

## SIMET-GICP mät- och kontrollberedning

		Klassad Risk										
Möjliga Poäng		1	3	9	10	30	100	300	1000			
Nivå		LÅG		MEDEL		HÖG						
Mätbehov	Processtyrning i maskin	1 Mätinstruktion		2 VSK CPK 1,33		3 VSK CPK 1,67				JA	Styrbarhet i produktion	
	Processkontroll i mätrum	4 Mätprotokoll		5 CPK 1,33		6 CPK 1,67						
	Processuppföljning Ej behov	8 Vid Behov		7 Processuppföljning mätrum (artikelrevision)								
Mätbehov	Processtyrning i maskin	1 Mätinstruktion								NEJ		Styrbarhet i produktion
	Processkontroll i mätrum	4 Mätprotokoll										
	Processuppföljning Ej behov	8 Vid Behov		7 Processuppföljning mätrum (artikelrevision)								
<b>Mättyp</b>												

Richard Lindqvist och Lars Mattsson, KTH Industriell Produktion  
2014-02-05  
Delprogram Hållbar produktionsteknik

## Innehåll

<b>1. Sammanfattning</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Bakgrund</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Syfte</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Genomförande</b> .....	<b>4</b>
<b>5. Resultat</b> .....	<b>5</b>
5.1 Bidrag till FFI-mål .....	5
5.2 Fallstudier på Scania i Södertälje med uppnådda resultat .....	5
5.3 Fallstudier på Volvo CE i Eskilstuna med uppnådda resultat .....	7
5.4 Fallstudier på Leax i Falun med uppnådda resultat.....	10
5.5 Fallstudier på Saab i Linköping med uppnådda resultat .....	10
<b>6. Spridning och publicering</b> .....	<b>11</b>
6.1 Kunskaps- och resultat spridning utöver mötena med parterna .....	11
<b>7. Publikationer – se referenser</b> .....	<b>12</b>
<b>8. Slutsatser och fortsatt forskning</b> .....	<b>12</b>
<b>9. Deltagande parter och kontaktpersoner</b> .....	<b>14</b>
<b>10. Refrenser</b> .....	<b>15</b>

### 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 hälften.

För närvarande finns fem delprogram Energi & miljö, Fordons- och trafiksäkerhet, Fordonsutveckling, Hållbar produktionsteknik och Transporteffektivitet. Läs mer på [www.vinnova.se/ffi](http://www.vinnova.se/ffi)

## 1. Sammanfattning

SIMET GICP har varit ett mycket framgångsrikt forskningsprojekt och har utmynnat i en aktivitetsmodell för systematisk mätteknisk planering och beredning. QSM, kvalitetssäkringsmatrisen, som verktyg och metodstöd har introducerats på företagen i fallstudierna och QSM har under projektets gång vidareutvecklats och förbättrats genom att loggföra de förbättringsåtgärder som kontinuerligt har identifierats.

QSM har utvärderats och planeras nu att föras in på Scania och på Saab Aerostructures i Linköping. På Scania övervägs QSM att till och med bli en standardiserad global Scania standard vilket känns som ett stort erkännande av QSM som arbetssätt och metodstöd. QSM har utvecklats och bedrivs med märkbart stor framgång idag på Volvo CE i Eskilstuna. En reflektion är dock att det gäller för Volvo CE att vara uthålliga med arbetssättet och metodiken och tillse att underhålla och utveckla metoden och arbetssättet samt kompetensutveckla sina medarbetare i QSM metoden och arbetssättet.

SIMET-GICP projektet har engagerat ledande forskare vid NIST (National Institute for Standards and Technology) i USA, som blivit medförfattare till en av artiklarna som inkluderades i licentiat avhandlingen. Det är det internationella standardiseringsprojektet QIF (Quality Information Framework) som drivs av NIST som uppmärksammat vår forskning inom SIMET-GICP projektet.

Doktoranden Richard Lindqvist har i samband med projektets avslut blivit utsedd till teknisk specialist inom området produktionsteknisk mätteknik på Saab Aeronautics i Linköping.

## 2. Bakgrund

Tillverkningsindustrin har behov av ett standardiserat arbetssätt för att stötta teknikutveckling med uppdrag att utföra förbättringsåtgärder för att minska kassationerna och öka produktiviteten i tillverkningsindustrin. Som en del i detta arbete har fyra tillverkningsföretag, Scania, Volvo CE, Saab och Leax anslutit sig till forskningsprojektet SIMET-GICP för att ta fram en standardiserad arbetsmodell för mät- och styrbarhetsberedning. Anledningen är att idag utförs den mättekniska beredningen ofta alldeles för sent i utvecklingsarbetet vilket leder till ökade kostnader och specialanpassade lösningar. En standardiserad arbetsmodell för mät- och styrbarhetsberedning antas leda till både minskade störningar, kassationer och kostnader genom att beredningsarbetet systematiseras och effektiviseras.

