

GAIS – Global Assembly Instruction Strategies



Författare: Åsa Fast-Berglund, Chalmers; Anna Malm SAAB Aeronautics; Pierre Johansson, Volvo GTO
Datum: 2015-10-12
Delprogram Hållbar produktion (HP), VINNOVA



Innehåll

1. Sammanfattning	3
2. Executive summary	4
3. Bakgrund	5
4. Syfte, frågeställningar och metod	6
5. Mål	6
6. Resultat och måluppfyllelse	6
7. Spridning och publicering	21
7.1 Kunskaps- och resultatspridning	21
7.2 Publikationer	21
8. Slutsatser och fortsatt forskning	22
9. Deltagande parter och kontaktpersoner	23
23	
Referenser	24

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

För närvarande finns fem delprogram; Energi & miljö, Trafiksäkerhet och automatiserade fordon, Elektronik, mjukvara och kommunikation, Hållbar produktion och Effektiva och uppkopplade transportsystem. Läs mer på www.vinnova.se/ffi



1. Sammanfattning

Företag blir mer globaliserade vilket gör att en annan typ av flexibilitet och föränderlighet måste finnas inom industrin. GAIS har kommit att handla om mer än bara själva instruktionerna till operatörer. GAIS har även undersökt hur produkter konstrueras, bereds och där tillslut monteringsinstruktioner skapas. Vidare har GAIS undersökt hur olika tillvägagångssätt gällande mjukvara och informationsstrukturer på företagen påverkar strategier för globalisering.

Standarder framgår mer och mer som en viktig del i en globaliseringsstrategi. Standarder kan vara allt från vilken mjukvara som används, vilken metod som används för framtagande av instruktioner till symboler och färger etc. De industriella fallen visar att det finns en divergens i hur standarder uppfattas och följs inom företag, speciellt globala företag. Därför är det otillräckligt att endast ha en strategi för globalisering. Ständiga uppföljningar och underhåll av standarder måste göras för att man ska nå ett bra resultat.

Under de två år som GAIS har drivits har det hänt mycket på tekniksidan. Ord som industrins internet, industri 4.0 och smarta industrier är modeord som hörs ofta i mediebruset men hur ser det ut i industrin?

GAIS undersökte om det är möjligt för personalen att ha minst samma (Information och Kommunikations Teknologi) IKT-stöd för att överföra information och kommunicera med andra på företaget som de är vana vid utanför industrins väggar. Detta är inte alltid en självklarhet hos de industriella fallen som undersökts. Industrins internet är inte alls lika utvecklat som internet utanför industrins väggar vilket gör att det just nu inte är möjligt att använda samma typ av hjälpmedel. Säkerhetsaspekten av spridande och delande av information inom företagen försvårar också införandet av IKT. GAIS ville visa på att det är möjligt att använda digitalisering och flexibla lärformer vilket visades med ett antal demonstratorer. GAIS tror även att det är viktigt att anpassa tekniken till användaren och inte tvärtom. GAIS tror att införandet av IKT-verktyg inte bara kommer att öka flexibilitet, kvalitet och produktivitet, dessutom kommer det också att göra branschen mer modern och tilltalande för den yngre generationen. Detta kommer vara avgörande för svensk produktions överlevnad.



2. Executive summary

GAIS was a two year long project with five partners involved (Chalmers, SAAB Aeronautics, Volvo GTO, GTC and Scania). The main aim with the project was to create solutions that enable globalization of production by using smart ICT-tools. Companies are becoming more globalized, which means that a different type of flexibility and variability must exist within the industry. GAIS has investigated more than just the actual instructions to operators. GAIS has also studied the standards and how products are designed, prepared and how assembly instructions eventually are created. Furthermore, GAIS has examined how different approaches regarding software and information structures of the company affect strategies for globalization.

Standards can be seen more and more as an important part of a globalization strategy. Standards can be anything from the software used, the method used for the preparation of instructions, symbols and colors, etc. The industrial cases show that there is a divergence in how standards are perceived and followed in firms, especially global firms. It takes more than just to have a strategy of globalization; constant monitoring and maintenance of standards must be conducted to achieve good results.

The results in the GAIS project are presented in six work packages, containing 19 deliverables. A total amount of one Bachelor thesis, four Master thesis and seven conference papers has been produced during the project. Two journal papers are under submission and writing during the fall of 2015.

3. Bakgrund

Resultat från tidigare studier inom tio industrifall visar att över åttio procent av alla aktiviteter utförs av operatörer med egen erfarenhet även om produkternas komplexitet och varianter har ökat (Fast-Berglund et al., 2013). Detta beror främst på dåligt anpassade instruktioner och på grund av varians i operatörernas erfarenhet. När instruktioner är placerade i pärmar och designas främst för upplärningsfasen gör att instruktioner inte används i den operativa fasen. Operatörer hinner inte gå till en pärm, slå upp instruktionen för sin uppgift, titta igenom den och sedan gå tillbaka och utföra uppgiften. Särskilt inte om taktiden är under 2 minuter och montören står på en taktad lina. Står montören däremot i en flödesorienterad verkstad med en taktid på flera dagar ändras premisserna för utformning av instruktioner då inte sekundjakt är den primära anledningen till att digitalisera och förbättra instruktioner. Istället blir kvalitet och säkerhet de primära parametrarna vilket ger sparande av timmar.

Smarta IKT-verktyg ger möjlighet att spara tid genom snabba och effektiva informationsflöden som synkroniserar arbetet och möjliggör en mer proaktiv inställning (Fässberg et al., 2011). Den stora frågan är om företagen väljer att investera i dessa lösningar och om de i förlängningen också utformar strategier för sådana investeringar? Operatörerna behöver information med hög kvalitet, inte kvantitet av information för att arbeta proaktivt, vilket motiverar en skräddarsydd arbetsinstruktion (Fasth et al., 2009 , Bruch, 2009). Instruktioner måste överväga storlek, tidpunkt och presentation av information för att uppnå god kvalitet (Thorvald et al., 2010). Att stödja operatören genom kognitiv automation blir mer och mer viktigt. Detta gäller inte enbart vid monteringsituationen i sig (Fasth and Stahre, 2013) utan också vid kunskapsöverföring och upplärning av montörer (Blom, 2014).



