



KUNGL  
TEKNISKA  
HÖGSKOLAN



TRITA-NA-D0203 • CID-171 • ISSN 1403-0721 • Department of Numerical Analysis and Computer Science

## **Simulering som verktyg i förbättringsarbete – pilotprojekt på Arvika Gjuteri**

**Torbjörn Ilar, Torbjörn Lind och Åke Walldius**



**CID, CENTRE FOR USER ORIENTED IT DESIGN**

## **Torbjörn Ilar, Torbjörn Lind & Åke Walldius**

Simulering somverktyg i förbättringsarbete – pilotprojekt på Arvika Gjuteri

**Report number:** TRITA-NA-D0203, CID-170

**ISSN number:** ISSN 1403 - 0721 (print) 1403 - 073 X (Web/PDF)

**Publication date:** 2002

**E-mail of author:** aakew@nada.kth.se

**URL of author:** <http://www.nada.kth.se/~aakew>

### **Reports can be ordered from:**

CID, Centre for User Oriented IT Design

NADA, Department of Numerical Analysis and Computer Science

KTH (Royal Institute of Technology)

SE-100 44 Stockholm, Sweden

Telephone: + 46 (0) 8 790 91 00

Fax: + 46 (0) 8 790 90 99

E-mail: [cid@nada.kth.se](mailto:cid@nada.kth.se)

URL: <http://cid.nada.kth.se>

## ***Pilotstudie - Arvika Gjuteri – Simulering som verktyg i förbättringsarbete och planering***

*Torbjörn Ilar, Produktionsutveckling vid Luleå Tekniska Universitet*

*Torbjörn Lind, Arvika Gjuteri och LO*

*Åke Walldius, CID (Centrum för användarorienterad IT-design) vid KTH*

### **Bakgrund - ITQ-projektet**

Det av Vinnova (tidigare NUTEK) stödda projektet ITQ - Kvalitetssäkring av IT-stöd i det utvecklande arbetet -, startades 1999 och avslutas i början av 2002.

ITQ-projektet ingår i ett nät av användarorienterade verksamheter för arbetsplatser, UsersAward, som initierades av LO i samverkan med TCO 1998. Deltagare i ITQ har varit forskare från CID (Kompetenscentrum för användarorienterad IT-design) vid KTH i Stockholm (samordnare), MDI vid Uppsala Universitet, Industriell ekonomi vid Högskolan i Gävle samt Produktionsutveckling vid Luleå Tekniska Universitet. I specifika studier har dessutom forskare vid IVF i Göteborg och vid DTH i Köbenhavn medverkat.

UserAwards mål är att utveckla en strategi för användarpåverkan, där fackliga organisationer och konsumentorganisationer samverkar med forskare, arbetsplatser, användarföretag och leverantörer.

Strategin för påverkan innehåller en kombination av kartläggning ("IT-kartan"), tävling (positiva exempel i Användarnas Pris), användarnas certifiering och pilotprojekt på arbetsplatser (för djupare förståelse och underbyggnad).

ITQ-projektet har bedrivit konkreta pilotstudier bl.a. kring IT-stöd för simulering som verktyg i förbättringsarbete på Arvika Gjuteri, kring webbstöd för överblick och dialog kring arbetsplatsens systemintegration på Volvo Umeverken, kring Mobila IT-stöd i omsorgsverksamhet i Nybro kommun samt kring Införandeprocesser av av Movex-system på ett antal företag.

Alla dessa företag har bidragit till projektet genom att ställa personal till förfogande för studier och samverkan.

Forskare i projektet har också aktivt medverkat i användarkonferenser, användarpaneler och projektpaneler (med användare och leverantörer) och i de utvärderingar på arbetsplatser som varit underlag för LO's årliga utdelning av Användarnas Pris till bästa, av användare nominerat, verksamhetsnära IT-stöd.

ITQ-projektets mest specifika syfte är att utveckla Användarnas certifiering, som syftar till att skapa en praktiskt användbar metod för kvalitetssäkring av IT-stöd i arbetet. Baserat på övriga erfarenheter från nätverkets aktiviteter har en specifik certifieringsprocedur för IT-system på arbetsplatser, baserad på mätning av användarnas nöjdhet med systemet på minst 2 arbetsplatser, utvecklats och genomförts på ett första fall.