Sörqvist redovisade redan år 1998 i sin doktorsavhandling att kostnader för kvalitetsbrister uppgick till mellan 10-40 % av ett företags årliga omsättning och detta är resultat redovisade direkt på slutet på raden vid årsbokslut.[1] I senare studier redovisar

Sörqvist att kvalitetsbristkostnader vanligtvis hamnar mellan 10-30 % av den årliga omsättningen i ett företag.[2] Modellen med QSM som grund- och stödverktyg kommer att hjälpa beredare att bestämma lämpliga mät- och kontrollfrekvenser, mätmetoder och andra aktiviteter som leder till kvalitets- och geometrisäkring av bearbetningsprocesserna.

### 3. Syfte

Syftet med SIMET GICP är att ta fram ett produktivt och hållbart ramverk med en nyutvecklad metodik för geometrisk mät- och kontrollberedning inom tillverkningsindustrin för komplexa produkter och komponenter. Resultatet avspeglas i effektivare utnyttjande av mätesurser genom att klassa behoven av mätning och låta konstruktionsavdelningen ta del av hur effektiv mätning skall utföras.

### 4. Genomförande

Forskning kring systematisk mätteknisk planering och beredning och dess huvudsakliga syfte; att bidra till att minska kvalitetsbristkostnader i svenska industriföretag har i huvudsak utförts på fyra företag. Det är Volvo CE i Eskilstuna, Scania CV i Södertälje, Leax i Falun och Saab Aerostructures i Linköping. Därmed blev forskningen inte enbart inriktad på fordonsindustrin i och med Saab Aerostructures deltagande i projektet. Med Saab Aerostructures inblandning följde en spin-off effekt in till flygindustrin och även tillbaka till fordonsindustrin där information och kunskap kunde överföras inom ramen för forskningsprojektet SIMET-GICP.

Aktivitetsmodell, metoder och arbetssätt för systematisk mätteknisk planering och beredning har kunnat generaliseras i så stor utsträckning som möjligt, även om det finns nyansskillnader mellan fordons- och flygindustrins sätt att arbeta genom dess tillämpning av tekniska specifikationer och styrande standarder inom sina respektive områden.

Exempelvis styrs fordonsindustrins underleverantörer av ISO/TS 16949 som innehåller; APQP – Advanced Product and Quality Planning, PPAP- Production Part Approval Process, process styrplan och mätsystemanalys (MSA). På motsvarande sätt styrs flygindustrin upp av AS/SS-EN 9102 First Article Inspection (FAI) och AS/SS-EN 9103 Variation Management of Key Characteristics (VMKC) och dess krav på dokumentation, mätning, uppföljning, styrning och övervakning av s.k. KC (Key Characteristics) med en process styrplan PCD – Process Control Document samt inte minst utav kundkrav.

Företagen har ställt upp på ett föredömligt sätt och lagt in stora resurser för att kunna genomföra de omfattande fallstudierna i projektet.

Projektet startade i januari 2010 men förlängdes p.g.a. föräldraledighet/sjukdomsfrånvaro och avslutades därmed 2013-12-18.

## 5. Resultat

### 5.1 Bidrag till FFI-mål

Av nedan angivna FFI mål kan vi definitivt bocka av 12 av de 14 punkterna som vrände i överensstämmelse med SIMET GICP. Dessa tolv har grönmarkerats med och försetts med en bock.

- ✓ hur väl projektet fyller de målen som definierats inom transport-, energi samt miljöpolitiken
- ✓ industrins möjlighet att på ett konkurrenskraftigt sätt bedriva kunskapsbaserad produktion i Sverige
- ✓ medverka till en fortsatt konkurrenskraftig fordonsindustri i Sverige
- ✓ genomföra industriellt relevanta utvecklingsåtgärder
- ✓ leda till industriell teknik- och kompetensutveckling
- bidra till tryggad sysselsättning, tillväxt och stärkt FoU-verksamhet
- ✓ medverka till att konkreta produktionsförbättringar görs hos deltagande företag
- ✓ förstärka forskningsmiljöer kring utvalda och prioriterade forskningsområden inom produktionsteknik
- ✓ stödja forsknings- och innovationsmiljöer
- ✓ verka för att ny kunskap tas fram och implementeras, samt att befintlig kunskap implementeras i industriella tillämpningar
- ✓ effektivisera nyttiggörande av FoU-resultat så att konkreta produktionsförbättringar görs hos deltagande företag
- öka kvaliteten på den produktionstekniska utbildningen
- ✓ stärka samverkan mellan fordonsindustrin och myndigheter, universitet, högskolor och forskningsinstitut
- ✓ verka för att den nationella kompetensförsörjningen tryggas samt att FoU med internationell konkurrenskraft etableras

