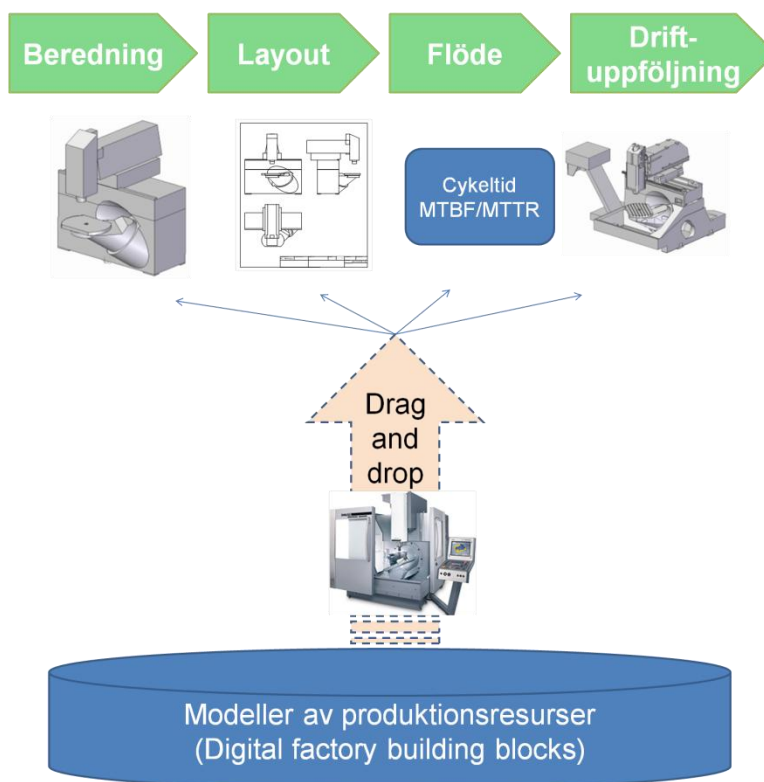


Digital factory building blocks – byggblock i den digitala fabriken



Gunilla Sivard

4 juni 2012

Delprogram: Hållbar produktionsteknik

Innehåll

1. Sammanfattning.....	3
2. Bakgrund	3
3. Syfte.....	4
4. Genomförande.....	4
5. Resultat	5
5.1 Bidrag till FFI-mål	6
5.2 Resultat per arbetspaket	6
6. Spridning och publicering.....	13
6.1 Kunskaps- och resultatspridning	13
6.2 Publikationer	14
7. Slutsatser och fortsatt forskning.....	15
8. Deltagande parter och kontaktpersoner	15

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

1. Sammanfattning

Projektet DFBB (Digital Factory Building Blocks) syftade till att stödja utveckling av digitala analyser via enkel tillgång till relevanta och samordnade underlag. Målet var att definiera och implementera modeller av produktionsresurser som kan återanvändas i många olika applikationer samt uppdateras baserat på driftdata. Tanken är att bidra till att stärka och vidareutveckla svensk fordonsindustris konkurrenskraft genom en kraftigt ökad användning av virtuella verktyg för att t.ex. utföra snabba och noggranna konsekvensstudier och tillverkningsoptimeringar.

I korthet så har projektet nått målen och demonstrerat återanvändning och uppdatering av resursmodeller i två användarfall, ett på Volvo rörande geometri och kinematik och ett på Scania rörande uppdatering med driftdata. Demonstrationerna vilar på en standardiserad informationsmodell baserad på de industriella informationsstandarderna CMSD (Core Manufacturing Simulation Data) och ISO 10303/STEP (Standard for the Exchange of Product model data). Via användningen av systemneutrala standarder uppnåddes interoperabilitet och samordning av information från applikationerna Catia, Siemens NX, ExtendSIM och GDM Tool (Chalmers). Vidare så har avsevärda bidrag gjorts till validering, utveckling och praktisk användbarhet av standarderna, ett bidrag som bland annat lett till att ett flertal företag har implementerat import av systemneutral kinematikinformation. Slutligen har en dialog förts med deltagande företag från fordonskomponentgruppen och en enkel modell tagits fram som visar syfte och användning av simulering.

2. Bakgrund

Modellbaserad utveckling och virtuell tillverkning är erkänt viktiga verktyg för att uppnå en effektiv och anpassningsbar produktion. Genom tillverkningssystemets livstid används en mängd applikationer för beredning, layout, simulering, flödessimulering etc. Ett problem, som gör att användningen begränsas, är dock tiden och kostnaden för att bygga upp modellerna – det tar ofta över hälften av analystiden att samla in den information som krävs för analyser och simuleringar. Informationsunderlagen är ofta ofullständiga och befinner sig i olika system och format, är beskriven för olika syften, och på olika detaljeringsnivå. Speciellt besvärligt är detta när företag som samarbetar (OEM, leverantörer av maskiner, verktyg, fixturer) använder olika systemverktyg som i sin tur strukturerar information på olika sätt, beskriven i olika format.