4. Syfte, frågeställningar och metod

Syftet med detta projekt var att stärka svensk produktionsutveckling, både lokalt och globalt, genom att utveckla nya tekniker och standarder för smarta informationssystem och mobila arbetsverktyg. Totalt definierades och utfördes 19 uppgifter och lika många leveranspunkter som delades in i fem större frågeställningar som även bildade de fem första arbetspaketen; Hur ser standardisering av arbetsinstruktioner ut på en lokal nivå, dvs. nationellt? Hur ser standardiseringen av arbetsinstruktioner ut ur ett globalt perspektiv? Vilka tekniker används idag och kan tänkas användas i framtiden? Finns det strategier för globalisering av arbetsinstruktioner och hur ser dessa i så fall ut? GAIS har använt sig av många olika metoder för att ge svar på dessa frågor. Flertalet enkäter, interjuver och observationer har genomförts under projektets gång. Uppbyggnad och tester av demonstratorer har även varit en viktig del i projektet.

5. Mål

Målet med GAIS var att skapa stora effekter på industrin i form av ökad flexibilitet, kvalitet och hållbar utveckling genom införande av smarta IKT-verktyg. Global distribution och standardisering av arbetsinstruktioner kommer att öka hastigheten och kvaliteten på undervisningen och därmed minska uppstartstiden för nya versioner av produkter och öka variantflexibiliteten. Dessutom kommer detta att öka flexibiliteten för var produktionen av produkten kommer ske genom att säkra enhetlighet mellan fabriker och anläggningar. GAIS bidrar till att stärka kunskap och kompetens genom kognitiv automation i monteringsystem inom både industri och akademi. Projektet resulterade i demonstrationer av olika lösningar av flexibla- och personliga monteringsinstruktionssystem som skall användas inom industrin.

6. Resultat och måluppfyllelse

I projektets sex arbetspaket finns totalt 19 uppgifter och 19 leveranspunkter. Leveranserna går igenom nedan. Chalmers var arbetspaketsledare för AP1,3 och 6; Volvo för AP 2, SAAB för AP 4 och alla parter för AP 5.

Sist kopplas dessa samman mot de fyra områden inom FFIs mål som GAIS anser sig ha uppfyllt.

Leveranser:

Den första Arbetspaketet utfördes under det första året d.v.s. oktober 2013-oktober 2014 och resulterade i två konferensbidrag och totalt fyra leveranser (L1.1-L1.4). Inom ramen för detta arbetspaket ordnades också en workshop med alla projektmedlemmar.

L 1.1 Kartläggning av olika informationsbärare och informationsinnehåll som används på företag på nationell nivå

För att få en snabb och bred översikt i de deltagande företagen inom området kognitiva strategier d.v.s. utveckling och vidareutveckling av instruktion för operatörer, användes fyra olika metoder; två webbaserade enkäter (n = 65), semi-strukturerade interjuver (n = 8), SWOT-analys (n = 8) och "keyword mingling" (n = 7). Totalt deltog 65 produktionstekniker inom montering, service och underhåll.

Vissa av deltagarna deltog i fler än en datainsamlingsmetod. Tabell 1 visar fördelningen mellan de olika företagen.

Tabell 1 Antal tillfrågade i varje fall

	Produkt	Global/National	Kontext	Antal
Fall A	Lastbil	Global	Montering	35
Fall B	Flygplan	National	Montering	10
Fall C	Lastbil	Global	Service	20

Resultatet presenterades i en konferensartikel¹ vars mål var att besvara tre frågor gällande instruktioner;

1. Vilka typer av informationsbärare används för information och kommunikation hantering idag?
2. Hur är innehållet i informationen som presenteras?
3. Finns det standarder för konstruktion/utförning av instruktioner inom företagen?

Resultatet visar att den vanligaste informationsbäraren inom montering är pappersbaserad, medan för service är det stationär dator som är den vanligaste hjälpmedlet. Informationsinnehållet är i över 80 procent av fallen textbaserat, även om i vissa fall bild och animationer har börjat införas. Gällande standarder tyckte över hälften av de som svarade att det fanns en standard som kunde följas. En intressant aspekt i detta är att alla tre företagen har en intern standard med egna system som följs. Dessa system har undersökts ytterligare under projektets gång.

L 1.2 Gap-matris med prioriteringar förbättringar

Under första workshopen diskuterades prioriterade områden inför kommande arbetspaket. Sju huvudområden ansågs då viktiga:

1. Konstruktion och beredning – Hur stort ansvarsområde har dessa led innan själva instruktionerna och hur ser de på instruktioner?
2. Standarder – Finns dessa och följs och tolkas dem på samma sätt i hela organisationen?
3. Betydelsen av figurer och symboler – Skiljer sig figurer och symboler sig åt internationellt?
4. Språköversättning
5. Hur används instruktioner av montörerna idag?
6. Hur hanteras instruktioner i form av sökbarhet etc.?
7. Hur påverkas läroprocessen av hur instruktioner presenteras?

Dessa områden togs med in i arbetspaket tre och fyra.

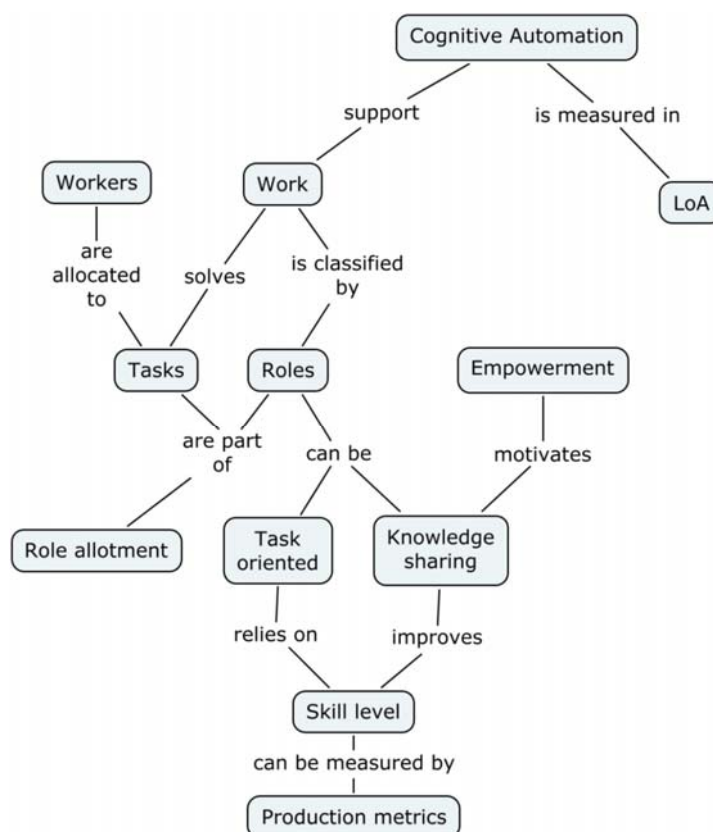
¹ FAST-BERGLUND, Å., ÅKERMAN, MAGNUS, MATTSSON, SANDRA, JOHANSSON, PIERRE, MALM, ANNA, PERENSTÅL-BRENDEN, ANNA. CREATING STRATEGIES FOR GLOBAL ASSEMBLY INSTRUCTIONS – CURRENT STATE ANALYSIS. The sixth Swedish Production Symposium, 2014.

