



LUND UNIVERSITY

Samverkan vid produktions- och arbetsmiljöplanering med stöd av datorgrafik

Bengtsson, Peter; Johansson, Curt R; af Klercker, Jonas; Akselsson, Roland

1991

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Bengtsson, P., Johansson, C. R., af Klercker, J., & Akselsson, R. (1991). *Samverkan vid produktions- och arbetsmiljöplanering med stöd av datorgrafik*. (Work Science Bulletin; Vol. 1991:5). Arbetsvetenskap, Arbetsmiljöteknik och Bildcentrum vid Lunds universitet.

Total number of authors:

4

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

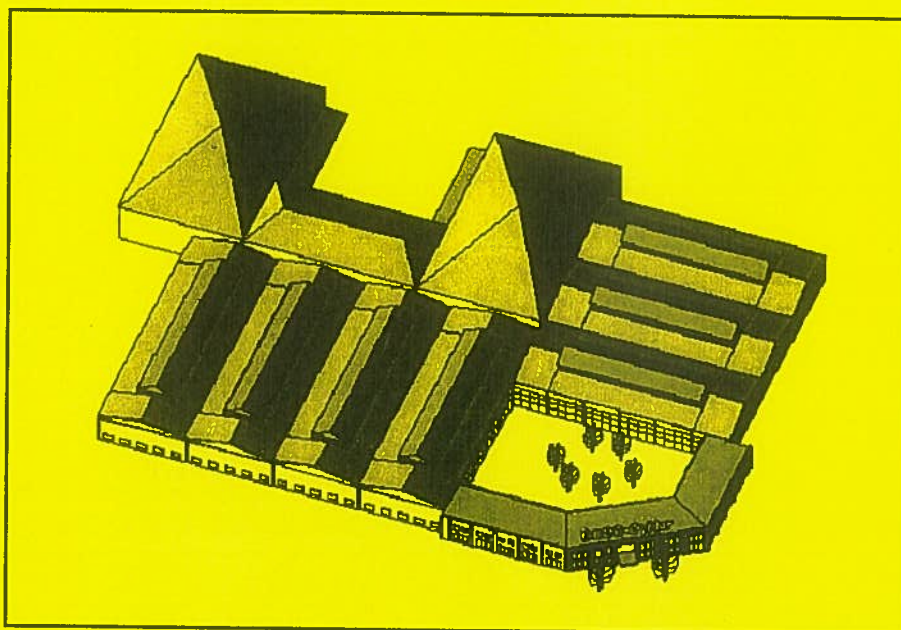
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Samverkan vid produktions- och arbetsmiljöplanering med stöd av datorgrafik

*Peter Bengtsson
Curt R Johansson
Jonas af Klercker
Roland Akselsson*



WORK SCIENCE BULLETIN 1991:5

Avdelningen för arbetsvetenskap
Psykologiska institutionen
Lunds universitet



Arbetsmiljöteknik
Bildcentrum - Arkitektur
Lunds tekniska högskola

Samverkan vid produktions- och arbetsmiljöplanering med stöd av datorgrafik

**Peter Bengtsson¹
Curt R Johansson²
Jonas af Klercker³
Roland Akselsson¹**

¹ Avdelningen för arbetsmiljöteknik, Institutionen för industriell organisation, Lunds tekniska högskola.
² Avdelningen för arbetsvetenskap, Psykologiska institutionen, Lunds universitet.
³ Bildcentrum, Arkitektur, Lunds tekniska högskola.

Forskningsstöd har erhållits från MDA-programmet gemensamt finansierat av Arbetsmiljöfonden och Styrelsen för teknisk utveckling

© Peter Bengtsson, Curt R Johansson, Jonas af Klercker, Roland Akselsson
Avdelningen för arbetsmiljöteknik
Institutionen för industriell organisation, Lunds tekniska högskola
LUNDD/TMAT-93/3006+43
Avdelningen för arbetsvetenskap
Psykologiska institutionen, Lunds universitet
ISSN 1101-9298 ISRN LUSADG/SAPA--2010--SE
Bildcentrum
Arkitektur, Lunds tekniska högskola