### 5.2 Fallstudier på Scania i Södertälje med uppnådda resultat

Totalt har 8 stycken workshops och 16 stycken arbetsgruppmöten genomförts under projekttiden. Vi har också provat att köra s.k. puls-möten över webben genom att använda Microsoft Lync och detta har fungerat mycket bra. Puls-mötena över webben har varit ett mycket bra och kostnadseffektivt sätt att komma framåt i projektet och fånga upp alla frågeställningar. Dessutom har puls-mötena medfört kontinuitet i uppföljningen av

forskningen och att SIMET-GICP projektet har tagits på största allvar av Scania, och har varit ett för dem prioriterat forskningsprojekt.

Uppstartsmöten genomfördes med tät frekvens för olika intressegrupper vid Scania. I början fokuserades på att introducera Scania cheferna och ingenjörerna till QSM verktyget (KvalitetsSäkringsMatrisen) och förklara dess uppbyggnad och hur man arbetar med verktyget. En uppdragsbeskrivning togs fram tidigt i uppstartsfasen av projektsamordnare Anders Berglund och Niclas Josefsson på avdelningen för produktionsteknisk utveckling, och godkännes av den produktionstekniska utvecklingschefen Sven Hjelm. Detta var viktigt ur förankringssynpunkt och därmed var projektet och planen väl förankrad inom organisationen och medverkande avdelningar.

Fallstudierna genomfördes på D12 cylinderblock tillverkningen och delades upp i två separata fall. I fallstudie 1 studerades och observerades geometriska egenskaper i en specifik operation i tillverkningsflödet, operation 20, som är en grovfräsningsoperation. I fallstudie 2 studerades samtliga kritiska egenskaper i hela processflödet för cylinderblockstillverkningen. Under arbetets gång med QSM identifierade arbetsgruppen styrkor/brister/svagheter/möjligheter med QSM arbetssättet och detta loggfördes.

Två leverabler i form av rapporter har författats. Den första rapporten beskriver de två utförda fallstudierna och har granskats och godkänts av Scania för publicering. [3] Rapporten återfinns i sin helhet som separata dokumentfiler.

Den första rapporten redovisar genomförandet och resultatet av de två fallstudier som genomförts och där vi använt QSM arbetssättet för att analysera geometriska egenskaper och dess motsvarande mät- och kontrollfrekvenser.

Hittills har vi sett att vi har god korrelation mellan dagens befintliga kontrollfrekvenser med dem som beräknas i QSM matrisen. Men i vissa fall föreslås frekventare mätning och kontroll och särskilt för de egenskaper som har en hög konstruktionsklassning samt förhållandevis låga duglighets/kapabilitets värden.

Förslag på ändrade och nya mät- och kontrollfrekvenser föreslås och förhoppningsvis kommer dessa att beredas in, så att vi senare kan verifiera dess effekter i tillverkningen? Därtill har vi tagit ut mycket duglighets/ kapabilitetsdata från Scania statistiska processstyrnings databas benämnd Q-DAS. [4]. Av dessa data kan vi konstatera att Scania överlag ligger på dugligheter Cpk större än 2.0 i nästan 80% av egenskaperna som vi har studerat. Därmed kan Scania med starka fakta som grund, reducera de mätningar som genomförs i de lokala produktionsmättrummen med motsvarande 80%. I fallet motorblock så mäts 2 stycken block om dagen och varje block har en ledtid i mättrummen på cirka 8 timmar. Därmed kan Scania frigöra mätresurser i mättrummen och utföra annan form av prioriterad mätning.

Ett examensarbete utfört av Daggenfelt och Gustafsson, [5], startades upp i början på 2013 och syftade till att ta fram en första utgåva av en generell mätteknisk beredningsprocess. I deras rapport presenteras först en övergripande och mer överskådlig aktivitetsmodell följt av en mer detaljerad aktivitetsmodell. I den framtagna mättekniska aktivitetsmodellen är nu QSM införlivad som arbetssätt och metodstöd. Efter det avslutade examensarbetet har nu arbetet inom SIMET-GICP forskningen tillsammans med Scania gått vidare med att vidareutveckla och förfina den framtagna mättekniska

aktivitetsmodellen och på sikt ska den införlivas och interagera med Scania's sedan tidigare framtagna aktivitetsmodell för Machining Process Planning (MPP) och kommer så småningom att övergå i en intern global Scania standard för mätteknisk beredning.