För att möjliggöra kommunikation mellan olika system och aktörer krävs ett gemensamt språk, och ett samordnat sätt att strukturera och formatera informationen. Det finns många olika standarder och systemneutrala format, men dessa är utvecklade för mer eller mindre specifika syften och är inte harmoniserade med varandra. Därför behövs ett generellt sätt att beskriva information inom produktion så att olika applikationer kan utbyta och samordna sin information.

Vidare så behöver man kunna hantera information som behövs för att utföra analyser som syftar till en mer hållbar produktion. Traditionellt så beskrivs inte information om exempelvis energiförbrukning och utsläpp, utan man behöver se till att även denna typ av egenskaper kan representeras i informationsmodellen. Med hjälp av denna information kan man göra analyser av miljöbelastning vid utveckling av produktionen och sedan även följa upp uppmätta värden för att justera systemet när det väl är i drift.

3. Syfte

Projektet syftade till att stödja utveckling av digitala analyser via enkel tillgång till relevanta och samordnade underlag. Dessa underlag berör produkters och resursers form och struktur men även egenskaper som beskriver deras energiförbrukning och miljöbelastning. Genom att ge snabb access till information och kunna återanvända uppdaterade modeller av produktionsresurser i olika applikationer vill man kunna öka användningen av digitala modeller och virtuella verktyg och möjliggöra analyser i tidiga skeden. Tanken är man ska kunna utföra snabba och noggranna konsekvensstudier och tillverkningsoptimeringar och på så sätt bidra till att stärka och vidareutveckla svensk fordonsindustris förmåga till hållbar produktion och internationell konkurrenskraft.

4. Genomförande

DFBB var en samverkan mellan Scania, Volvo, KTH, Chalmers, Swerea IVF samt tre företag från FKG. Vårt angreppssätt var att definiera bibliotek av produktionsresurser-modeller (maskiner, robotar, kringutrustning, fixturer, verktyg) som är beskrivna på ett systemneutralt sätt och sålunda kan återanvändas för många olika datorstödda analyser och applikationer. Dessa byggblock skall även kunna uppdateras med sina drifttegenskaper och hållas aktuella genom hela produktionslivscykeln. Eftersom framtagningen av standarder ofta blir teoretisk, ville vi i projektet dels använda oss av standarder som finns och är accepterade av industrin, dels fokusera projektet runt framtagandet av ett antal implementerade demonstrationer.

Förväntade leverabler var:

1. Demonstratorer av hur digitala modeller av produktionsresurser återanvänds i valda applikationer inom deltagarföretagen Scania och Volvo.
2. En specifikation av hur modeller av produktionsresurser bör modelleras för att uppnå interoperabilitet.
3. En metod för att uppdatera modellerna med historiska data.
4. En beskrivning av hur tekniken med digitala modeller kan användas av deltagande små och mellanstora företag (SMF).

Projektet var indelat i 5 arbetspaket

WP1: *Industrial targets and parameters* – kartläggning av behov av digitala analyser, specifikt analyser av miljöaspekter, inom industrin (Swerea IVF)

WP2: *Digital building block library* – specifikation av hur resursmodellerna bör representeras för att uppnå återanvändbarhet (KTH)

WP3: *Integration of operational data* – specifikation av hur historiska data infogas i resursmodellerna (Chalmers)

WP4: *Digital factory work method for suppliers industry* – samverkan med leverantörsindustrin (Swerea IVF)

WP5: *Demonstrator* – planering och implementering av demonstratorer baserat på resultat från övriga WPn (KTH)

Arbetspaketen adresserade målen enligt följande:

Mål	Arbetspaket	Ansvarig part
1 – Demonstratorer	5, 3	KTH
2 – Specifikation av modeller	2, 5	KTH
3 – Metod för uppdatering	3, 5	Chalmers
4 – Behov och användning i SMF	1&4	Swerea IVF

5. Resultat

Projektet har uppnått sina mål genom att i demonstrationer och utveckling av internationella standarder visa hur man kan representera information om maskiners geometri, kinematik, tekniska data och driftdata på ett systemneutralt sätt.

För Volvo utvecklades en metodik för att kommunicera kinematik ihop med geometri mellan CAD-system. Denna metodik baseras på ISO standarden STEP AP214 som idag finns implementerad för geometri men som i teorin kan hålla mycket mer information än så. I Volvo-demonstratorn implementerades metodiken för att kommunicera information mellan Catia V5 och Siemens NX. Se resultat från WP2 och WP5.

För Scania implementerades Chalmers verktyg GDM-tool för att skapa driftsstatistik baserat på rådata som stopptider. Projektet har också tagit fram ett sätt att representera maskiners effekt i olika tillstånd i simuleringsmodeller, vilket möjliggör simulering och optimering av energiåtgång i produktion. Information om MTBF och MTTR, samt även insamlad information om effekt, integrerades med övrig information i STEP-modellen för att sedan exporteras till flödessimuleringsverktyget ExtendSIM. Kommunikationen följer samma princip som i Volvofallet, baserat på ISO standarden STEP, och utvidgade den metodiken till att kunna representera stokastiska fördelningar som beskriver maskinernas tillgänglighet i praktiken. Resultaten från användningen av GDM-tool visar att tiden för datahantering kan reduceras med cirka 75% relativt ett traditionellt industriellt arbetssätt. Se resultat från WP3 och WP5.