Innehåll

Sammanfattning	5
Introduktion	7
DBDB-projektet	8
Teoretisk ansats	8
Erfarenhetsbaserad inläring	8
Aktionsforskning	9
Kognitiv utvecklingspsykologi	11
Metodologisk ansats	12
Kartläggningsmetodik	12
Bildmetodik	13
Bildskapande	13
Bildpresentation	14
Simulering	15
Samverkansmetodik	15
DBDB-workshop	17
Workshopens uppläggning och genomförande	17
Workshopgrupper	17
Arbetsunderlag	18
Första mötet	19
Andra mötet	23
Resultat	24
Samverkan i planeringsgrupper	25
Utformning av planeringsförslag	25
Företagsgrupper	25
FTF-grupp	26
Diskussionsteman vid planering	27
Produktion	28
Arbetsmiljö	28
Arbetsorganisation	29
Bildanvändning	29
Manipulerbar datormodell	30
Animation av arbetsplatser	31
Planering utan bilder	32

Diskussion	33
Samverkansmetodik och aktionsforskning	33
Pragmatiska och visionära planeringsförslag	34
Teknocentrisk och antropocentrisk planeringsdiskussion	35
Konklusiv syntes: bildutnyttjande-diskussion-planering	37
DBDB-metodikens planeringspotential	39
Resultatens generaliserbarhet	40
Referenser	41
Abstract	43

Sammanfattning

Ett flerdisciplinärt forskningsprojekt - Dynamisk Beskrivning med Datorstödd Bild, DBDB - presenteras med den metodik med aktionsforskning och datorgenererad animation som utvecklats i projektet. Metodikens tillämpning vid produktions- och arbetsmiljöplanering studeras i en workshop med deltagande av företrädare för verkstadsindustri och företagshälsovård.

Chefer i företagsgrupper var genomgående mer aktiva i planeringsdiskussionen än arbetare och FHV-personal i dessa grupper. Chefernas agerande karaktäriserades som "model I"-beteende och det präglades i viss utsträckning av "single loop learning".

Teknocentrisk planering och konkret planeringsdiskussion samvarierade med att workshopdeltagarna utnyttjade möjligheterna att flytta runt maskiner och annan utrustning i en manipulerbar datormodell för att pröva olika planeringsförslag. Antropocentrisk planering var förknippad med animation av enskilda arbetsplatser då planeringsdiskussionen var konkret. Däremot användes inte datorstödd bildvisning då planeringsdiskussionen var abstrakt och rörde arbetsorganisatoriska och andra övergripande eller principiella aspekter.

Konkreta bilder och tredimensionella vyer användes företrädesvis för enklare kognitiva uppgifter som nulägesbeskrivning och värdering av planeringsförslag. Komplexare kognitiva uppgifter som planering av produktionslayouter och produktionsflöden gjordes till stor del med användning av tvådimensionell planprojektion

Resultaten tolkas och diskuteras med referens till nyckelbegrepp i Argyris aktionsforskningsteori, Kolbs teori för erfarenhetsbaserad inläring och Piagets utvecklingspsykologi.

Introduktion

Som ett led i demokratiseringen av det svenska arbetslivet yrkar ofta de fackliga organisationerna på möjlighet att medverka i utformningen av arbetet. De kräver också ökat deltagande i planering av produktion och organisation med förhoppning att det ska främja kompetensutveckling och lärande (LO 1991, sid 139-147).

Även företagens ledningar argumenterar ibland för att involvera de anställda i förändringsarbete. De gör det utifrån produktivitets- och effektivitetsaspekter. Den snabba teknikutvecklingen och de krav på kvalitet, flexibilitet, leveranssäkerhet, etc. som ställs på dagens industri gör att både företag och anställda ständigt måste utvecklas. Ett sätt att anpassa företagen till en föränderlig miljö kan vara att öka de anställdas inflytande. Goda förslag till förändring kan stimuleras genom att utnyttja den kreativitet och kunskap som finns inom organisationen. De anställda kan på så sätt känna större engagemang och ansvar för verksamheten.

Det är dock en allmän erfarenhet att anställda ofta involveras sent i samband förändringar av produktion och organisation i företagen. Detta begränsar deras möjlighet att delta i och påverka planeringen.