### **Pilotprojektet vid Arvika Gjuteri**

Dagens IT-stöd är i mycket liten grad inriktat på att stimulera ett ständigt lärande i arbetet. Mycket få, om ens några, tillämpningar finns som ger stöd för planering och helhetssyn. Behovet av sammanhang och helhetsförståelse är en grundbult i det utvecklande arbetet. Utan möjligheter att bedöma sina och gruppens effekter på hela verksamheten minskar möjligheterna att lära och att bidra till verksamheten.

Informationstekniken erbjuder i sig fantastiska möjligheter att upphäva geografiska och organisatoriska gränser. De mest löftesrika simuleringsprogrammen har dessutom en potential att visualisera och simulera sammanhang och helheter. Användningen av dessa program begränsas oftast till beslutsstöd i projekt där modeller utvecklats av extern expertis och där

modellens användning upphör då projektet är slutfört. Spridningen av modellen ner i organisationen begränsas oftast till rena resultat, där experimenterandet förbehålls experter högre upp i organisation. Även om detta arbetssätt kan ge ett viktigt bidrag till projektgenomförandet förloras simuleringsverktygets möjlighet att sprida en systemförståelsen och överblick i hela organisationen. För att detta skall vara möjligt krävs en mer långsiktig och spridd tillämpning, där simuleringsmodeller används som ett operativt och strategiskt bollplank i det dagliga arbetet och organisationsutvecklingen.

Trots att simuleringsprogramvaror funnits på marknaden i mer än 15 år är tillämpningen inom industrin fortfarande tämligen begränsad. Den viktigaste orsaken till detta är den höga tröskeln som det är att komma igång med programvaran och kunna utveckla processmodeller. Modellutvecklingen utförs i de flesta fall av inhyrd extern expertis på plats hos slutanvändaren, vilket varken är speciellt kostnads- eller tidseffektivt. För att öka tillämpning krävs verktyg och metoder som möjliggör en enklare och mer användarnära modellutveckling.

Pilotstudien bidrar på två sätt till det mer övergripande målet om förbättrat IT-stöd för det utvecklande arbetet, dels genom att skärpa användarnas krav på programvara för simulering, dels genom att bidra till att utveckla nya införandemodeller där slutanvändarna spelar en mer aktiv roll i samtliga faser av införandet. Båda dessa bidrag har, genom kvalitetssäkringsprojektets användar- och projektpaneler, användarkonferenser och webbplats, fått en bred spridning till andra arbetsplatser, företag och leverantörer som är engagerade i likartade projekt.

### **Simulering – användning och krav:**

Som nämndes tidigare är den vanligaste användningen för simulering experientorienterat beslutsstöd i projektgenomförande, där frågeställning är strategiskt val av bästa investeringsalternativ. Dimensionen på hur simulering kan användas är dock betydligt mer mångfaciterat och innefattar bland annat:

- ⇒ målgrupp, expert eller golvnära.
- ⇒ tidsaspekt, strategiskt eller operativt.
- ⇒ fokus, lärande eller beslutsstöd.

Dessa kan också ha ytterligare dimensioner där t.ex. målgruppen för modellutvecklingen och experimenterandet kan vara en annan. Detta är oftast fallet vid golvnära målgrupper där interna eller externa experter ansvarar för modellutveckling utifrån krav och önskemål hos slutanvändaren. Orsaken till detta är komplexiteten i såväl programvaror som processer, varför en viktig framgångsfaktor är att skärpa slutanvändarens krav. Användardimensionen ger också en teknisk dimension i form av t.ex. utvecklingsstöd, animeringsnivå, interaktionskrav, resultatpresentation, exekveringstid, interaktion med affärs- och processdata.

Som utvecklingsverktyg erbjuder de flesta programvaror hög grad av generalitet och kan svara mot slutanvändarens krav. Vid mer komplexa processer och kundkrav blir dock modellutvecklingstiden lång och i många fall inte ekonomiskt försvarbar. Framgångsfaktorer här handlar självfallet om att förbättra programmen men också om att skärpa slutanvändarens krav. Det senare innebär att slutanvändaren ställer rätt krav i form av detaljeringsgrad, omfattning, animeringsgrad, resultatgenerering etc.