Slutligen har en dialog förts med deltagande företag från fordonskomponentgruppen och en enkel modell har tagits fram som visar syfte och användning av simulering. Detta för att underlätta förståelse för tekniken och nå ökad användning av virtuella verktyg inom små och mellanstora företag. Se resultat från WP1 och WP4.

5.1 Bidrag till FFI-mål

Projektet bidrar till en utökad användning av virtuella verktyg tack vare bättre tillgång till, utbyte och samordning av produktionsrelaterad information.

Interoperabiliteten mellan olika mjukvaror och mellan verkligheten och digitala modeller av produktionssystemet anses vara en nyckel för att uppnå hög produktivitet i utvecklingen. Dessutom ger förmågan att uttrycka energiförbrukning en utökad möjlighet att digitalt utvärdera systemets miljöpåverkan innan produktionsstart.

Projektet bidrar sålunda till:

- Snabbare "ramp up" till en produktionstakt som motsvarar marknadsbehovet vid produktändringar, både i existerande och nya tillverkningsystem.
- Tillförlitligt stöd för ständiga förändringar för att uppnå en hög produktionseffektivitet och produktivitet.
- Tillverkningsprocesser och – system med känd påverkan på miljö och klimat.
- Snabbare svarstid för analyser av inverkan av ändringar i produkt, produktionsvolym eller produktmix
- Ökad tillförlitlighet vid konceptuell analys med hjälp av högre detaljeringsnivå i underlag.
- Olika former av rådata och mått på resursers tillgänglighet, effektivitet och miljöpåverkan.

5.2 Resultat per arbetspaket

Arbetspaket 1 och 4, WP1 och WP4

Mål: En beskrivning av hur tekniken med digitala modeller kan användas av deltagande små och mellanstora företag (SMF).

Workshoppar, nätverk och övergripande modell för att stimulera "digital factory"

I kontrast till Volvo och Scania, så har många av de mindre företagen – många gånger leverantörer till Volvo och Scania – inte i alls samma utsträckning investerat eller arbetat med metoder och verktyg för "digital fabrik". Men precis som för de större företagen så finns både behov och potential för att arbeta med tekniken. Projektet har genomfört workshoppar, fallstudier, och även initierat en grupp av intressenter för digital factory-lösningar bland SMF.

Sammanlagt har på två workshopparna personer från 19 företag medverkat (13 från FKG) för att presentera och diskutera olika sätt att analysera produktionssystem. Personerna och

företagen skall nu utvecklas och organiseras till ett nätverk med regelbundna workshoppar. Syftet är att ge en kanal för spridning av nya tankar och resultat till företagen och att få möjlighet att fånga företagens problembild, perspektiv, förutsättningar, och föra den tillbaka till forsknings- och utvecklingsprojekt.

Resultaten från företagsstudierna och workshoppar har bidragit till utformningen av en konceptuell modell. Denna är tänkt att stödja företag att, på ett strukturerat sätt och övergripande sätt, bedöma, reflektera och sammanställa en bild av sin "nivå" avseende användning av simuleringsstöd för analyser.

Modellen har två dimensioner, som kan kombineras för att forma vitt skilda typer av simulering (Figur X). Utefter första dimensionen beskrivs olika syften/mål med simuleringsanalysen: Visualisering (dokumentation, utbildning, presentation); Utformning (geometri, material); Kapabilitet från objektet (kostnad, volym, ledtid, kvalitet, mm); Förluster/effektivitet hos objektet (omställningsförluster, utnyttjande, balansering, lager, PIA, mm); Andra effekter som miljö, ergonomi; Programmering (robot, PLC, planering, instruktioner).

Den andra dimensionen återspeglar vilket objekt/system som analyseras: Produkt/komponent; Process; Verktyg/Fixtur; Utrustning/station/Arbetsplats; Produktionslina/flöde, Fabrik; och Logistik.

Det är vår övertygelse att många företag skulle dra fördel av att använda denna övergripande modell för att bedöma och utvärdera sitt nuvarande arbetssätt och metoder, och för att inse fördelar och potential med att i fler situationer, och i större utsträckning arbeta med mer digitala verktyg.