En annan begränsning är att olika yrkesgrupper använder fackuttryck och yrkesjargong. Företagsledningarna använder ett språk för den strategiska planeringen, arkitekter och organisationskonsulter använder ett annat språk för sitt planeringsarbete, och yrkesarbetare ett tredje språk i det operativa arbetet. Detta medför att kommunikation och förståelse effektiviseras inom en yrkesgrupp men försvåras mellan yrkesgrupper. Olika yrkeskategorier kan därför ha svårt att ta till sig information från varandra och förmedla egna erfarenheter och synpunkter till varandra.

En tredje begränsning är att företagsledningarna ofta fokuserar på övergripande aspekter av verksamheten, vilket kan medföra att de dåligt förstår och otillräckligt tar tillvara de anställdas yrkeserfarenheter och specifika kunnande om hur arbetet utförs. Fokusering på tekniska och ekonomiska aspekter kan medföra att andra aspekter på arbetsmiljön behandlas i begränsad omfattning och i ett så sent skede, att planeringsalternativen är kraftigt beskurna. Det begränsar företagshälsovårdens möjligheter att utnyttja sin kompetens och att arbeta förebyggande.

I denna artikel redogörs för DBDB-projektets grundläggande tankegångar och forskningsmetodik. Vidare redovisas delresultat från en workshop. Denna syftade till att komplettera och belysa resultat och erfarenheter från ett antal fallstudier genom att under kontrollerade former studera:

- samverkan i planeringsgrupper (hur olika yrkeskompetenser samverkar när de planerar och utformar sina förslag)
- utformning av planeringsförslag (hur arbetsmiljö, produktionsteknik och arbetsorganisation utformas)
- diskussionsteman vid planering (vilka teman som karaktäriserar diskussionen i en planeringsgrupp)
- användning av bilder som planeringshjälpmedel (vilken typ av bilder som används vid planering och hur de används).

DBDB-projektet

Forskningsprojektet "Dynamisk Beskrivning med Datorstödd Bild", (DBDB)⁴, syftar till att genom samverkan mellan flera discipliner studera den problematik som skisserades inledningsvis. Det söker att på vetenskaplig grund utveckla en metodik för att studera och beskriva förändringsprocesser så att parterna i företagen kan förstå, kommunicera kring och påverka dessa.

Teoretisk ansats

Tre teoretiska ansatser har utgjort en ram för DBDB-projektet och tolkning av resultaten från workshopen. Kompetensutnyttjande och kunskapsgenerering har studerats med referens till teorin för erfarenhetsbaserad inläring (Kolb, Rubin, McIntyre 1979; Wolfe, Kolb 1991). Teoribildningen inom den moderna aktionsforskningen (Argyris, Putnam, McLain Smith 1985) har legat till grund för att studera förändringsprocesser och hur dessa kan påverkas. Metodiken för att bildmässigt beskriva dessa förändringar knyter an till teoribildningen inom kognitiv utvecklingspsykologi (Piaget, Inhelder 1969). Dessa teoretiska ansatser redovisas först, varefter DBDB-projektets forskningsmetodik presenteras.

Erfarenhetsbaserad inläring

Enligt Kolbs teori för erfarenhetsbaserad inläring (Kolb, Rubin, McIntyre 1979; Wolfe, Kolb 1991) utvecklas ny kunskap genom en läroprocess, som kan delas upp i fyra stadier. Dessa stadier, vilka har en klar koppling till Piagets utvecklingsteori (Piaget 1968), bildar tillsammans en inlärningscykel.

⁴ DBDB-projektet är ett samarbetsprojekt mellan Arbetsmiljöteknik, Lunds tekniska högskola, Datorstudion-Arkitektur, Lunds tekniska högskola och Arbetsvetenskap-Psykologi, Lunds universitet. Det samfinansieras av Arbetsmiljöfonden och Styrelsen för teknisk utveckling (STU) inom ramen för MDA-programmet (Människor-Datateknik-Arbetesliv).

Det första stadiet i denna cykel utgörs av *konkreta upplevelser* av omvärlden. Fördjupad *observation och reflexion* kring det som upplevts präglar det andra stadiet. I det tredje stadiet nås en djupare förståelse av upplevda företeelser genom att generella mönster abstraheras, vilka bildar grund för *begreppsbyggnad och symbolhantering*. Genom *aktivt experimenterande* testas begrepp och idéer i nya situationer under det sista stadiet i inlärningscykeln.