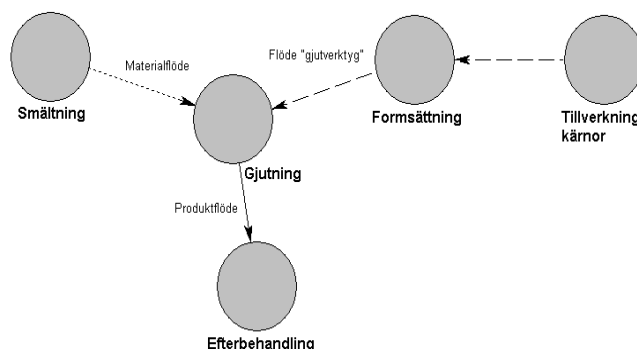
### **Problembeskrivning Arvika**

På Arvika Gjuteri har det specifika syftet varit att pröva en simuleringsprogramvara som verktyg för operatörer och planerare att synliggöra affärsprocessen, testa körplaner och därigenom nå en bredare delaktighet och närvaro i förbättringsarbetet. I avseende på programvaran har alltså kriterieområdet gällt stöd för överblick, samarbete och kommunikation. I avseende på införandemetod är det kriterierna för operatörernas och

planerarnas deltagande i utformningen av gränssnitt och huvudsaklig funktionalitet som stått i fokus.

Produktionsflöden är till synes enkla. Men en stor mängd processparametrar – temperatur, analys, sandkvalitet, gjuthastighet – ska balanseras mot vikt, godstjocklek och kvaliteter hos inkommande order.

Produktionen består av fem stycken huvudprocesser; Smältning, Formning / Formsättning, Tillverkning kärnor, Gjutning och Efterbehandling, som var och en har mer eller mindre motstridiga krav på hur körningen på gjuterilinjen skall genomföras. Det finns 3 huvudflöden;



1. Materialflöde. Material är järnkvalitet till den produkt som ska gjutas.
2. Flöde gjutverktyg. Gjutverktyg är den sammansatta formen med eventuella kärnor och hylsor.
3. Produktflöde från gjutning till färdig produkt genom efterbehandling.

Störningar i flöde 1 eller 2, från formsättning, resulterar i självsvängningar i balansen mellan producerat järn och konsumtion av järn i gjutverktyg. Små svängningar ger upphov till förseningar i produktflödet, vilket ger förseningar för alla order bakåt i flödet. Större obalans, t.ex. vid haverier i kärntillverkningen eller smältningen, innebär långvariga stopp i produktionsflödet och kräver omplanering av produktionsresurser i flöde 1 och 2. Vid omplanering ändras ordning av olika order för att passa producerade ämnen till gjutverktyg och kvalitet och kvantitet på smält järn. Komplettering av ofullständig order planeras in för körning senare då kärnor till gjutverktyg åter finns i lager.

Planering av line är kritisk för att uppnå hög produktivitet och den är idag i stor grad individberoende där kriterium och beslut baseras på mångårig erfarenhet. Planen för nästa dags körning presenteras och diskuteras i samband vid ett planeringsmöte på eftermiddagen dagen före, då representanter från de fem huvudprocesserna medverkar. Här sker också eventuella omplanering av dagens körning. I samband med dessa finns alltså möjlighet att göra förändringar i planen, men det saknas möjlighet att i förväg prova och se konsekvenserna av olika alternativ.

Överlämning vid skift sker muntligt vad gäller information om produktion och störningar på den egna avdelningen. Liten kännedom finns vad som händer på andra avdelningar i anläggningen som påverkar de "egna" produktionsresurserna.

Efterbehandling har svårt att planera sitt arbete då man ej har koll på när i tiden olika ämnen kommer fram samt vilken kvantitet av dessa ämnen som har gjutits. Vanligt är att antal ämnen "dyker upp" och planering för efterbehandling får göras när man tagit reda på antal av detta ämne.

Målet med pilotstudien vid Arvika Gjuteri har varit att utveckla ett simuleringsstöd som bidrar direkt till stärkandet av företagets konkurrenskraft. Simuleringsverktyget är på sikt tänkt att installeras i hela verksamheten som:

- Ett verktyg för kontinuerligt förbättringsarbete där individer och produktionsgrupper kan pröva egna idéer mot modellen.
- Ett verktyg för framtagning, testning och revidering av dagliga körprogram.