L 1.3 Undersökning av informationsarkitektur d.v.s. Hierarkier, standarder, Användbarhet, ontologi

Denna fråga var betydligt mer komplex och mångt större än vad GAIS anade från början. Detta uppdagades när enkäten skickades ut på nationell nivå. En del gällande standarder finns med i konferensartikeln från L 1.1 men detta var en prioriterad fråga som senare kom att utvecklas som både examensarbete och i form av artiklar. En del teorier kring standarder som ISA-95 finns även med som referensram till kommande arbetspaket (AP4 och 5).

L 1.4 Kartlägga olika kompetensnivåer enligt Rasmussen matris och Malmsköld kognitiva lärande

I konferensartikeln² visas en relation mellan kunskapsdelning, automation och effektivitet och hur dessa områden skall kunna bli kvantifierbara, se Figur 1. Denna artikel var teoretisk och byggde på en sammanfattning av tidigare forskning. Förhoppningen var att denna modell skulle testas i de industrifall som fanns inom ramen för GAIS.



Figur 1 kartläggning av relationen mellan kognitiv automation, empowerment och effektivitet

² ÅKERMAN, M. & FAST-BERGLUND, Å. KNOWLEDGE IN PRODUCTION:TOWARDS A QUANTIFYING MODEL. Proceedings of the 6th Swedish Production Symposium (SPS), 2014.

Det andra arbetspaketet genomfördes under 2014-2015 och resulterade i en konferensartikel samt en journalartikel och två leveranser.

L 2.1 Kartläggning av de olika informationssystemen i de olika länderna och informationsbärare och informationsinnehåll på de olika enheterna.

Efter den nationella enkäten som utfördes i arbetspaket 1 vidareutvecklades denna enkät för att kunna användas globalt. Enkäten översattes till sju språk och skickades ut till totalt 58 produktionstekniker och montörer tillhörande huvudfabrikerna inom lastbilsdivisionen från fall A i den tidigare publikationen. Resultatet från enkäten presenterades i en konferensartikel³. Figur 2 visar resultat från den nationella enkäten (N=35) och den internationella enkäten. Det var lite vanligare med personliga möten och textbaserade instruktioner globalt.

	Information Carrier (WITH WHAT)* (Top 3 of 13 alternatives)		Information Content (WHAT TYPE)* (Top 3 of 9 alternatives)		Information design (HOW)* (Top 3 of 6 alternatives)	
	Case A N= 35	Paper	86 %	Assembly instructions	100%	Text
	Personal meetings	76 %	Blueprints 2D	34 %	Photo	51 %
	Screens (prod. info), Phone	59 %	Maintenance instructions	34 %	Animations (3D)	9 %

N= 58	Information Carrier Multiple choices allowed		Information Content Multiple choices allowed		Information Design Multiple choices allowed	
		Personal meeting	88%	Assembly instruction	93 %	Text
	Computer	76 %	Drawing 2D	59 %	Picture	88 %
	Paper	69 %	Shift/Personnel information	45 %	Film	14 %

Type of Product(s)	Type of Production	Location	Country
Cab/Truck	Assembly	Site A	Australia
Truck	Assembly	Site B	Belgium
Cab/Truck	Assembly	Site C	Brazil
Powertrain	Assembly	Site D	Brazil
Cab	Assembly	Site E	France
Powertrain	Assembly	Site F	France
Truck	Assembly	Site G	France
Cab/Truck	Assembly	Site H	Japan
Powertrain	Assembly	Site I	Japan
Cab/Truck	Assembly	Site J	Russia
Cab/Truck	Assembly	Site K	USA
Cab/Truck	Assembly	Site L	USA

Figur 2 kartläggning över hur information presenteras nationellt och internationellt.

Denna artikel hade även en annan frågeställning: Kan divergens uppfattas i utveckling och användning av monteringsinformation inom ett globalt produktionsnätverk (GPN) och i vilka former?

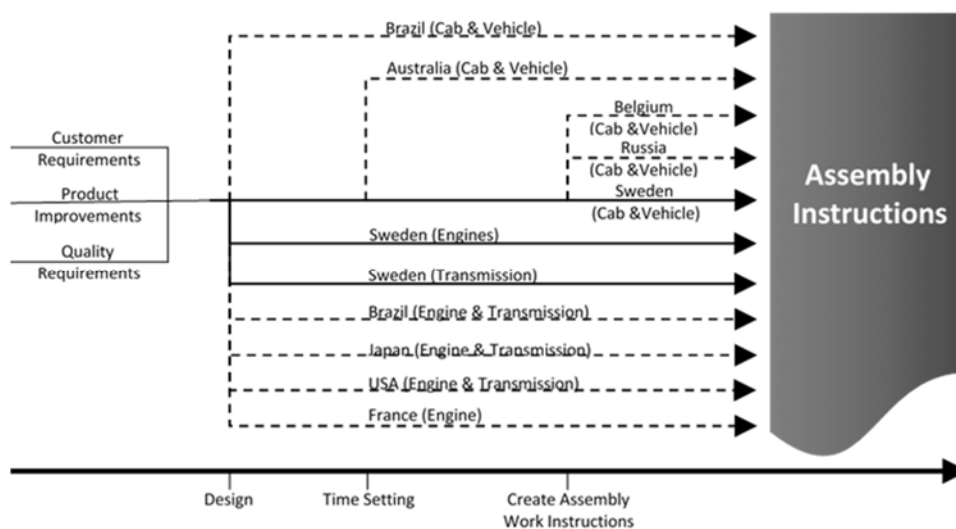
Svaret blev ja, studien fann bevis för att det finns divergens inom det studerade produktionsnätverket. Divergensen uppfattas inte bara mellan produktionsanläggningar inom ett GPN, men också inom en och samma produktionsanläggning. De olika sätten att använda sig utav informationsbärare,

