre kompetensförsörjning, sysselsättning och hållbar tillväxt - Resultatredovisning från 15 FoU-projekt inom VINNOVAs DYNAMO-program
- 09 VINNVÄXT at the halfway mark - Experiences and lessons learned. *För svensk version se VR 2010:05*
- 10 The Matrix - Post cluster innovation policy
- 11 Creating links in the Baltic Sea Region by cluster cooperation - BSR Innonet. Follow-up report on cluster pilots
- 12 Handbok för processledning vid tjänsteutveckling
- 13 På gränsen till det okända. Utmaningar och möjligheter i ett tidigt innovationsskede - fallet ReRob. *Finns endast som PDF*
- 14 Halvtidsutvärdering av projekten inom VINNPRO-programmet. VINNPRO - fördjupad samverkan mellan forskarskolor och näringsliv/offentlig sektor via centrumbildningar. *Finns endast som PDF*
- 15 Vad gör man när man reser? En undersökning av resenärers användning av restiden i regional kollektivtrafik
- 16 From low hanging fruit to strategic growth - International evaluation of Robotdalen, Skåne Food Innovation Network and Uppsala BIO
- 17 Regional Innovation Policy in Transition - Reflections on the change process in the Skåne region. *Finns endast som PDF*
- 18 Uppdrag ledare - Om konsten att bli en bättre centrumföreståndare
- 19 First evaluation of CTS - Centre for Transport Studies and LIGHTHOUSE. *Finns endast som PDF*
- 20 Utvärdering av FLUD - Flygtekniskt utvecklings- och demonstrationsprogram. Evaluation of the Swedish Development and Demonstration Programme in Aeronautics
- 21 VINNOVAs utlysningar inom e-tjänster i offentlig verksamhet 2004 och 2005 - Kartläggning av avslutade projekt
- 22 Framtidens personresor - En utvärdering av programmets nytta, relevans och kvalitet. *Finns endast som PDF*



VINNOVA stärker Sveriges innovationskraft

VERKET FÖR INNOVATIONSSYSTEM – SWEDISH GOVERNMENTAL AGENCY FOR INNOVATION SYSTEMS

VINNOVA, SE-101 58 Stockholm, Sweden Besök/Office: Mäster Samuelsgatan 56
Tel: +46 (0)8 473 3000 Fax: +46 (0)8 473 3005
VINNOVA@VINNOVA.se www.VINNOVA.se