För produktionsgruppen och personal skall simuleringsverktyget ge en ökad överblick och möjlighet till delaktighet vilket kan resultera i ett minskad individberoende i förbättrings- och planeringsarbetet.

Ur leverantörsperspektiv har målet varit att utifrån pilotstudiens specifika krav vad gäller t.ex:

- förmåga att återge verkligheten
- användarnas interaktion med modellen
- integration med andra programmiljöer

skärpa användarkraven vilket blir ett direkt stöd för leverantörer vid vidareutveckling av standardprogram.

När det gäller tillämpning av en användarorienterad införandemodell har pilotstudien tillämpat ett stegvis införande av successivt mer komplexa simuleringsmodeller. För att öka delaktigheten har bland annat en visuell kravprofil tillämpats.

### **Utveckling och implementering:**

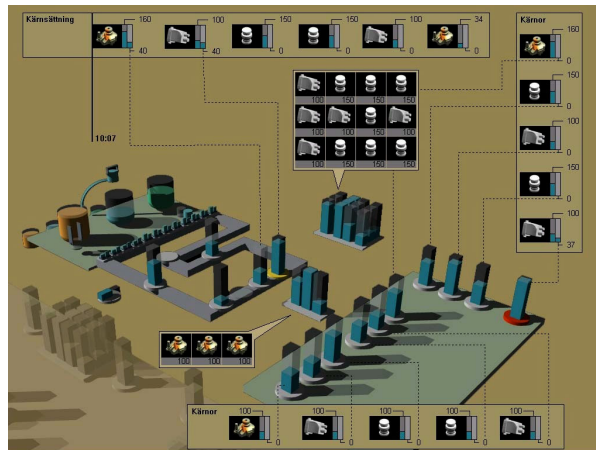
Inom ramen för åtta djupintervjuer och fyra avdelningsgemensamma möten har först en visuell kravspecifikation utarbetats och prövats. Kravdokumentet har haft formen av en serie tredimensionella vyer där den blivande simuleringsmodellen utformning specificerats vad gäller ingående data, bildelement, disposition och interaktion. I ett andra steg har en simuleringsmodell byggts i Enterprise Dynamics (ED) utifrån kravdokumentet. Även detta steg har avrapporterats kontinuerligt i en serie möten och genom samtal med olika befattningshavare.

### **Visuell kravprofil**

Enhetliga begrepp och uppfattningar om arbets- eller affärsprocesser underlättar implementering av nya IT-stöd. Användningen av stiliserade 3D-miljöer kan här fungera både som specifikation av användarkrav och, när kraven väl formulerats, som gränssnitt mot den bakomliggande programvaran.

I Arvika-piloten byggdes modellen tillsammans med representanter från produktionsavdelningar och från produktionsplaneringen.

Visualiseringen gestaltar de olika avdelningarnas perspektiv. Modellen beskriver vilka produktionsförutsättningar de olika användarna måste kunna påverka och vilka effekter denna påverkan får för helheten. En "kopia" av modellen har sedan byggts i simuleringsprogrammet.



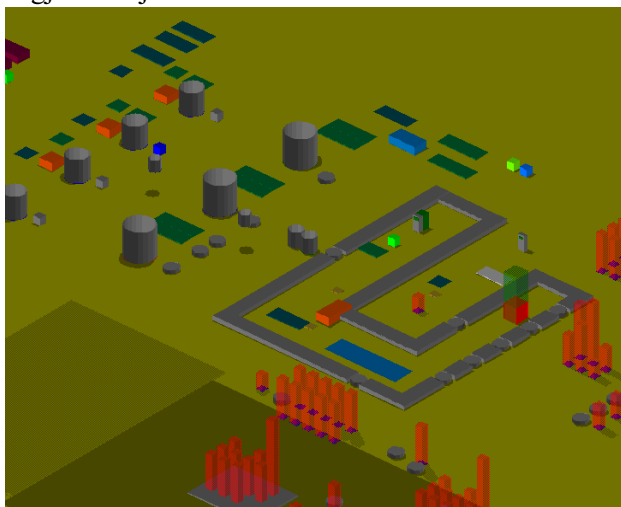
### **Simuleringsmodell**

Simuleringsmodellen har utvecklats i programvaran ED. Vid utvecklingen har målet varit att innehålla det formspråk som togs fram i den visuella kravprofilen där 3D-animeringen använts för att förstärka snarare än efterlikna det verkliga systemet. Det har inneburit en stiliserad representation av ingående utrustning och att de delar av systemet som ej påverkar modellens fokus skalats bort. Detta kan också anpassas till olika användargrupper.