Människan utvecklar i anslutning till dessa stadier sin förmåga att se och hantera komplexiteter i omvärlden. De konkreta upplevelserna ökar den *affektiva kompetensen*, medan observation och reflexion skärper den *perceptuella kompetensen*. Den *kognitiva kompetensen* utvecklas genom abstrakt begreppsbyggnad under det tredje stadiet i inlärningscykeln. Genom nyfikenheten prövande förfinas praktiska färdigheter under det sista stadiet i inlärningscykeln och den *beteendemässiga kompetensen* ökar inför nästa inlärningscykel.

Aktionsforskning

Utvecklingen av DBDB-projektets forskningsmetodik har huvudsakligen skett genom aktionsforskning (Hult, Lennung 1978). Denna forskningsansats kännetecknas av att systematisk kunskapsgenerering och teoribildning kombineras med praktisk tillämpning av vetenskaplig kunskap. Forskare och yrkeslivets folk arbetar tillsammans för att gemensamt söka ny kunskap som underlag för förbättring av arbetsmiljön och för vidareutveckling av stimulerande arbetsuppgifter. Aktionsforskningen karaktäriseras av att utveckling och tillämpning av kunskap integreras genom erfarenhetsbaserad inläring snarare än genom teoretiskt arbete. Detta arbetssätt vidgar forskningen från att vara i huvudsak deskriptivt analyserande till att också vara tillämpningsinriktad. Ett viktigt mål för aktionsforskningen är att åstadkomma sociala förändringar i samhälle och arbetsliv.

Forskarna har i fallstudierna bidragit med ett teoretiskt och metodologiskt kunnande om hur forskningsproblem kan identifieras och formuleras samt hur de kan analyseras och undersökas. Cheferna och de fackliga företrädarna har bidragit med erfarenheter av att planera, organisera och underhålla en organisation. Arbetarna och tjänstemännen har bidragit med kunskap om hur maskiner hanteras, material bearbetas och varor produceras.

Det faktum att DBDB-projektet arbetat med förändringsarbete av produktionen i verkstadsföretag har inneburit väsentliga skillnader jämfört med det arbetssätt och de erfarenheter som Argyris redovisar från aktionsforskning bland psykologistuderande, företagsledare och professionella konsulter. DBDB-projektets metodologiska ansats överensstämmer emellertid i stort med Argyris syn på aktionsforskning:

"In action science we seek knowledge that will serve action. The action scientist is an interventionist who seeks both to promote learning in the client system and to contribute to general knowledge."

(Argyris, Putnam, McLain Smith 1985, sid 36).

Argyris redovisar två huvudmodeller som beskriver hur människan handlar i organisationer. "Modell I"-beteende syftar till att få kontroll över omgivningen samt egna och andras arbetsuppgifter och till att minska den egna sårbarheten. Detta sker genom att man försöker:

- att själv definiera verksamhetsmål och aktiviteter
- att vinna och inte förlora
- att inte visa känslor - i synnerhet inte negativa sådana - och att undvika affekt-laddade situationer
- att betona rationalitet och logiska resonemang.

En konsekvens av "modell I"-beteende är att man tenderar att betrakta egna förslag som optimala. Man undviker att ta upp alternativa förslag till prövning och att lära av andras erfarenheter. Detta karaktäriserar vad Argyris kallar "single loop learning". Man undviker också att diskutera andras ifrågasättanden och att man själv eller den grupp man tillhör hamnar i obehagliga konflikt-situationer.

"Modell II"-beteende främjar ett öppet och generöst förhållningsätt till omgivning och arbetskamrater. Den skapar också en nyfiken och oförbehållsam attityd till komplicerade situationer, vilket gynnar kunskapsutveckling och "double loop learning", dvs. en analys av alternativa mål och av olika vägar att nå dem. "Modell II"-beteende karaktäriseras av:

- att man eftersträvar adekvat information och att man håller sig till fakta
- att man gör fria och medvetna val
- att handlandet styrs av inre övertygelse och engagemang.