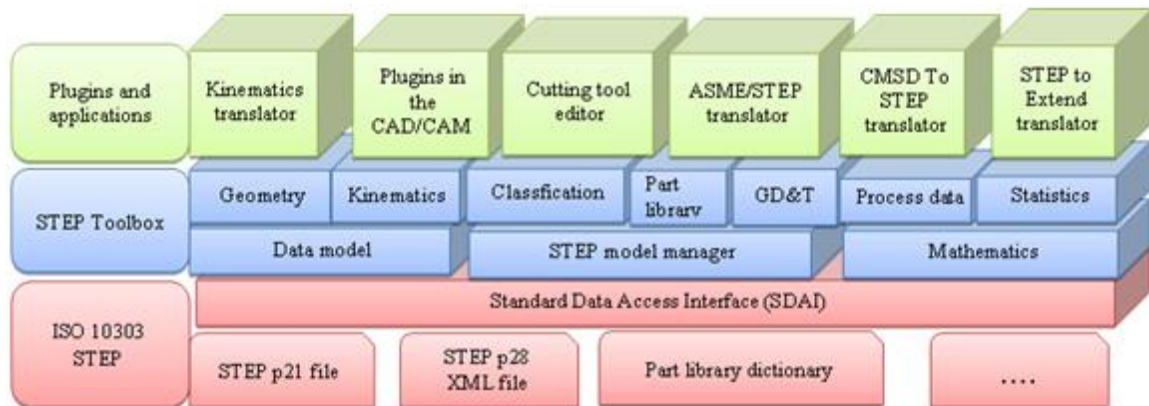
		Object that is simulated							
		Product and Component	Production Process	Tools and Fixtures	Equipment & Station	Production line/ flow	Overall Site/ Plant	Intra plant logistics	
Objective of simulation (purpose, questions)	COMMUNICATION EDUCATION:	1	3	0	3	3	3	1	2
	DESIGN: GEOMETRY, MATERIAL, POSITION.	2	3	0	2	2	2	2	2
	ANALYSING DYNAMIC & STATIC PROPERTIES & CAPABILITY:	3	3	1	3	3	2	3	3
	ANALYSING INEFFICIENCY/LOSSES:	3	3	2	1	2	3	2	2
	ANALYSING ERGONOMICS, SOCIAL, ENVIRONMENTAL	3	2	1	0	1	0	1	1
	DECIDING & PROGRAMMING OBJECT'S OPERATION:	4	1	2	2	2	1	0	1
	SUPPORTING MANAGEMENT AND OPERATION OF OBJECT	5	1	2	2	2	0	0	1

Figur 1 En holistisk modell för utvärdering av ett företags arbetssätt, metoder, och grad av simuleringsanvändning för att analysera olika aspekter, av olika delsystem/objekt. (T ex visualisering av arbetsplats, konstruktion/design av fixturer, analys av ledtider)

Arbetspaket 2 stod för specifikationen av hur modeller av produktionsresurser bör modelleras för att uppnå interoperabilitet.

Projektet har visat hur man kan representera information om maskiners geometri, kinematik, tekniska data och stokastiska driftdata baserat på en informationsstandard som redan används brett inom industrin: ISO 10303 STEP. STEP AP214 definierar systemneutral produkt och processinformation bl.a. för att uppnå interoperabilitet mellan system och applikationer. Standarden har en stor outnyttjad potential eftersom den idag endast är industriellt implementerad för geometri och i teorin kan hålla mycket mer information än så. Principen att implementera standarder och visa på deras användbarhet har visat sig framgångsrik och har gjort att både IT-leverantörer och verkstadsindustri har börjat se potentialen med dessa modeller som kan importeras i vilket system som helst och ändå innehålla information som beskriver beteende och semantik.

Förutom specifikationen av hur information ska representeras, har projektet utvecklat en metodik kallad STEP Toolbox för att importera/exportera data för att göra det enklare att använda STEP som till sin natur är komplex och svårgenomtränglig.



Figur 2 Arkitektur för STEP Toolbox

Resultat i mer detalj:

- Den första valida datamodellen av kinematik i enlighet med informationsstandarderna ISO 10303 STEP AP214 och AP242 har implementerats.
- Flera bidrag har, i en internationell samverkan inom ISO TC184 SC4, gjorts till vidareutvecklingen av kinematikmodellen och dessa är nu del av den nya standarden STEP 242. Bland annat har kinematikmodellen gjorts mer generisk och lättare att koppla till annan information om produkter- processer och resurser så som de modelleras i AP242.
- I nära samverkan med det tyska IT-företaget LKSoft och det amerikanska STEP Tools har kinematikmodellen testats och verifierats, och dessa företag har nu utvecklat import/export funktioner av kinematik till sina system IDA Step respektive ST-Machine.
- STEP Toolbox är ett programmeringsgränssnitt som har tagits fram inom projektet för en enklare implementering av STEP för CAD/CAM utvecklare.