Då QSM som metod och arbetssätt nu har utvärderats, förankrats och börjat bli etablerat på ett bra sätt inom Scania organisationen har man fattat beslut om ytterligare införande och användande av metoden och arbetssättet. Bland annat ska tillämpningar av QSM användas inom den nya (DP) motorblocks-tillverkningen och även inom transmissions-tillverkningen av (DX) axel drivlinan. Beslut fattades av styrgruppen i slutet på SIMET-GICP projektet att genomföra åtminstone ytterligare en fallstudie på nya DP motorblockstillverkningen, vilket är en helt ny tillverkningslina som ska startas upp. Detta innebär en stor fördel eftersom QSM arbetssättet kan användas fullt ut direkt från början, och analyser och slutsatser från genomförda QSM:er kan tas fram relativt snabbt.

Den andra rapporten, [6], behandlar generellt principiella synsätt på mätteknik och enligt ISO/TC 213 "Geometrical Product Specification and Verification" synsätt, regler, principer och definitioner.

Sammanfattningsvis så har vårt forskningsarbete mottagits väl på Scania och det har inte minst visat sig genom den 100%-iga närvaron och deltagande på våra arbetsgruppmöten, workshops, Lync-möten samt styrgruppsmöten.

### 5.3 Fallstudier på Volvo CE i Eskilstuna med uppnådda resultat

Några ingångsfrågor som skrevs ner inför uppstarten av SIMET-GICP projektet på Volvo CE var följande.

- a) Vilken är den viktigaste utdatan från en QSM och vilka beslut kan fattas utifrån en ordentligt genomförd QSM?
- b) Hur tillämpas QSM idag och vilka stödverktyg används? Applikationsverktyg?
- c) Finns det en utvecklad mätteknisk beredningsprocess presenterad och visualiserad i affärsmodell/projektmodell? Eller på annat sätt?
- d) Vilka är användarna idag? Hur många användare? Hur många är utbildade i QSM? Vem driver QSM frågorna? Roller, ansvar och befogenheter?
- e) Hur många QSM:er har hittills utförts idag?
- f) Vilka resultat och nyttoeffekter har uppnåtts hittills med införandet av QSM? Vad kan förbättras, vad har förbättrats?

#### ***Svaren på frågorna blev enligt följande:***

a) *Vilken är den viktigaste utdatan från en QSM och vilka beslut kan fattas utifrån en ordentligt genomförd QSM?*

1. Beslut om vilka mätningar som fördelas till mätrum och vilka som mäts vid bearbetningsmaskinen.
2. Beslut om mätfrekvenser för olika typer av mätningar.

3. Beslut om vilka egenskaper som skall omfattas av duglighetsuppföljning och på vilket sätt dessa skall utföras.
4. Beslut om vilka mätningar i maskinen som behöver dokumenteras.
5. Beslut om styrmetoder för styrbara mått.
6. Beslut om hur inkörning av förserie skall göras med avseende på processkaraktäristiska egenskaper.
7. Beslut om hur tillräckligt låg mätosäkerhet skall säkerställas.

*b) Hur tillämpas QSM idag och vilka stödverktyg används? Applikationsverktyg?*

Volvo CE i Eskilstuna använder en databaslösning som heter Prins och där QSM är integrerat som metodstöd.

*c) Finns det en utvecklad mätteknisk beredningsprocess presenterad och visualiserad i affärsmodell/projektmodell? Eller på annat sätt?*

Detta finns beskrivet i veksamhetsmodellen cOMMon, Operational Management. Beredningsprocessen är uppbyggd som en aktivitetsmodell och beskrivningar och instruktioner om Vad och Hur är kopplat till varje delaktivitet.

*d) Vilka är användarna idag? Hur många användare? Hur många är utbildade i QSM? Vem driver QSM frågorna? Roller, ansvar och befogenheter?*

Ej besvarad. Tillräckligt bra faktaunderlag saknas.

*e) Hur många QSM:er har hittills utförts idag?*

Totalt har uppemot 400 QSM:er genomförts och dokumenterats i Excel och sedan i den nya QSM databasen Prins finns ytterligare cirka 100 QSM registrerade och dokumenterade.

*f) Vilka resultat och nyttoeffekter har uppnåtts hittills med införandet av QSM? Vad kan förbättras, vad har förbättrats?*

Ej besvarad. Tillräckligt bra faktaunderlag saknas. Se kommentarer nedan.

Sammantaget har vi i princip lyckats svara på frågorna a till e förutom d, men den kanske mest intressanta frågan, fråga f, har vi ännu inte lyckats besvara. Några insikter har dock uppnåtts som kortfattat kan återges här: Genom att arbeta med QSM så erhålls mer kompletta ritningsunderlag och mer mättekniskt korrekta underlag och lösningar. Förståelsen från konstruktion och för den konstruerade produkten har blivit betydligt bättre och man ser nytta med QSM som arbetssätt och metodstöd.