³ JOHANSSON, P. E. C., FAST-BERGLUND, Å. & MOESTAM, L. 2015. Use of Assembly Information in Global Production Networks. The International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM). University of Wolverhampton, UK.

informationsinnehåll och informationsdesign och system/ verktyg för att skapa monteringsanvisningar är sådant som bidrar till divergensen. I denna studie användes hypotesen att det finns divergens i hur monteringsanvisningar skapas inom produktionsnätverket. Divergensen gör det omöjligt att effektivt utbyta kunskap och erfarenheter mellan produktionsanläggningarna och detta bidrar till det antal faktorer som gör det svårt att få en helhetssyn. Senare studier i GAIS inriktades på undersökningar av nuvarande produktionsberedningsprocesser inom samma GPN för att se hur de påverkar förmågan att skapa högkvalitativa monteringsanvisningar för operatörerna. Hypotesen för det arbetet var att de icke-standardiserade produktionsberedningsprocesserna inom GPN begränsar möjligheten att förbättra monteringsinformation och den övergripande kvaliteten. Gemensamt med detta resultat och studierna som presenteras i L2.2 är att de tillsammans bildar en grund för att skapa strategier för globala monteringsanvisningar.

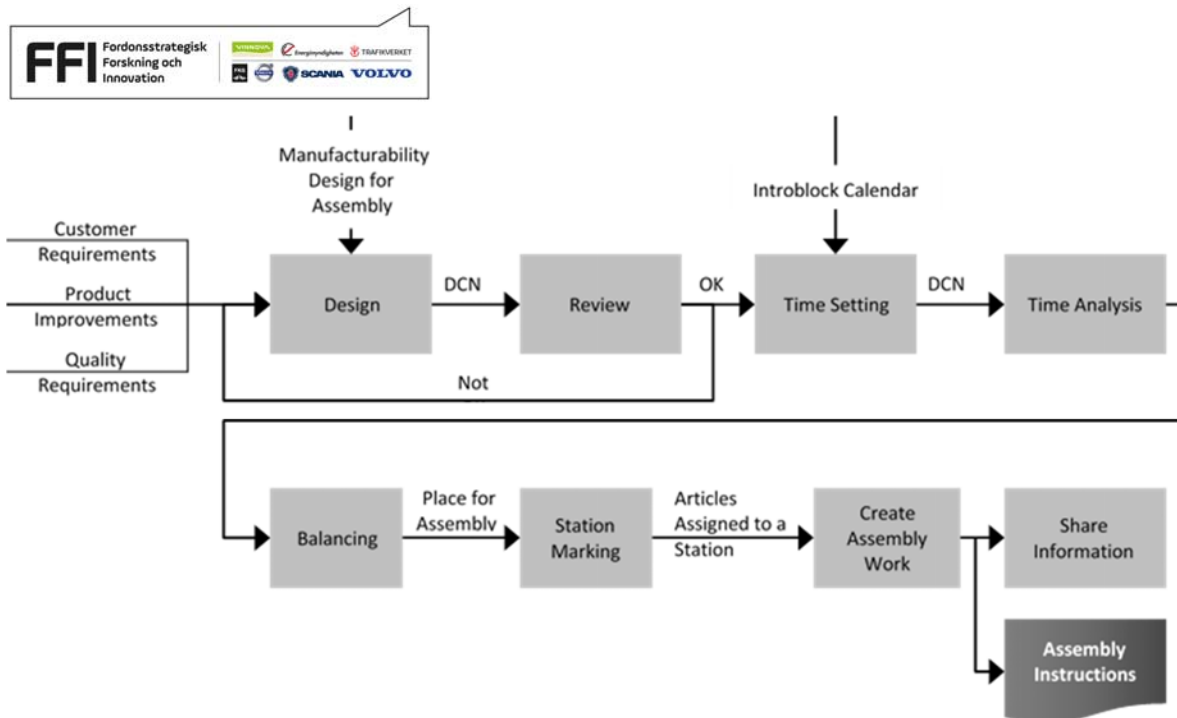
L 2.2 En sammanfattning matris över informationssystem, informationsbärare och innehållet i de olika länderna och fabriker

Denna undersökning har genomförts som ett internt projekt på Volvo där en del finns dokumenterat i examensarbetet som genomfördes under våren 2015⁴. Detta arbete kommer även fortsätta under ett GAIS 2 med examensarbete och fortsatta interna studier. Figur 3 och 4 sammanfattar huvuddragen i processen för att skapa monteringsinstruktioner samt hur processen divergerar mellan de olika produktionsanläggningarna. Här har fokus enbart legat på ett av alla varumärken som tillhör lastbilsdivisionen.



Figur 3: Överblick av processen för att skapa monteringsinstruktioner för en av lastbilsvarumärkena (Delin & Jansson 2015).

⁴ DELIN F. & JANSSON, S. 2015. Process for preparing work instructions - A multiple case study at Volvo Group Trucks Operations. Master.



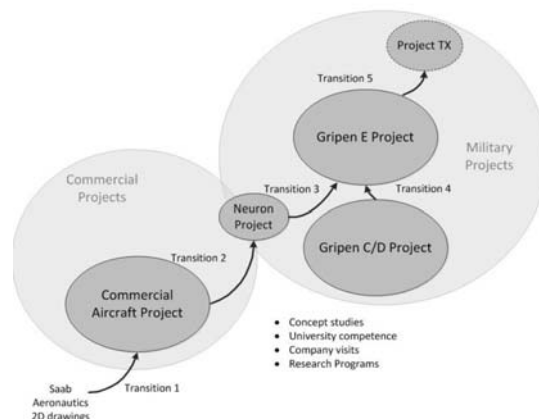
Figur 4: Huvudkomponenter i beredningsprocessen för att skapa monteringsinstruktioner (Delin & Jansson 2015).