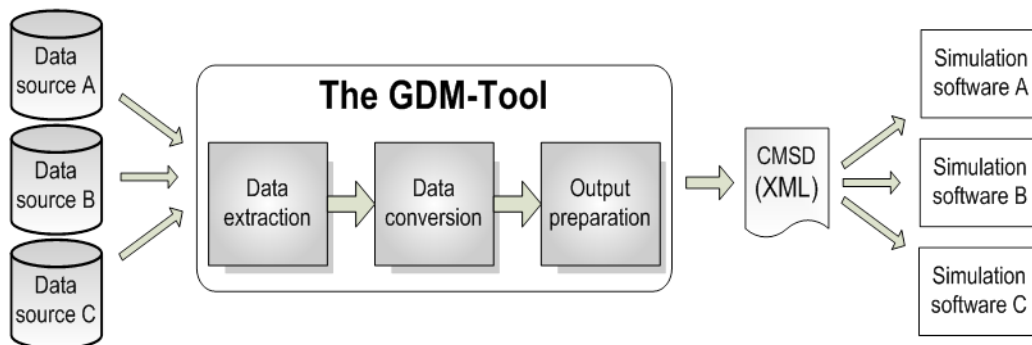
- STEP Toolbox har ett Java gränssnitt för att processa olika typer av produktinformation som geometri, kinematik, klassificering och GD&T. På detta sätt kan utvecklare skapa sina egna standardbaserade applikationer, utan att det krävs en djup kunskap i STEP-standarden som sådan.
- KIBOS (KTH Implementation Based On STEP) för gränssnitt mot Siemens NX och ST-Machine utvecklades som den första applikation som validerar denna princip. Inom WP5 implementerade utvecklare på Volvo Technology med liten erfarenhet av STEP en plugin för kommunikation av kinematik för CATIA V5 baserat på STEP toolbox.
 - Information om energiförbrukning och stokastiska driftdata såsom MTBF, MTTR med fördelning, har representerats i enlighet med STEP-standarden och validerats via en implementering. Detta är ett bidrag till en framtida metodik för en generell hantering av driftdata inom STEP.

Arbetspaket 3 - WP3

Syftet med detta arbetspaket är att möjliggöra kontinuerlig uppdatering av digitala byggblock baserat på historisk produktionsdata. På så sätt kan analysverktyg användas och utbyta information med varandra frekvent under beredningsfasen och på daglig basis för kontinuerlig utveckling av produktionssystem. Målet är därför att utveckla och utvärdera metoder för automatisk datahantering som kraftigt reducerar tidsåtgången för både datainsamling och dataanalys.

Automatisk hantering av produktionsdata

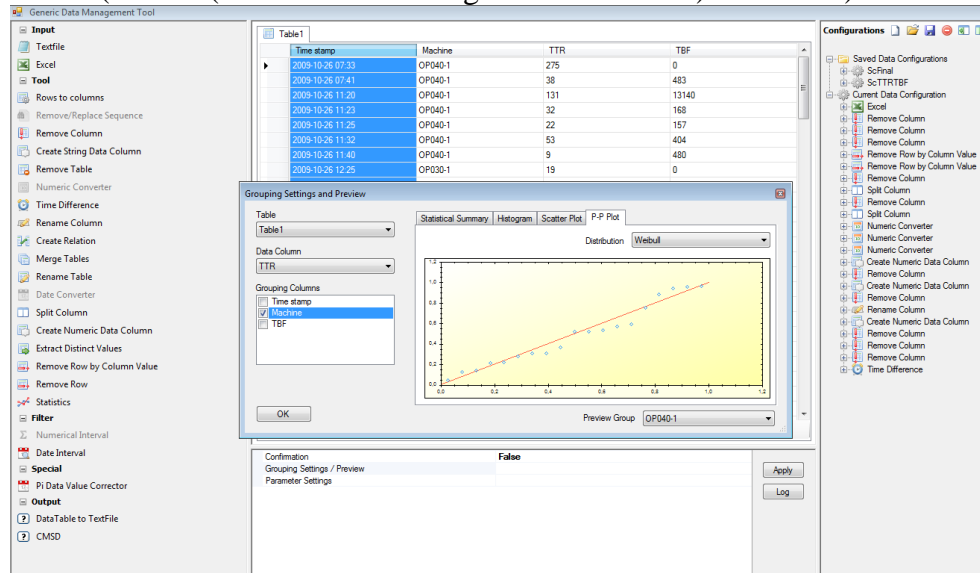
Projektet har utvecklat och validerat ett koncept för automatisk hantering av produktionsdata. Konceptet finns också implementerat i en demonstrator med namn GDM-Tool (Generic Data Management). Dessa resultat är vidareutvecklingar av forskning som initierades under MERA-programmet i ett projekt med namn Konceptuell Fabriksutveckling. Tre oberoende fallstudier visar nu att tiden för datahantering kan reduceras med cirka 75% relativt ett traditionellt industriellt arbetssätt.



Figur 3 Utvecklat koncept för automatisk datahantering.

Konceptet bygger främst på att data automatiskt kan extraheras från en rad olika strukturerade datakällor så länge de är datoriserade och representerade som relaterade tabeller, vilket de allra flest källorna i svensk industri är. GDM-Tool tillhandahåller sedan en uppsättning dataoperatorer som används för att göra om data till relevant information