Från början, vid uppstarten av projektet var uppfattningen att fallstudien på Volvo CE skulle handla om att samla in resultat och erfarenheter av QSM arbetssättet och utifrån det göra analyser och dra slutsatser. Dessvärre har det varit svårt att svara på några av de frågeställningarna, enligt frågelistan som återges ovan. Detta på grund av att det har varit



svårt att få fram konkret, valid information och dokumenterade fakta. Därför beslutades ganska omgående att arbetet fick en något annorlunda men ny och intressant inriktning. Arbetet inriktades nu istället på att utvidga teoridelen för den mättekniska planeringen och beredningen och två förslag på intressanta områden uppstod att fördjupa sig inom.

Områdena och arbetsrubrikerna för de två områdena att studera blev: ”Geometrisk kvalitetssäkring av produktionsprocess” samt ”Extrahering och filtrering vid längdmätning”. Dessa två områden som vi nu har studerat är på god väg att resultera i två artiklar att publicera i någon erkänd tidskrift inom det mät- och kvalitetstekniska området. Den första artikeln beskriver mätteknikens roll och vi utvidgar synen på mätteknikens roll i produktutvecklings- och produktionsprocessen. Vi framlägger mättekniken så som:

1. *En proaktiv roll*, där mätdata används för att säkerställa dels artiklarnas funktionella egenskaper som grund för kravsättning men också för att säkerställa att vald produktionsmetod kontinuerligt ger förutsättningar för önskad kvalitetsnivå.
2. *En produktionsstyrande roll*, där mätdata används för att under löpande produktion styra kvalitetsutfallet och artiklarnas mått.
3. *En uppföljande roll* där olika typer av mätningar utförs för att följa upp produktionsresultatet.

I den andra artikeln utvidgar vi begreppsbilden och vi försöker framföra en modern syn på osäkerhetsbegreppet. Medan man traditionellt i stort sett enbart koncentrerat sig på mätosäkerhet, har nu begreppet vidgats till att även omfatta andra aspekter på osäkerhet än enbart mätning.

Från det traditionella synsättet att bara prata om mätosäkerhet utvidgas och inbegriper nu kedjan: funktion, specifikation och verifikation enligt Fig. 1.

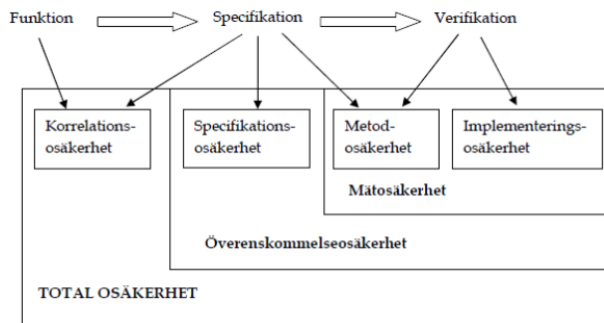


Fig. 1. Samband mellan funktion, specifikation, verifikation och de olika osäkerhetsfaktorerna.

Till det kopplas olika osäkerhetsbegrepp så som; Korrelationsosäkerhet som finns mellan funktion och specifikation av en produkt eller komponent. Specifikationsosäkerhet som är direkt kopplad till verifikationsosäkerheten. Metodosäkerhet som hänger samman med specifikationen och verifikationen samt den s.k. implementationsosäkerheten som med fördel kan tas omhand och följas upp med mätsystemanalyser (MSA) eller enklare

GR&R (Gage Repeatability and Reproducibility) analyser. Alla dessa bygger upp en total osäkerhetskedja och alla är länkade med varandra.

Avslutningsvis så har vårt forskningsarbete mottagits väl på Volvo CE och det har inte minst visat sig genom den starka närvaron och deltagandet på våra arbetsgruppmöten och workshops. Ett särskilt stort tack riktas till Karl-Johan Karlsson som verkat som industrimentor och stor förebild för doktoranden Richard Lindqvist.

#### **5.4 Fallstudier på Leax i Falun med uppnådda resultat**

Arbetet med Leax i Falun blev inte riktigt som planerat. Det var svårt att hinna genomföra fyra fallstudier på fyra företag i fyra olika län och att få tiden att räcka till. Responsen från Leax var initialt låg och har avspeglats i att tidrapporteringar inte prioriterats från deras sida. Tyvärr blev det så att Leax blev nedprioriterat i projektet. Dock genomfördes ett informations- och arbetsgruppmöte där doktorand Richard Lindqvist erhöll ett mycket väl sammanställt delunderlag från Leax, och kunde därmed starta upp arbetet med QSM matrisen. Arbetet fokuserade på att genomföra en första fallstudie på en navreduktionskåpa som Leax tillverkar på uppdrag till Scania CV i Södertälje.

Det viktigaste syftet med Leax studien var att få in underleverantörs-perspektivet vilket till en början kändes viktigt att försöka förstå och analysera. Det är fortfarande en mycket intressant och viktig frågeställning och borde undersökas mer ingående.