Modellen har också anpassats utifrån den visuella kravprofilen för att innehålla tillämpningens andra krav i form av modellerings- och exekveringstid.

Modellens fokus valdes utifrån diskussioner i användargruppen att läggas på de processer som direkt påverkas av dagsplanen för gjuterilinjens. Detta innebär att modellen innefattar

smältningen, formningen, formsättning och gjutning, men är förberedd för expansion till övriga processer. Användningen har framför allt fokuserat på framtagning och testning av dagsplaner, men tillåter också experiment vid förbättringsarbetet. Slut användarens interaktion med modellen sker indirekt via en Access applikation eller tabeller. Detta innebär att slut användaren kan prova olika dagsplaner och avgränsade förbättringsalternativ, t.ex. förändring av formningstider, smältugnskapacitet, transportkapacitet, utrustningstillgänglighet, utan att behöva behärska modelleringsspråket.



### Användargränssnitt

En viktig grundtanke har varit interaktion och uppdatering av grunddata skall ske med hjälp av de programvaror och databaser som normalt tillämpas inom gjuteriet. Inom Arvika Gjuteri är Access ett etablerat verktyg sedan många år och därför har användargränssnitt utvecklats i detta verktyg. Här har användaren möjlighet att läsa in grunddata, såsom aktuella recept, formtider, gjutningstider, ugnskapaciteter, tillgängligheter, form- och gjutkassationer, från andra databaser och applikationer.

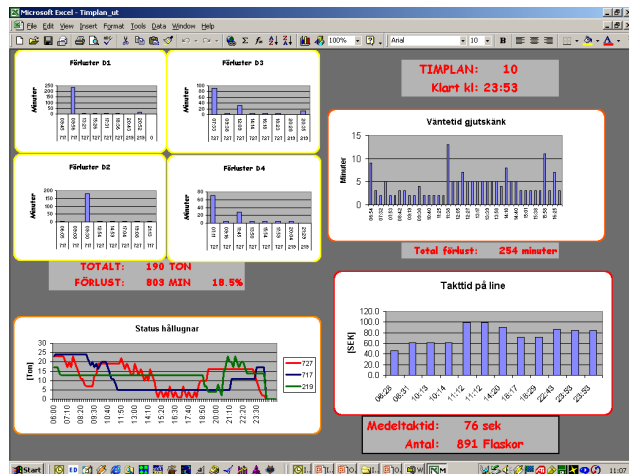
Vid utvärdering av olika förbättringsförslag är det möjligt att i princip ändra all grunddata.

Detta ger möjlighet att prova effekten av förändrad smältugnskapacitet, transport- och hålugnskapacitet, processtillgänglighet, kassation och processeffektivitet.

Dagsplaneringen (s.k. timplan) matas in och kopplas till respektive recept. Med det som underlag skapar applikationen nödvändig grunddata för simuleringsmodellen, förslag till körplan för smältningen och uppdatering av kärnsaldo. Det två senare innebär att användaren får en första indikation om rimligheten i den aktuella dagsplanen. Det är viktigt att påpeka att modellen inte har till ambition att ersätta kompetensen i planeringsarbete utan fungera som ett ytterligare stöd i denna process.

The screenshot shows a software interface with two main tables. The top table is titled 'Timplan' and has columns for ID, Status, Cylar, FVskick, Receptnr, Prioritet, and Kommentar. The bottom table is titled 'Recept' and has columns for Nummer, Måv, Innehåll, op, and ordning. The interface also includes a menu bar with options like 'File', 'Edit', 'Insert', 'Records', 'Window', and 'Help'. There are also some buttons and checkboxes visible, such as 'Visa smältplan' and 'Till Simulering'.