Den skandinaviska forskningstradition, som DBDB-projektets aktionsforskning knyter an till, innebär ett skifte av teoretiskt fokus från strukturalistisk teori till generativ teori, vad beträffar deltagande av anställda i planering och arbetsmiljöutformning (Gustavsen 1987). I strukturalistisk teori jämföras demokrati i arbetslivet med vissa organisationsprinciper och organisationsformer. Den generativa teorin är istället processinriktad, dvs. den är en teori om hur människor på en arbetsplats kan delta i förändrings- och utvecklingsarbete och bidra till att lösa arbetsplatsens problem. En skillnad mellan DBDB-projektets och LOM-programmets aktionsforskningsansatser (Gustavsen 1990, Hart 1990) är emellertid att DBDB-projektet fokuserar mer på företaget, dess produktion och på den enskilde individen samt dennes motiv och erfarenheter, medan LOM-programmet snarare sätter företaget i relation till branschmässiga, samhälleliga, ekonomiska och arbetsrättsliga förhållanden.

Kognitiv utvecklingspsykologi

I DBDB-projektet används datorgenererade bilder av existerande och planerad produktionsmiljö och tillverkningsprocess som ett sorts gemensamt språk för att underlätta kommunikation mellan olika yrkeskategorier (Akselsson, Bengtsson, Johansson, af Klercker 1990). Avsikten är att överbrygga de begränsningar som fackspråk och yrkesjargong samt schematiserade produktionslayouter och stiliserade flödesscheman kan innebära för kommunikation och informationsutbyte. En utgångspunkt har varit att det ofta är lättare att föreställa sig hur en arbetsplats ser ut, om man ser den avbildad än om den enbart beskrivs muntligt eller i text. Projektet söker därför att konkretisera existerande förhållanden och planerade förändringar i ett företag genom att visa verklighetstroga bilder och animationer på en bildskärm. Förutom att ge deltagare i planeringsprojekt en gemensam bildmässig erfarenhet av planeringen, syftar den konkreta presentationen till att öka förståelsen av relationerna mellan arbete, arbetsmiljö och produktion samt hur dessa påverkas av förändringar i företagen.

Teoretiskt knyter projektet an till Piagets utvecklingspsykologi⁵ (Piaget 1968) och dess idé om att högre kognitiva funktioner och förståelse av komplicerade relationer växer fram ur konkreta upplevelser av närmiljön. Även om Piagets teori har utvecklats genom studier av barns kognitiva utveckling, talar mycket för att den är epistemologiskt generell och kan tillämpas för att studera kognitiva funktioner också hos vuxna.

Enligt Piaget och Inhelder (1969) utvecklas förmågan att avbilda omvärlden i teckningar innan omvärlden kan internaliseras i mentala föreställningar. De mentala föreställningarna är först reproducerande för att sedan utvecklas till att vara anticipatoriska eller föregripande, dvs. först utvecklas förmågan att representera tidigare upplevda situationer och därefter förmågan att föreställa sig framtida eller icke upplevda situationer. De mentala föreställningarna rör till en början statiska förhållanden i omgivningen, men efter hand omfattar de också förändringar och dynamiska skeenden i omvärlden. Den högst utvecklade semiotiska funktionen - att uttrycka sig verbalt i tal eller skrift - baseras i sin tur på förmågan att skapa mentala föreställningar om omvärlden.

⁵ Enligt Piaget förvärvas under den senso-motoriska perioden kunskap om omgivningen genom reflexrörelser. Allteftersom sinnesintryck kan differentieras från reflexer, kommer de omedelbara sinnesintrycken att dominera utvecklingen under den föroperationella perioden. Då behärskas ännu inte logiska tankeoperationer utan omvärlden definieras genom det som kan upplevas. Logiska och matematiska tankeoperationer utvecklas successivt under de konkreta operationernas period genom att upplevda förändringar i omvärlden abstraheras. Under de formella tankeoperationernas period förvärvas förmågan att föreställa sig förhållanden som inte upplevts, dvs. att hantera symboler och abstrakta begrepp samt att utföra begreppstransformationer.

Metodologisk ansats

Metodutvecklingen i DBDB-projektet fokuserar på tre olika aspekter av förändringsarbete:

- kartläggningsmetodik
- bildmetodik
- samverkansmetodik.