#### **5.5 Fallstudier på Saab i Linköping med uppnådda resultat**

På Saab Aerostructures inriktades forskningen på att studera planering, och genomförandet av ett VMKC (Variation Management of Key Characteristics) program i utvecklingsprojektet Boeing 787-9 och för kommande tillverkning och montering av stora lastrumsdörrar. Totalt har cirka 57 informationsmöten, arbetsgruppmöten blandat med workshops genomförts med konstruktion, produktionsteknik, beredning, verktyg, planering och inköp. Tidigt undersöktes möjligheten att identifiera lämplig tillämpning av QSM som arbetssätt och metodstöd. Ett arbete startades med att ta fram en tillämpad och anpassad aktivitetsmodell att kunna föra in inom utvecklingsavdelningen. Denna aktivitetsmodell bygger i grunden på definitioner och arbetssätt hämtade från de två styrande flygstandarderna, SS-EN 9102:2006 FAI (First Article Inspection) samt på SS-EN 9103:2005 VMKC (Variation Management of Key Characteristics).

Arbetsgruppmöten har genomförts med de två tvärfunktionella arbetsgrupperna inom kolfiberkompositstillverkning samt monteringsteknik. Alla discipliner så som konstruktion, produktionsteknik, beredning, verktyg, planering och inköp har aktivt deltagit i projektet.

QSM matrisen och arbetssättet har presenterats för en mindre arbetsgrupp inom Saab Aerostructures utvecklingsavdelning. En insikt och iakttagelse är att QSM mallen kan behöva anpassas och vidareutvecklas något för att passa in mot definitioner och arbetssätt hämtade från dem två styrande flygstandarderna, SS-EN 9102:2006 FAI samt på SS-EN

9103:2005 VMKC. En brist som har identifierats på Saab är att det idag inte finns någon uttalad och skriven rolldefinition på mättekniker. På sikt kommer förmodligen rollen mättekniker att etableras och införas inom Saab Aerostructures utvecklings- och produktionsorganisation. Detta som ett led i att kunskapen kring mätteknik och produktionstekniska mätningar ständigt tilltar och ökar i sin betydelse inom företaget.

Samtidigt har nu ett större arbete med att ta fram en geometrisäkringsprocess startat inom Saab Aeronautics och Saab Aerostructures och där har mättekniken en central och viktig roll. Målet är att SIMET-GICP projektet i slutänden kommer att kunna bidra med viktiga resultat och kunskaper inom mätteknisk beredning, mätteknisk beredningsprocess och arbetsättet QSM vilka samtliga är viktiga delområden och komponenter i en geometrisäkringsprocess och ska därmed införlivas och harmonisera till den större och mer omfattande geometrisäkringsprocessen, se Fig. 2.