Det tredje arbetspaketet har genomförts löpande mellan 2014-2015

L 3.1 Kartläggning industrins behov med olika nivåer av kognitiv automation och tekniska lösningar, på både lokal och global nivå d.v.s. användning och behöver matris

SAAB ligger långt fram tillsammans med Boeing gällande utveckling av 3D arbetsinstruktioner. Detta gör att utvecklingen av dessa skapar en forskningsfront samt ett behov för en ännu inte utvecklad standard. Konferensartikeln⁵ belyser SAABs utmaningar vid implementeringen av MBD (Model Based Definition) samt en del fördelar och utmaningar som metodiken medför.

⁵ MALM, A. & ANDERSSON, H. 2014. A CHANGE PROCESS: TRANSITION FROM 2D TO 3D BY MODEL BASED DEFINITION. SPS.



Figur 5: Implementering av 3D modeller på SAAB.

Model Based Definition (MBD) är en komplett kommenterad produktdefinition i 3D där ändringar är direkt synliga nedströms. 3D-modellerna fungerar som enskilda källor tillhandahållandes all data som krävs för att möjliggöra utveckling, konstruktion, processplanering, tillverkning, montering och underhåll av produkten. Övergången till att arbeta med 3D-modeller har inneburit nya möjligheter för att utforma och visualisera arbetsinstruktioner. Vid illustreringen av arbetsinstruktioner kommer 3D-modellerna ersätta de traditionella 2D-ritningarna. Till skillnad från traditionella 2D-ritningar på papper saknar digitala 3D-instruktioner inom MBD standarder för vilka visualiseringstekniker som skall användas samt hur arbetsinstruktionerna ska presenteras för användarna. Ett examensarbete⁶ utfördes på Saab Aeronautics inom detta forskningsprojekt. Syftet med examensarbetet var att studera hur arbetsinstruktioner visualiseras när man arbetar med MBD och utifrån en kvalitetsförbättringsaspekt föreslå ett koncept för att förbättra användarvänligheten. De förslagna koncepten ska med fördel vara av en internationell karaktär för att minska språkberoendet. Resultatet visade att för att öka användarvänligheten är det viktigt att ha väldefinierade standarder för hur arbetsinstruktionerna ska visualiseras. Väldefinierade standarder skapar oftast en kontinuitet och minskar inflytandet av vem som skapat arbetsinstruktionerna. Resultaten visar att väldefinierade standarder bör fastställas för användningen av färger, symboler och vyerna med syfte att förbättra användarvänligheten och göra arbetsinstruktionerna mindre språkberoende. I Figur 6 ses en operatör i en arbetssituation där instruktionerna är 3D-baserade och presenteras på en monitor.

⁶ JAKOBSSON, D. & UNROTH, P. 2015. Standards for visualize 3D-instruction in the assembly. Master.



Figur 6: En operatör som arbetar med 3D-arbetsinstruktioner i SAABs verkstad

L 3.2 Tekniska lösningar för globalisering av instruktioner

En av de tekniska lösningar som testats i projektet är ”remote guidance” från XMReality som illustreras i Figur 7. Här testades tekniken samt funktionskvaliteten i förhållande till den använda fiktiva testmiljön.



Figur 7: Plant2Plant kommunikation med XMReality

L 3.3 Tekniska lösningar för flexibla och proaktiva utbildningslösningar bland operatörerna

Ett examensarbete⁷ och en konferensartikel⁸ visar olika typer av informationsbärare och tekniker som kan användas för flexibelt lärande. QR-koder kopplat till filmer har testats

⁷ BLOM, E. 2014. *QR Codes and Video Instructions: Mobile Learning in an Industrial Setting*. Gothenburg.

på tre olika företag där totalt 10 personer fick testa instruktionerna. Hälften av testpersonerna ansågs vara noviser och hälften experter.

Det finns för- och nackdelar med alla instruktionsformer och uppgiftens utformning, svårighetsgrad eller riskgrad styr operatörens preferens. Operatörerna i undersökningen föredrog filmade instruktioner på grund av deras effektivitet, multimodalitet, individualisering samt tillgänglighet till expertis. Testpersonerna upplevde dock att tekniken tar tid. De pappersbaserade instruktionerna uppfattas som otydliga, otillräckliga och svårtydda, vilket leder till frustration.

Kombinationen av QR-kod och video som instruktionsform är kontextuell, mobil och just-in-time. Att direkt styras till innehållet utan att behöva leta efter information upplevs som positivt. Avståndet användare och information emellan minskar och kunskap blir mer tillgänglig. Att lära på arbetet där användarna ser att kunskapen direkt kan omsättas i praktiken ökar motivationen och därmed effektiviteten. För att film ska fungera väl bör översiktsbilder blandas med detaljvyer. Eventuellt bör olika filmer göras, en för noviser och en för experter. För ett optimalt lärande för noviser krävs observation så att de kan socialiseras in i gruppen och lärprocessen, gärna genom att få en tydlig bild av hela processen och slutresultatet. Experthjälp av något slag behövs likaså. Film kan uppenbarligen lösa många av dessa bitar. Utbildningsfilm kopplat till QR-kod fungerar väl som ett verktyg för lärande i industrin. Det är kostnadseffektivt, experter behöver inte i samma utsträckning finnas till hands på plats som vid experthjälp eller text- och bildbaserade instruktioner, informationen som lämnas till nyanställda blir standardiserad och eventuellt mer pedagogisk än vid andra instruktionsformer och noviser kan få obegränsad tid med medierad experthjälp. Figur 8 visar två av fallen.



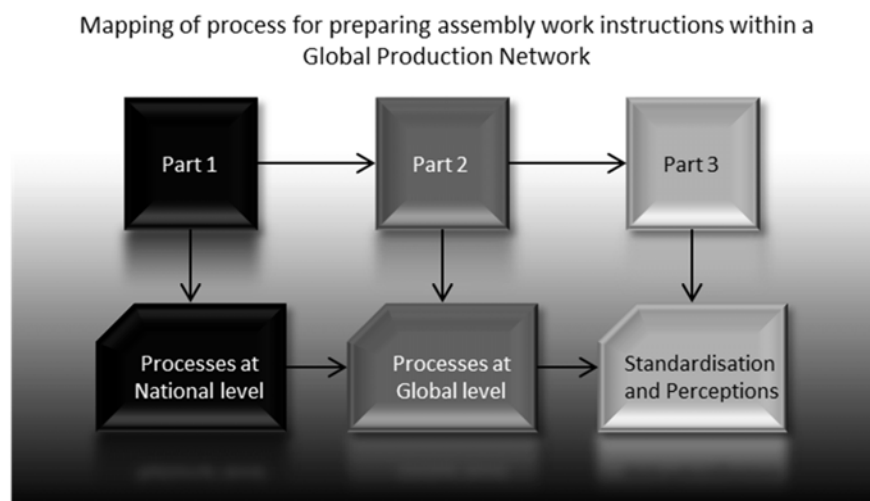
Figur 8 Flexibla lärformer i industrin

⁸ FAST-BERGLUND, Å. & BLOM, E. Evaluating ICT-Tools for Knowledge Sharing and Assembly Support. Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE 2014, Kraków, Poland 19-23 July 2014, 2014.