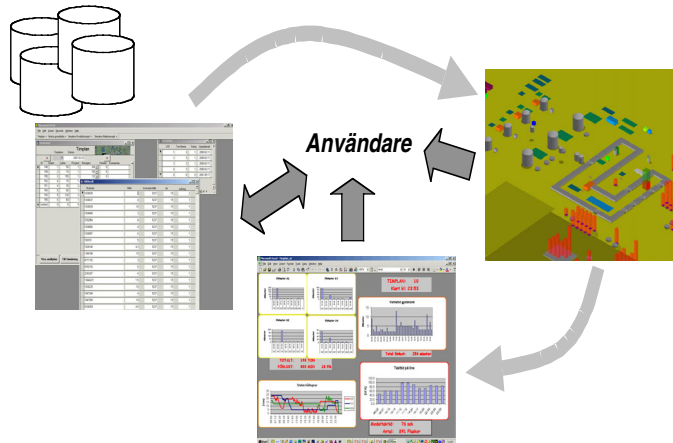
Resultat presenteras i huvudsak i Excel. Orsaken till detta är dels att förenkla bearbetningen av data och dels p.g.a. begränsningar i simuleringsprogrammet vad gäller möjligheten att presentera resultat i modellen. Typ av utdata och presentationen av den har utformats i samarbete med användargruppen, där grundtanken har varit att en erfaren processägare snabbt skall kunna bilda sig en uppfattning om konsekvens av den utvärderade dagsplanen eller förändringen.



## Resultat:

### En testbar simuleringsmodell för planeringsmöten

Resultatet av studien är en modell med fokus på gjutlinjen. Den har testats vid planeringsmöten och alla medverkande är eniga om att simuleringsmodellen skapar ett nytt slags engagemang både hos ledning och användare. Initiativet till den fortsatta utvecklingen av modellen ska ligga hos användarna lika mycket som hos utvecklingsgruppen. Det kan dock konstateras att etablering och spridningen inom organisationen har gått trögt. Detta kan förklaras av organisatoriska problem (ägarbyte 1999 och 2001, större omorganisationer), tekniska problem (programkompatibilitet, versionshantering, hårdvaruplattform) och modellens begränsade fokus.



### Rollfördelning

Man har en strategisk fråga inför den fortsatta, stegvisa implementering – vilka grupper ska i första hand jobba med simuleringsmodellens successivt nya funktioner?

I takt med att modellens visuella gestaltning och begriplighet blivit godkänd av operatörsgруппerna har frågor om respektive grupps interaktionsbehov kunnat preciseras. Vilken uppsättning produktionsförutsättningar ska kunna ändras av respektive grupp? Och hur ska modellens dynamiskt ändrade förutsättningar hanteras av de olika grupperna?

### Flödestäckning

Simuleringsmodellen har i stora drag uppnått den flödestäckning och komplexitet som de 3D-bilder som användes för kravspecifisering förutsatte. Därmed har diskussionerna och det fortsatta utvecklingsarbetet kunnat inriktas på hur specifika element i modellens gränssnitt (flödets produktrepresentation, insprängda diagram och tabeller för lokala variabler) ska



kunna tydliggöra de viktigaste konsekvenserna av återkommande ändringar i dagsplaneringen och/eller produktionsförutsättningar.

När det gäller gränssnittets utformning har studien strävat efter att anknyta till ett gränssnitt som användarna redan är vana vid. Det har inneburit att man jobbat mycket med Access för indata såväl som utdata. För den användningen behövs ingen specialistkompetens på Gjuteriet. Gjuteriet saknar dock fortfarande kompetens att själva utveckla modellen och det finns i dagsläget ingen plan att bygga upp denna kompetens.

### **Utbildningsbehov**

För en mer reguljär användning krävs nu utbildning av produktionsgrupperna i att hantera modellen praktiskt. Detta har tillfälligt skjutits på, till förmån för att testa en avgörande processförändring – införande av s.k. matare i tillverkningen för en stor del av produkterna.

### **Verktyg för förbättringsarbete**

Modellen har använts inför gjuteriets största investering på flera år. Skulle insättning av matare äventyra processeffektiviteten? Vilka begränsningar skulle det nya förfarandet innebära för produktionen? Svaren från modellen visar på minskad tillgänglighet. Dock i mindre utsträckning än vad man först befarade. Samtidigt minskar planeringsflexibiliteten radikalt. En ev. omställning kommer alltså att ställa ännu större krav på bra planeringsverktyg.