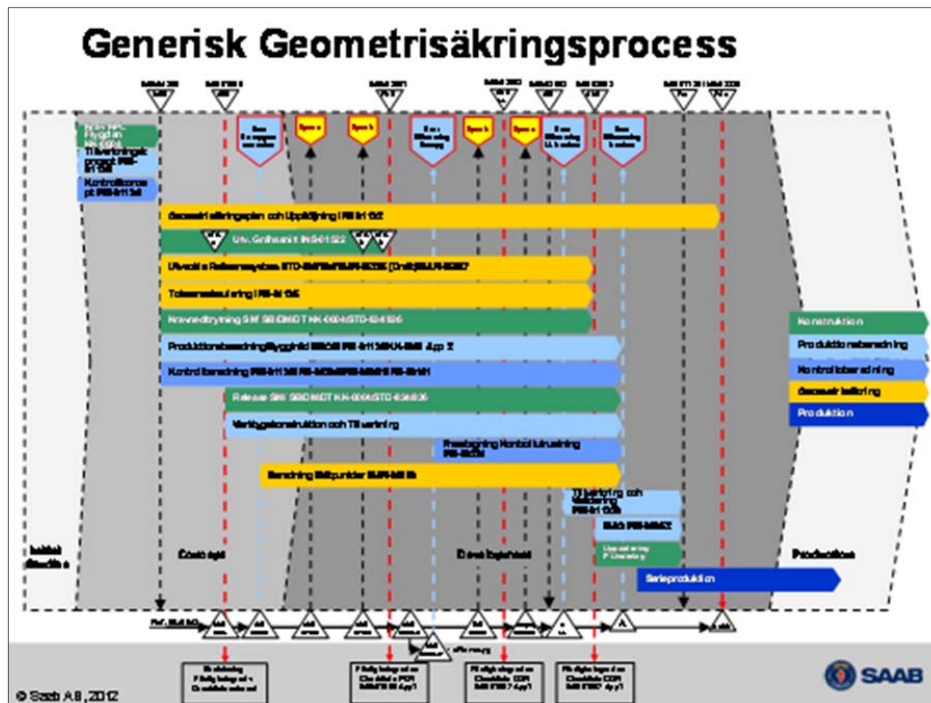


Fig. 2. En bild som illustrerar en generisk geometrisäkringsprocess

## 6. Spridning och publicering

### 6.1 Kunskaps- och resultatsspridning utöver mötena med parterna

#### Internationellt standardiseringsarbete

SIMET-GICP projektet har vid sidan av de presenterade fallstudierna deltagit i ett internationellt standardiseringsprojekt benämnt QIF (Quality Information Framework), och varit aktiv vid totalt 10 arbetsgruppmöten som körs över webben s.k. ”web-

meetings”. Detta har varit en effektiv samverkansform och har fungerat väldigt bra hittills.

Doktorand Richard Lindqvist medverkade vid ett QIF (Quality Information Framework) standardiseringsmöte i South Carolina, USA, den 11-15:e juni 2012 [7].

#### *Handledning av examensarbete*

Ett examensarbete startades upp under 2013 och handleddes av doktorand Richard Lindqvist. Det var två teknologer från KTH som valde att genomföra sitt examensarbete på Volvo Cars i Torslanda inom området robust konstruktion och toleranssättning, [8]. De studerade kvalitetsbristkostnader och särskilt sådana kostnader som kan härledas till geometriska defekter. Deras arbetstitel var; ”Geometrical Quality Failure”. Deras studier är viktiga för SIMET-GICP forskningen eftersom mätteknik och produktionstekniska mätningar huvudsakligen syftar till att säkerställa en målvärdescentrerad, repeterbar och reproducerbar tillverkning och montering av komponenter. Kvalitetsbristkostnader och jakten på att minimera dessa kostnader är goda incitament för användandet av systematiskt införd produktionsteknisk mätteknik.

#### *Planering och genomförande av utbildning spridning av kunskap om QSM och mätteknisk planering och beredning*

Utbildning inom området produktionsteknisk mätteknik och specifikt mätteknisk beredning och planering ingår idag i ett kursmoment i den avancerade kursen MG2210 – ”Advanced Metrology” på KTH. Nu planeras även ett modifierat kursmoment att införlivas i en ny kurs på grundutbildningsnivå i MG2010 på KTH. Utanför KTH så har en ny 1-årig yrkeshögskoleutbildning till mätoperatör/ mättekniker utvecklats och startats upp under 2013. Resultat och kunskaper från SIMET-GICP projektet kommer att läras ut i ett delmoment och kursavsnitt i utbildningen. Detta kommer att genomföras under tre dagar i mars månad 2014.

## **7. Publikationer – se referenser**

## **8. Slutsatser och fortsatt forskning**

Det i 2007 års framtagna analys av arbetsområden för mätteknisk utveckling, kallad ”Skiss för SIMET”, Fig.3, innehöll följande utgångspunkt:

”Övergripande målsättning med kvalitetstekniskt och mättekniskt arbete vid produktion av produkter är att erhålla en så liten osäkerhet som möjligt att den tillverkade produkten överensstämmer i sin funktion med de tilltänkta funktionella egenskaperna hos produkten.”

I denna analys gjordes sedan en stegvis beskrivning av olika steg där osäkerhet uppstår samt med koppling till vad som kan betraktas som ingående i det område inom vilket SIMET som organisation verkar. Genom tillsättande av en doktorand med inriktning på forskning och utveckling av mätteknisk beredning har steg 4 i analysen tillgodosetts.[10] Nästa arbetsområde för en fortsättning behöver

således tas fram och förslag till sådant område ges här.



Fig. 3. Ursprunglig klassificering av SIMETs insatsområden

### FÖRSLAG TILL ARBETSOMRÅDE

I den stegvisa sammanställningen i "Skiss för SIMET" följer på steg 4, "Beredning kontroll-/mätmetod", steg 5 som innebär "Faktisk mätning"

Det är ett naturligt val av nästa arbetsområde, särskilt med beaktande hur detta steg definierades i skissen som ett steg utgående från beredningsområdet:

"Steg 5 innebär att viss osäkerhet finns när beredning omsätts i praktisk mätning. Osäkerheten består dels i att beredningar kan sakna styrning av alla påverkande faktorer för en mätning samt i den normala mätosäkerhet som finns."

Här föreslås följaktligen att detta steg, steg 5, tas som nästa arbetsområde inom SIMET forskning och att erforderliga resurser tas fram för att påbörja ett forsknings- och utvecklingsarbete inom detta område.