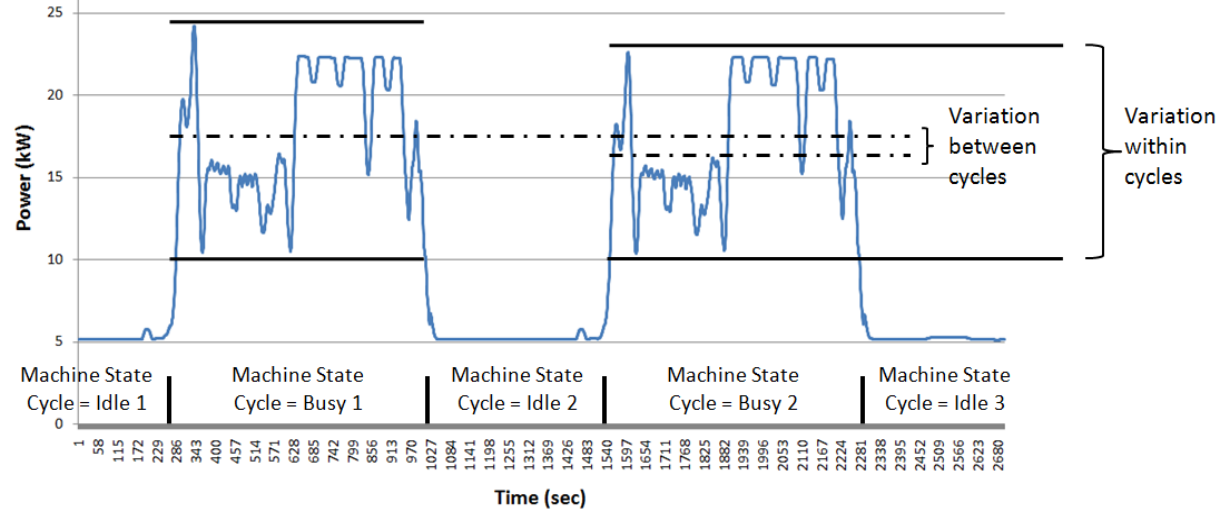
för de digitala byggblocken och de analysverktyg som använder modellerna. Bland annat kan verktyget automatiskt göra om datapunkter till statistiska fördelningar, vilket exemplifieras i bilden nedan. Resultaten exporteras sedan automatiskt till ett neutralt format (CMSD (Core Manufacturing Simulation Data) i detta fall).



Figur 4 Exempel på användargränssnitt och funktionalitet i GDM-Tool.

Representation av miljöparametrar

För att möjliggöra att de digitala byggblocken används till analyser som syftar till att öka den ekologiska hållbarheten i produktionssystem har projektet undersökt hur och på vilket format miljöparametrar bör vara representerade. Utgångspunkten var att studera behoven för diskret händelsestyrd simulering (simulering av produktionsflöden) som har höga krav på detaljnivå och att datan ska kunna beskriva dynamiska beteenden. Under en studie på Scania uppmättes effektåtgången i fem fräsmaskiner under arbete, reparation, väntan på material samt i stand-by. Variationen mellan maskincykler visade sig vara så begränsad att effektdata kan representeras deterministiskt i simuleringsmodeller (och i våra digitala byggblock). Ett intressant extra resultat visade att cirka 33% av energiåtgången i produktionen kan härledas till icke värdeadderande tid, vilket stödjer behovet av flödesanalys för att minska miljöpåverkan i svensk industri.



Figur 5 Variation av effekt under olika maskincykler.

Utveckling av internationellt standardiseringsarbete

Flera av projektets resultat har inverkat på utvecklingen av internationella standarder inom området virtuella produktionsanalyser. Ett sådant exempel är standarden CMSD (SISO-STD-010-2011) som vidareutvecklats i samarbete mellan National Institute of Standards and Technology (USA) och Chalmers. Samarbetet har möjliggjort en utvidgning av CMSD till att kunna versionsbestämma datapunkter i byggblock. Standarden har även anpassats och utökats för att kunna hantera just effektdata, vilket inte var testat innan DFBB-projektet.

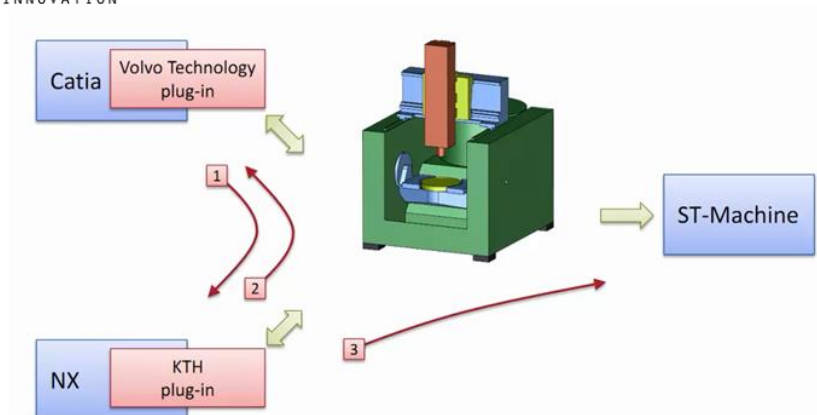
Prognostisering av beteende hos ny produktionsutrustning

Ovanstående versionshantering för byggblock möjliggör ett strukturerat arbetssätt för att prognostisera beteende hos nya byggblock genom att studera historisk data för liknande tillverkningsprocesser. Arbetssättet bygger på att en grupp processexperter värderar data för den specifika produktionsresursen i tidigare faser av dess livs-cykel och/eller data för liknande processer med större tillgänglig informationsmängd. På så sätt kan de digitala byggblocken hjälpa till att kombinera data och information exempelvis från tillverkaren, beteende för samma resurstyp hos andra företag, prototypkörningar samt i löpande produktion. Genom att kombinera denna typ av information kan parametrar så som effektåtgång, Mean Time Between Failure (MTBF) och Mean Time To Repair (MTTR) förutsägas mer precis än innan detta projekt genomförts.