Fjärde arbetspaketet har också genomförts löpande under 2014-2015. I och med examensarbetet genomfördes undersökningar av möjlighet till globalisering. Resultatet presenteras mer omfattande i de journalartiklar som produceras under hösten 2015.

L 4.1 Formulera strategier för globalisering med resultat från AP 1 och AP 2

Baserat på resultatet från enkäter och intervjuer har en analys gjorts med avseende på potentiella förbättringsområden så som effektivisering, bättre support i beredningsprocessen och högre kvalitet av informationsinnehållet vid slutanvändaren (montör och teknisk beredare). Detta resultat presenteras i en journalartikel⁹ som skickades in under hösten. Figur 9 visar progressionen från arbetspaket 1 fram till de globala strategierna i arbetspaket 4 gällande företag A.



Figur 9 Studierna för att föreslå globala strategier fördelades över tre delar; Processer på lokal nivå, processer på en global nivå samt standarder och tolkning av dessa.

Från arbetspaket ett och två växte även en mer teoretisk formulering fram som skall vara mer generell för alla företag. Denna strategi handlar om hur resultatet blir beroende av vilken typ av strategi företagen väljer. Två klara fall har setts inom GAIS som kommer lyftas fram i en journalartikel som skrivs under hösten.

L 4.2 Formulera möjlig lösning för framtida demonstrationer tillsammans med AP 3 och AP 5

Olika typer av lösningar har undersökts och föreslagits. Tyvärr har inte alla lösningar lyckats ta sig ända fram till en demonstrator, vissa av idéerna kommer istället flyttas till GAIS 2.

⁹ JOHANSSON, P., DELIN, F., JANSSON, S., MOESTAM, L. & FAST-BERGLUND, Å. 2015. Global Truck Manufacturing - The Importance of a Robust Manufacturing Preparation Process.



Ett lösningsförslag på SAAB Aeronautics presenterades i ett examensarbete¹⁰ som utfördes under våren 2015. Resultatet visar hur en möjlig demonstrator kan se ut, se utförligare beskrivning under L 5.2.

Arbetspaket 5 har också löpt under hela projektiden, demonstrator 4 skapades redan under första året och har sedan fortsatt och en del av denna demonstrator görs under hösten 2015. En del demonstratorer har inte blivit av som till exempel demonstrator 1 och 3.

L 5.1 VOLVO GTO: En demonstrator av hur instruktioner från MONT-systemet skulle kunna anpassas till olika förmågor. VOLVO demomiljö kommer att användas som en möjliggörare för att visa förändringar i enlighet med operatörernas behov när det gäller kompetens, kulturella skillnader, geografiska skillnader och produkt kvalitetskrav

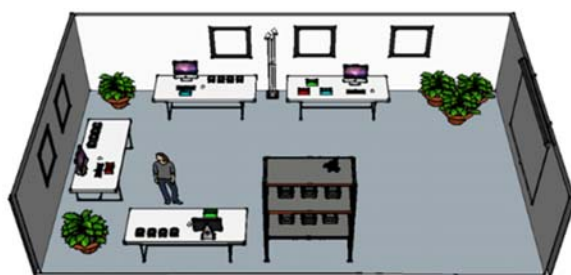
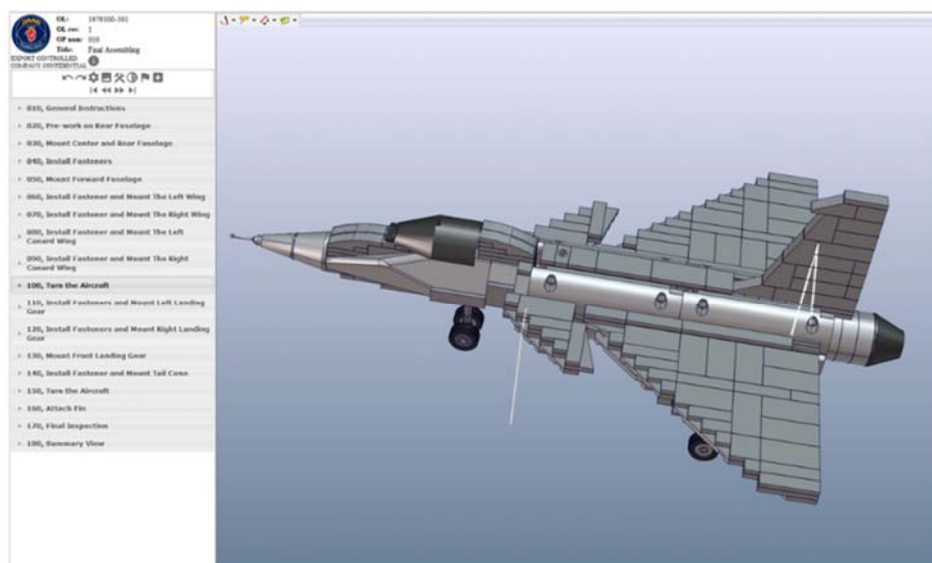
I ansökan till projektet skrevs ett förslag på möjlig demonstrator, men under projektets gång framkom det att det inte var möjligt att genomföra denna demonstrator baserat på förutsättningarna givna. Istället genomfördes en mer omfattande insamling av data och djupgående analys avseende på beredningsprocesser inom lastbilsdivisionen.¹¹ I ett kommande GAIS-projekt skall dessa data användas för att skapa en demonstrator.

L 5.2 SAAB Aeronautics: En demonstrator som kommer att illustrera en teknisk lösning som stödjer operatörerna i trånga arbetsplatser med långa cykeltider. En verklighetstrogen utbildningsmiljö för visualisering av 3D-arbetsinstruktioner.