Svaren på de gjuteritekniska frågorna om flödets dynamiska beroendeförhållande är helt avgörande för hur användbar simuleringsmodellen kan bli på Arvika Gjuteri. Målet med dessa resultat från pilotstudien är alltså att de ska bidra till att öka gjuteriets långsiktiga konkurrenskraft.

### **Diskussion:**

I dagsplaneringen av gjuterilinjens eftersträvaras ökad överblick, minskat individberoende och ökad delaktighet. Studien har alltså ambitionen att engagera flera i förbättringsarbetet genom att skapa en gemensam bild, en ökad förståelse och därmed också en bättre förutsättning för kommunikation mellan avdelningarna. Här krävs både mera utbildning och en längre tids användning av simuleringsmodellen innan en ordentlig utvärdering är möjlig. Vikigt är också ett mer fokuserat pedagogiskt utvecklingsarbete kring visualiseringsprinciper, (se nedan).

Den dagliga operativa körningen av gjuterilinjens innebär mer eller mindre frekventa anpassningar av dagsplanen mot det faktiska förhållande, t.ex. orimligt hög formkassation eller felaktig kärnstatus, där besluten baseras på den erfarenhet som processägarna besitter. Modellen tar inte hänsyn till denna typ av beslut och detta innebär konkret att det är svårt att jämföra resultat från simulering med faktiska utfall. Ambitionen med modellen är heller inte att ge ett exakt svar utan att, med viss sannolikhet, indikera relativa effekterna av en given dagsplan eller förändring. Denna indikation istället för exakt svar kan i många fall och även i detta verka hämmande på modellens acceptans och därmed spridning i organisationen. Här krävs framför allt ytterligare pedagogiska insatser för att öka spridning. Rätt använd kan också modellen användas för att skapa en internstandard för beslutsfattande i olika situationer.

Vi kan också konstatera att det finns en ”fungerande” planeringsprocess. Det krävs ytterligare bevis för hur modellen kan förbättra kvaliteten i planeringsprocessen och eventuellt beslut från ledning för att modellen skall etableras och spridas inom organisationen

Vad gäller simuleringsverktyget så har det i vanlig ordning varit tidskrävande att anpassa de generella till de faktiska förhållande i gjuteriet. Utifrån pilotstudien är det svårt att bedöma vilka av dessa anpassningar som är generella och kan återanvändas inom liknande verksamhet. En mer generella begränsning den bristande funktionalitet vad gäller möjligheten att interaktion med affärs- och processdata. Denna funktionellitet är kritisk för operativa tillämpningar. Även interaktionen med andra programvaror för t.ex. import av 3D-objekt är svag och även här finns en potential för ytterligare kunna använda det underlag i den visuella kravprofilen. Den visuella kravprofilen har givit fördelar i form av:

- Användningen av digitala 3D-modeller underlättar för ett stort antal användare att vara aktiva samtidigt. Därigenom kan flera nyckelpersoner bidra till utvecklingen av vad systemet ska innehålla och hur det ska gestaltas. Via t.ex. intranätet kan nya versioner av modellerna snabbt spridas till de användare som berörs.
- Ett starkt engagemang från användarnas sida innebär att projektfokus kan flyttats från datateknik till processkunnande och produktionsteknik.
- *Möjligheter att använda gemensamma begrepp ger ökade möjligheter att kommunicera mellan olika avdelningar.*

Genom att en erfaren designer föreslår lösningar utifrån användarnas beskrivningar av processen kortas införandetiden och förståelsen ökar för IT-stödets funktion. Den risk som föreligger, och till viss mån har visats sig under pilotstudien, är att behovet av traditionell process- och beslutskartläggning underskattats. Det är viktigt och nödvändigt att den visuella kravprofilen även innefattar dessa aspekter.

Det fortsatta arbetet bör inriktas mot en breddning av fokus i syfte att med lämplig abstraktionsgrad modellera hela tillverkningsprocessen hos Arvika Gjuteri. Därmed ökar intressentgruppen samt ges möjlighet att utvärdera dagsplaner och förändringar mot marknadsrelaterade nyckeltal, såsom leveranssäkerhet och kostnad. Parallellt krävs ett fortsatt stöd för att modellen skall bli etablerad inom organisationen.

För att kunna dra mer generella slutsatser och skärpa kraven mot programleverantörer krävs en utökning av kontexten till ytterligare gjuterier och programvaror.