Arbetspaket 5 – WP5

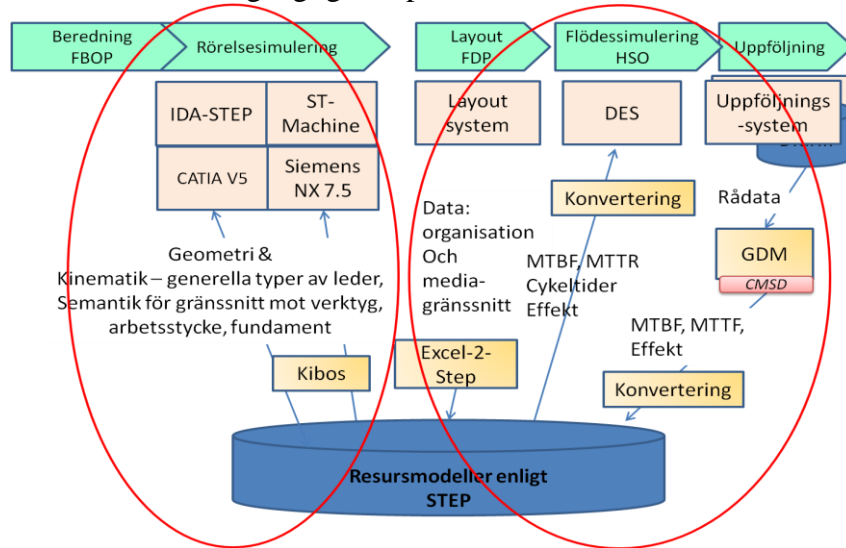
I detta arbetspaket utvecklades demonstratorer av hur digitala modeller av produktionsresurser återanvänds i valda applikationer inom deltagarföretagen Scania och Volvo.

I Volvo-demonstratorn implementerades metodiken från WP2 för att kommunicera information mellan Catia V5 och Siemens NX 7.5 och 8 och ST-machine för NC-simulering.



Figur 6 Kommunikation av kinematik mellan Catia, Siemens NX och ST-machine

För Scania implementerades Chalmers verktyg GDM-tool som skapade driftsstatistik baserat på rådata som stopptider. Stokastisk information om MTBF och MTTR, samt även insamlad information om effekt, integrerades med övrig information i STEP-modellen för att sedan exporteras till flödessimuleringsverktyget ExtendSIM. Kommunikationen följer samma princip som i Volvofallet, baserat på ISO standarden STEP, och utvidgade den metodiken till att kunna representera stokastiska fördelningar som beskriver maskinernas tillgänglighet i praktiken.



Figur 7 Volvodemonstration runt kinematikmodellering, Scaniademonstration runt driftsinformation

- Demonstrator på Volvo – Demonstration av utbyte av kinematikinformation för en 5-axlig verktygsmaskin mellan olika CAD-system.
 - Implementation av export/import av kinematikinformationen i CAD-modeller mellan CATIA V5 och Siemens NX 7.5 (och även NX 8) baserat på det systemneutrala formatet STEP AP214 och AP242. Volvo Technology utvecklade applikationen i CATIA baserat på STEP Toolbox utvecklad inom WP2.

- Implementation av import av kinematikinformation till systemen IDA Step och ST Machine i samverkan med de internationella företagen LKSoft och Step Tools.
- Demonstrator på Scania – Demonstration av uppdatering av en maskinmodells driftegenskaper baserat på uppmätt rådata.
 - Utveckling av konvertering av rådata från Scantias driftuppföljningssystem Didrik till stokastisk information via GDM-tool så som beskrivet i WP3.
 - Utveckling av applikation för konvertering av MTBF och MTTR med stokastisk fördelning från GDM-tool till STEP-formatet.
 - Utveckling av import av stokastisk driftinformation och cykeltider från STEP-modellen till Scantias simuleringsapplikation ExtendSIM.
- Demonstration av samordning av information från Volvo med den från Scania för att visa på generalitet och återanvändbarhet.
 - Utveckling av en applikation för konsolidering av olika dataset i STEP-format, i detta fall konsolidering av driftinformationen med övrig resursinformation i STEP-modellen.
 - Utveckling av en generell STEP-viewer för att visa såväl geometri, tekniska data som stokastiska driftdata. Denna är fortfarande en prototyp men den första i sitt slag som kan visualisera stokastiska data, till skillnad från de kommersiella IDA STEP och ST-Machine som kan visualisera geometri, tekniska data och kinematik.