En pedagogisk demonstrator har skapats under GAIS, där nya sätt att arbeta eller tekniska lösningar kan testas. Denna demonstrator visar hur man kan ta Saabs monteringsinstruktioner till en ny nivå när det gäller tydlighet, effektivitet och hållbarhet. Med denna demonstrator är även syftet att agera som en utbildningsmiljö där deltagarna får chansen att vid varje station själv interagera och bygga ihop Lego-Gripens moduler med hjälp av 3D-arbetsinstruktionerna som visualiseras. Den är uppbyggd av flera stationer där varje station har en operation på en monteringssekvens. Denna demonstrator har satts upp på Saab och testats för de brasilianare som anlänt till Saab i utbildningssyfte inom ramen för det gemensamma offset-avtalet. I Figur 10 visas en möjlig utbildningsmiljö.

¹⁰ KHOSHNEVIS, M. & LINDBERG, E. 2015. *Development of a Demonstrator in the Aerospace Industry for Visualization of 3D Work Instructions*. Master.

¹¹ JANSSON, F. D. S. 2015. *Process for preparing work instructions - A multiple case study at Volvo Group Trucks Operations*. Master.



Figur 10 Möjlig demonstrator för SAAB Aeronautics

Tidigare bestod arbetsinstruktioner på Saab av rikligt med text. Med införandet av MBD har mängden text minskat, men det finns fortfarande utrymme för förbättringar. Detta kan initieras genom att införa riktlinjer för 3D-visualiseringar. Ett huvudmål är att få arbetsinstruktionerna explicita för att uppnå repeterbarhet. Som demonstrator i den utvecklade utbildningsmiljön användes examensarbetet¹² som även det utfördes på Saab Aeronautics (se utförligare beskrivet under L 3.1) inom detta forskningsprojekt. Resultatet från detta examensarbete testades i den föreslagna utbildningsmiljön.

¹² JAKOBSSON, D. & UNROTH, P. 2015. Standards for visualize 3D-instruction in the assembly. Master.

L 5.3 SCANIA: Ett verktyg som gör det möjligt för olika språk bland operatörer som arbetar i underhåll.

Denna demonstrator har inte skapats inom ramen för GAIS 1, Språkmodul kommer förmodligen utvecklas inom ramen för GAIS 2 men då inom SAAB.

L 5.4 CHALMERS och GTC: En demonstrator som visar hur tekniska lösningar används för att skapa en flexibel och aktiv inlärningsmiljö.

Demonstratorn var först uppbyggd i Chalmers Production System Laboratory (PSL) där ett kandidatarbete¹³ utförde tester och demonstratorer under 2013-2014. Se Figur 11.



Figur 11 Demonstrator i Chalmers PSL som fungerar som en demonstrator. Här under andra GAIS workshopen

Demonstratorn flyttades i juni 2015 till Chalmers Smart Industry lab där ytterligare experiment och utbildning skett under hösten. Dessa utbildningar och experiment planeras att fortsätta under GAIS 2. Under en överbryggningsperiod används utrustningen även inom ramen för andra forskningsprojekt och för utbildning av högskoleingenjörer inom maskin och mekatronik samt produktionsplanerare på GTC. Se även Figur 12 för en demonstrator för flexibla lärmiljöer.

¹³ DEAN, A., NORDSTRÖM, L., STHEN, D. & TALLROT, F. 2014. Kan en instruktion ersätta mänsklig handledning vid upplärning av montörer? Bachelor, Chalmers.



Figur 12 Demonstrator i Chalmers Smart Industry Lab som fungerar som en demonstrator för flexibel och aktiv lärmiljö.

L 5.5 En övergripande demonstrant och en workshop enligt globaliseringen av instruktioner

En sådan workshop har hållits internt i projektet men vi hoppas att kunna hålla en publik workshop inom ramen för nästa projekt.

Arbetspaket sex har pågått löpande under hela projektiden.

L 6.1 Projektrapport och budgetuppföljningar

Detta har skett enligt VINNOVAS plan.

L 6.2 Minst två tidskriftsartiklar och minst fem konferenser, nationella eller internationella

Totalt under projektets gång har ett kandidatarbete, fyra examensarbeten och sju konferensartiklar producerats. Även två journalartiklar är under skrivning och skall skickas in inom ramen för projektet, se vidare under publikationer.

GAIS har bidragit med presentationer på FFIs klusterkonferens under 2014 och 2015.

L 6.3 Start-up-, medel- och slut workshops med de inblandade parterna för nätverk och informationsinsamling.

GAIS har totalt haft fyra workshops inom ramen för projektet. Dessa har dock varit enbart för projektets medlemmar. Inom ramen för GAIS 2 ser vi att en workshop för en bredare publik är önskvärd.



Uppfylldnad av målen kopplat till FFIs övergripande mål:

<p>FFIs övergripande mål:</p>
<p>1) Produktionssystem anpassade för framtida krav - Globalisering GAIS har visat att det finns krav på standardisering av monteringsinstruktioner, både gällande metoden men även utformningen av dessa. GAIS har även visat olika tekniker som kan stödja information och kunskapsdelning på distans.</p>
<p>1) Produktionssystem anpassade för framtida krav - Masskundanpassning GAIS har visat att instruktioner blir allt viktigare inom en mer kundanpassad montering. Olika tekniker och olika media spelar stor roll för kvalitén och upplevelsen av monteringsituationen.</p>
<p>2) Intelligent automationssystem GAIS har genom labbtester visat olika typer av tekniker för stöd för dynamisk och flexibla montering instruktioner som bidrar till bättre kognitiv automation. GAIS har även genom utbildning ökat förståelsen för hur kognitiv automation kan bidra till ett mer intelligent och smart monteringsystem.</p>
<p>3) Kunskapsåtervinning via informationsmodeller GAIS har påbörjat denna del av de övergripande målen men hoppas kunna utveckla denna del vidare i GAIS 2.</p>
<p>4) Ledning och organisation GAIS har kartlagt skillnader på organisationsstrategier gällande globalisering av instruktioner. Vidare har GAIS undersökt hur och med vad som organisationer stödjer resursflexibilitet och flexibla lärformer</p>

7. Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultatsspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	X	Detta har gjorts genom presentationer på nationella och internationella konferenser. Två demonstratorer har även byggts upp på SAAB och Chalmers för att öka förståelsen och visa resultat från projektet.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	En del av dessa projekt kommer användas direkt i ett fortsättningsprojekt men även inom andra forskningsprojekt som DIG.IN, MOTION, DYNAMITE och MEET
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt		Inga planer
Introduceras på marknaden		Inga planer
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		Inga planer

7.2 Publikationer

Totalt under projektets gång har ett kandidatarbete, fyra examensarbeten och sju konferensartiklar producerats. Även två journalartiklar är under skrivning och skall skickas in inom ramen för projektet.