De tre metoderna tillsammans benämns DBDB-metodiken. Denna har utarbetats i sex fallstudier utförda i fyra verkstadsföretag inom mekanisk industri. Den fortsatta presentationen av DBDB-metodiken baseras på erfarenheter från dessa fallstudier (Bengtsson, Johansson, af Klercker 1991).

DBDB-projektet har arbetat *explorativt* och *interpreterande* med anknytning till humanistisk vetenskapsteori snarare än kausalitetsanalyserande och hypotesprövande inom en experimentell positivistisk vetenskapsteoretisk tradition. Det söker sålunda primärt att *förstå* förändringsprocesser med hänsyn till förändringens natur samt förändringsaktörernas egenskaper och agerande. I brist på sådan förståelse gör projektet inte anspråk på att förutsäga eller förklara förändringsprocesser.

Kartläggningsmetodik

Förändringsarbete enligt DBDB-metodiken inleds med kartläggning och insamling av information rörande relevanta förändringsaspekter. Forskargruppen deltar i kartläggningen, men enligt samverkansmetodiken (se sid 15) är det viktigt att även personal från företag och företagshälsovården engageras. Den insamlade informationen utgör underlag för de två övriga metodikerna. Följande metoder kommer till användning i kartläggningsarbetet:

- *observation*, fotografering och videofilmning används för att kartlägga dynamiska aspekter som transporter och materialflöden i en verkstadshall eller arbete vid en arbetsplats
- *intervjuer* med individer och grupper kompletterar observation och videofilmning för mer detaljerad information om produktionsflöden, produktionsstatistik och arbetsuppgifter
- *uppmätning* av statiska aspekter som storlek på lokaler, mått på maskiner och annan produktionsutrustning, hyllställ, etc. ligger till grund för bildskapande och animation
- *fysisk mätning* kartlägger miljöfaktorer som buller, belysning, damm, lösningsmedel och ventilation

- *enkäter* undersöker de anställdas upplevelser och reaktioner på fysikalisk-kemiska, belastningsergonomiska, psykologiska och sociala arbetsmiljöförhållanden
- *psykologisk mätning* görs av aspekter som arbetsuppgifters kognitiva regleringsnivå⁶, arbetsinnehåll⁷ och organisationsklimat⁸.

Bildmetodik

Under 1970- och 1980-talen behandlades brukares medverkan i planering av lokaler och bostäder i flera forskningsprojekt (af Klercker 1983). Visualisering av miljön för en brukare, som har svårt att läsa ritningar, var därvid en viktig teknik för att öka möjligheterna till medverkan i och inflytande på planeringsarbete. I arbetsmiljösammanhang gjorde Henriksson och Lindqvist (1977) en idéhandbok, "Lägenheter på verkstadsgolvet" som varit en av utgångspunkterna för DBDB-projektets bildmetodik. I idéhandboken gjordes alla bilder för hand enligt gängse metodik inom arkitekturområdet.

I DBDB-projektet utnyttjas datorgrafik för att på ett lättförståeligt sätt presentera såväl en befintlig som en föreslagen, framtida produktionsmiljö eller produktionsprocess. Avsikten är att bildmetodiken, som projektet utvecklar, ska fungera som ett gemensamt språk för olika yrkesgrupper. Den är speciellt avsedd att beskriva *dynamiska* aspekter som transporter eller människor i arbete vid maskiner, vilka kan vara svåra eller omständliga att beskriva i text. Bildmetodiken⁹ är uppdelad i bildskapande, bildpresentation och simulering.

Bildskapande

Bildskapandet baseras på den information som samlas in i samband med kartläggningen. Tredimensionella objekt skapas av såväl maskiner, pallar och truckar¹⁰ som av de människor¹¹ som arbetar med dem. Flera objekt bildar tillsammans en modell av en verkstadshall eller en arbetsplats. Enklare figurer åskådliggör exempelvis företagets organisationsschema eller arbetsorganisationen i verkstaden¹².

⁶ VERA-metoden (Volpert, Oesterreich, Gablenz-Kolakovic, Krogoll, Resch 1983) har i fallstudierna använts för att studera arbetsuppgifters kognitiva regleringsnivå.