6. Spridning och publicering

6.1 Kunskaps- och resultat spridning

DFBB har samverkat med flera projekt inom FFI-programmet, bland annat vid framtagandet av demonstrationer av kommunikation av data mellan olika system. Samverkan har skett med projekten: Feature based operation planning, Holistic simulation and optimization samt Factory design process.

DFBBs resultat har spridits såväl vid projektets egna workshops med FKG parterna som vid konferenser – både vid FFIs egen “Klusterkonferens” och internationella forskarkonferenser.

Samtidigt som kommunikation vid konferenser är värdefull, så tror vi att den största påverkan av projektet har uppnåtts genom vår samverkan i standardiseringskommittéer vid NIST och ISO. I dessa kommittéer har projektet bidragit till utvecklingen av informationsstandarderna CMSD och STEP.

6.2 Publikationer

Boulonne, A., B. Johansson, A. Skoogh and M. Aufenanger. 2010. Simulation Data Architecture for Sustainable Development. In: *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference*, eds. B. Johansson, S. Jain, J. Montoya-Torres, J. Hagan, and E. Yücesan, 3435-3446.

Gullander P, Lundin R, Wandebäck F, Widfeldt M. "Crucial Factors for Understanding, Analyzing, and Improving Production: Commitment, Production Data, System Dynamics and Simulation", Prel accepted to SPS'12 Swedish Production Symposium, Linköping, Sweden, 6-8 nov 2012.

Hedlind, M., Lundgren, M., Lundholm, T., Kjellberg, T. (2010) Model Based Machining Descriptions, 7th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (ICME), Gulf of Naples, Italy, 23-25 June 2010.

Hedlind, M., Lundgren, M., Archenti, A., Kjellberg, T., Nicolescu, C. M. (2010). Manufacturing resource modelling for model driven operation planning, 2nd CIRP Conference on Process Machine Interaction (PMI), Vancouver, Canada, 10-11 June 2010, ISBN:978-0-9866331-0-2

Hedlind, Klein, Li and Kjellberg "KINEMATIC STRUCTURE REPRESENTATION OF PRODUCTS AND MANUFACTURING RESOURCES"; Proceedings of DET2011 7th International Conference on Digital Enterprise Technology Athens, Greece 28-30 September 2011

Kjellberg, Euler-Chelpin, Hedlind, Lundgren, Sivard, Chen "The machine tool model – A core part of the digital factory", CIRP Annals – Manufacturing Technology, Vol. 58 Issue 1, 2009

Li, Hedlind and Kjellberg "Implementation of Kinematic Mechanism Data Exchange Based on STEP", Proceedings of DET2011 7th International Conference on Digital Enterprise Technology Athens, Greece 28-30 September 2011

Li, Implementation and evaluation of kinematic mechanism modeling based on ISO 10303 STEP, Master Thesis, KTH, 2011.

Shariat Zadeh, Sivard, Wickman and Hedlind "Material Flow Data Representation and Integration Based on STEP", Submitted to 2012 IEEE Conference on Control, Systems & Industrial Informatics, 2012.

Skoogh, A. 2011. *Automation of Input Data Management - Increasing Efficiency in Simulation of Production Flows*. Göteborg : Chalmers University of Technology. PhD Diss. ISBN/ISSN: 978-91-7385-604-1.

Skoogh, A., B. Johansson, and L. Hansson. 2011. Data Requirements and Representation for Simulation of Energy Consumption in Production Systems. In: *Proceedings of CIRP Manufacturing Systems 2011*.

Skoogh, A., J. Michaloski, and N. Bengtsson. 2010. Towards Continuously Updated Simulation Models: Combining Automated Raw Data Collection and Automated Data Processing. In: *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference*, eds. B. Johansson, S. Jain, J. Montoya-Torres, J. Hugan, and E. Yücesan, 1678-1689.

Skoogh, A., T. Perera, and B. Johansson. Submitted. Input Data Management for Simulation - Industrial Practices and Future Trends. *Simulation Modelling Practice and Theory*. (Under 3rd revision)

7. Slutsatser och fortsatt forskning

Insikten om värdet av interoperabilitet mellan system och samordning av information fortsätter att öka inom EU och industri. Resultat från projektet DFBB har därför fått stort genomslag i internationella standardiseringskommittéer.

Något som fått en särskild påverkan är våra implementeringar av den generella men svårtillgängliga standarden STEP som visar på dess applicerbarhet och potential, både för verkstadsindustrin och för IT-leverantörer. Genom att underlätta användningen av standarden skapas en drivkraft för utvecklingen av IT-system i den riktning som tillverkande industri behöver för att bli mer effektiv.

Vi planerar därför att fortsätta utvecklingen av STEP Toolbox för att implementera och verifiera allt större delar av STEP standarden AP242.

8. Deltagande parter och kontaktpersoner



- VBG Group
- Haldex Brake Products
- Faurecia

Kontaktperson:

Dr. Gunilla Sivard

KTH Industriell produktion
Brinellvägen 68
100 44 Stockholm
+46 8 790 9080
Gunilla.Sivard@iip.kth.se