Kandidatarbeten:

DEAN, A., NORDSTRÖM, L., STHEN, D. & TALLROT, F. 2014. Kan en instruktion ersätta mänsklig handledning vid utplärning av montörer? Bachelor, Chalmers.

Examensarbeten:

BLOM, E. 2014. *QR Codes and Video Instructions: Mobile Learning in an Industrial Setting*. Gothenburg.

KHOSHNEVIS, M. & LINDBERG, E. 2015. *Development of a Demonstrator in the Aerospace Industry for Visualization of 3D Work Instructions*. Master.

JAKOBSSON, D. & UNROTH, P. 2015. *Standards for visualize 3D-instruction in the assembly*. Master.

DELIN, F. & JANSSON, S. 2015. *Process for preparing work instructions - A multiple case study at Volvo Group Trucks Operations*. Master.

Konferensartiklar:

JOHANSSON, P. E. C., FAST-BERGLUND, Å. & MOESTAM, L. 2015. Use of Assembly Information in Global Production Networks. *The International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM)*. University of Wolverhampton, UK.

FAST-BERGLUND, Å. & BLOM, E. Evaluating ICT-Tools for Knowledge Sharing and Assembly Support. Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE 2014, Kraków, Poland 19-23 July 2014, 2014.

FAST-BERGLUND, Å., ÅKERMAN, MAGNUS, MATTSSON, SANDRA, JOHANSSON, PIERRE, MALM, ANNA, PERENSTÅL-BRENDEN, ANNA. CREATING STRATEGIES FOR GLOBAL ASSEMBLY INSTRUCTIONS – CURRENT STATE ANALYSIS. The sixth Swedish Production Symposium, 2014.



- MALM, A. & ANDERSSON, H. 2014. A CHANGE PROCESS: TRANSITION FROM 2D TO 3D BY MODEL BASED DEFINITION. SPS.
- ÅKERMAN, M. & FAST-BERGLUND, Å. KNOWLEDGE IN PRODUCTION:TOWARDS A QUANTIFYING MODEL. Proceedings of the 6th Swedish Production Symposium (SPS), 2014.
- D. LI, A. L., S. MATTSSON & M. KARLSSON 2014. HOW CHANGES IN COGNITIVE AUTOMATION CAN AFFECT OPERATOR PERFORMANCE AND PRODUCTIVITY. SPS. Gothenburg.
- C. SÖDERBERG, A. J. S. M. 2014. DESIGN OF SIMPLE GUIDELINES TO IMPROVE ASSEMBLY INSTRUCTIONS AND OPERATOR PERFORMANCE. SPS. Gothenburg.

8. Slutsatser och fortsatt forskning

Den största lärdomen som GAIS tar med sig in i nästa projekt är att utformning av instruktioner inte är så lätt som det kanske kan uppfattas. Det krävs kompetens inom många områden för att utforma och designa instruktioner som verkligen används av montörerna.

Smarta IKT lösningar kommer behövas i framtiden för att stödja

- den demografiska förändringen, d.v.s. stödja både den äldre delen av arbetsstyrkan men även locka den yngre generationen in i arbetslivet.
- för olika kompetensnivåer och olika behov, alla uppfattar inte textbaserade instruktioner som det lättaste alternativet att ta till sig information.
- flexibilitet i tid och rum under upplärningsfasen. Det kan vara mycket stressande att stå ute i monteringsmiljön och både behöva koncentrera sig på det experten visar, det experten säger i form av instruktioner (med stöd av bild-text baserade instruktioner från pärm) och för experten att säga exakt samma sak till den hon/han lär upp. Andra typer av media som underlättar detta har undersökts i form av filmbaserade instruktioner vilket mottogs mycket positivt.
- standarder och metodik, både för beredning och utformning av instruktioner.
- en globalisering av informationsflödet till operatören.

Fortsatt forskning kommer fokusera på ytterligare standardisering av utformning av instruktioner, både det som operatören ser men även IT-strukturen bakom.

Även stöd för att överföra tyst kunskap in i systemet kommer att undersökas. Mer globala studier kommer att utföras i GAIS 2 med fokus på hur olika strategier för design, utformning och standardisering av instruktioner används och utformas.



Deltagande parter och kontaktpersoner

Åsa Fast-Berglund Chalmers

CHALMERS

Anna Malm, SAAB Aeronautics



Pierre Johansson, Volvo GTO

VOLVO

Erica Blom, GTC



Lars Hansson, Scania CV





Referenser

- BLOM, E. 2014. *QR Codes and Video Instructions: Mobile Learning in an Industrial Setting*. Gothenburg.
- BRUCH, J. 2009. *Information requirements in a proactive work setting*. Licentiate thesis, Chalmers University of technology.
- FAST-BERGLUND, Å., FÄSSBERG, T., HELLMAN, F., DAVIDSSON, A. & STAHRÉ, J. 2013. Relations between complexity, quality and cognitive automation in mixed-model assembly. *Journal of Manufacturing Systems*, 32, 449-455.
- FASTH, Å., LUNDHOLM, T., MÅRTENSSON, L., DENCKER, K., STAHRÉ, J. & BRUCH, J. Designing proactive assembly systems – Criteria and interaction between Automation, Information, and Competence. Proceedings of the 42nd CIRP conference on manufacturing systems 2009 Grenoble, France.
- FASTH, Å. & STAHRÉ, J. 2013. Cognitive Automation Strategy -For reconfigurable and sustainable assembly systems. *Assembly Automation*, 33.
- FÄSSBERG, T., FASTH, Å., MATTSSON, S. & STAHRÉ, J. Cognitive automation in mass customised assembly systems. Proceedings of the 4th Swedish Production Symposium (SPS), 2011.
- THORVALD, P., BROLIN, A., HÖGBERG, D. & K. CASE, U. Using mobile information sources to increase productivity and quality in *Proceedings of the 3rd international conference on applied human factors and ergonomics*, 2010 Miami, Florida, USA.