### KONKRET BESKRIVNING AV ARBETSOMRÅDET

Inriktning bör vara att i praktiskt mättekniskt arbete utgå från det koncept för specificering av krav och för verifiering av krav inom geometriområdet vilket utgör basen för ISO:s arbete med Geometriska produktspecifikationer, GPS.

Detta kan beskrivas med följande arbetsplan:

- 1: Olika verifikationsoperatorers inverkan på mätresultatet, kopplat till olika tillverknings- och mätmetoder.
- 2: Framtagning av riktlinjer för val av sådana operatorer, särskilt där standardiserad specifikationsoperator saknas.

3: Framtagning av enkla verktyg för kvantifiering av mätosäkerhet, utgående från de principer för sådan analys som standardiserats via JCGM 100:2008, Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement, och i standarderna ISO 14253-1 och 14253-2.

Sådana verktyg behövs för att med dessa principer som grund kunna erhålla praktiskt tillämpbara analyser av mätningars och mätsystems osäkerheter, med beaktande av alla orsaker till osäkerhet som uppstår inom olika former av industriell produktionsteknisk mätteknik. Särskilt behövs verktyg vilka kan tillämpas för denna typ av analyser även för enklare produktionsnära mätningar.

Standardiserat arbetssätt vid modelldriven utveckling

Förutom ovan angivna projektförslag inom SIMET forum och dess forskningsgren, finns ytterligare ett projektförslag framtaget som är benämnd MPQP – Model based Process and Quality Planning. Där är syftet att ta fram en datorapplikation för beredning av tillverkning och av mät- och kontrolloperationer baserat på STEP standarden för överföring inom och mellan olika datorsystem och tillämpningar. Denna kan ses som en konkurrent till den QIF standard som håller på att utvecklas och tas fram i USA och som drivs utav NIST. QIF baseras på xml standard och byggs upp av schema definitioner och bibliotek så den använder inte direkt semantisk information vilket är STEP standardens stora fördel och styrka.

## 9. Deltagande parter och kontaktpersoner

### *Ledningsgrupp:*

Industriell projektledare (2010-2013), Mats Deleryd, kvalitetschef Volvo AB och Bo Eneholm, Renishaw, VD

Akademisk projektledare, Lars Mattsson KTH, Prof.

Per-Johan Wahlborg, SWEREA/IVF, Gruppchef

Håkan Nilsson, SP, Enhetschef

Per-Ola Eriksson, Hexagon Metrology, försäljningsansvarig CMM:er

Peter Ståhlberg, Volvo CE, avdelningschef

Niclas Josefsson, Scania, Mätteknisk utveckling

Johan Stark, Saab Aerostructures, Avdelningschef

Kenneth Westerlund, Marknadschef Mitutoyo – avgick 2012

Lars Mattsson, KTH Industriell Produktion, Prof.

### *Huvudsaklig arbetsgrupp Forskning:*

Per-Ola Eriksson, Hexagon Metrology Nordic

Karl-Johan Karlsson, Volvo CE

Niclas Josefsson, Scania, Mätteknisk utveckling

Anders Berglund, Scania, Projektsamordnare SIMET-GICP

Ronnie Madsen, Saab Aeronautics, Geometrisäkring

Anders Viveland, Saab Aeronautics, kontrollberedning CMM:er

## 10. Referenser

1. Sörqvist L. Poor quality costing. [Thesis]. Stockholm: KTH; 1998. Trita-MT, 98:3.
2. Sörqvist L. "Difficulties measuring the cost of poor quality". 2012-12-03 <http://www.sandholm.se/Artiklar/difficulties.asp>
3. Lindqvist et. al., 2013, Referens:  
121204\_Slutrappport\_D12\_Blockline\_Fallstudie1och2\_RL\_Final.pdf samt  
121204\_BilagaA\_Slutrappport\_D12\_Blockline\_Fallstudie1och2\_RL\_Final.pdf)
4. Q-DAS, "Experts in statistics", 2013-12-05. URL: <http://www.q-das.de/>
5. Daggfelt, M., och Gustafsson, A., Framtagning av arbetsmodell för mätteknisk beredning inom Scania CV AB, examensarbete, KTH, 2013. URL: <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:600090/FULLTEXT01>
6. Lindqvist, R., 2013, Referens:  
121017\_Rapport\_Konceptuell\_beskrivning\_RL\_Final.pdf
7. URL: <http://qifstandards.org/>
8. Hellström E, Soppela K. GEOMETRICAL QUALITY FAILURE. 2013. Degree Project in Production Engineering, Second Level, 554.
9. 9. Karlsson, K-J., "SIMET nästa steg", Förslag till arbetsområde, Volvo CE, 2012-10-2
10. Lindqvist R. Geometrical and dimensional Measurement Planning : - a systematic and holistic approach. [Lic Thesis]. Stockholm: KTH Royal Institute of Technology; 2011. Trita-IIP