⁷ WEBA-metoden (Pot, Christis, Fruytier, Kommers, Middendorp, Peeters, Vaas 1989) har i fallstudierna använts för att studera arbetsinnehållet.

⁸ GEFA-metoden (Ekvall) har i fallstudierna använts för att studera organisationsklimatet.

⁹ Bildskapandet och bildpresentationen görs i Macintoshmiljö, företrädesvis med hög upplösning (72 dpi) på bildskärmen och i färg (256 färger).

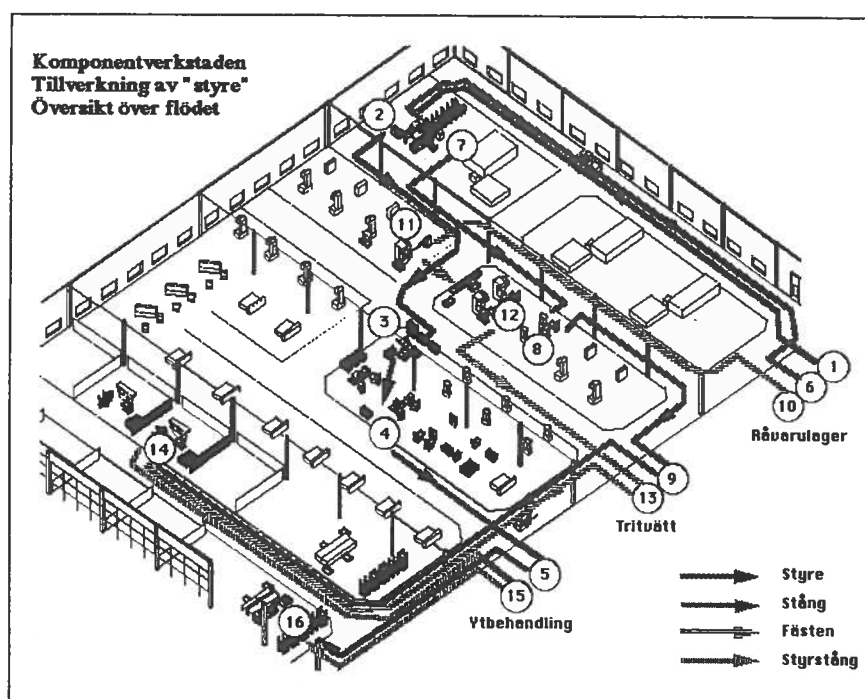
¹⁰ Modelshop, som är ett tredimensionellt CAD-program, har i fallstudierna använts för design och visualisering av byggnader, lokaler samt produktions- och transportutrustning.

¹¹ Swivel 3D är ett tredimensionellt CAD-program, som i fallstudierna använts för att visualisera bildobjekt med komplicerade former som t.ex. människor.

¹² MacDraw är ett tvådimensionellt ritprogram, som i fallstudierna använts för att göra skisser och enklare figurer.

Bildpresentation

Såväl stillbilder som animerade bilder har använts¹³. Översiktsbilder av verkstadshallen visar hur maskiner och annan utrustning är uppställda (se figur 1). Bilderna ger en god uppfattning om utrymmen runt maskiner och arbetsplatser. Perceptuella djupledtrådar som linjeperspektiv och ljussättning med skuggor och dagar¹⁴ används för att förstärka realismen i bilderna samt underlätta avståndsbedömning och storleksuppfattning (Gibson 1966). Närbilder av arbetsplatser i en verkstadshall används för att i detalj beskriva maskiner och människor i arbete.



Figur 1. Översiktsbild av verkstadshall i 3D-vy. Linjer och pilar visar transportvägar för tillverkning av detaljer till cykelstyre. Cirklar och siffror refererar till olika bearbetningsmoment, som illustrerades med närbilder av maskiner och bearbetade detaljer samt produktionsdata för maskiner och arbetsuppgifter för arbetare (positionerna 1, 5, 6, 9, 10, 13, och 15 refererar till bearbetningsmoment utanför verkstadshallen, vilka inte illustrerades).

Tredimensionella vyer kompletterar tvådimensionella planritningar för att ge en realistisk beskrivning av arbetsmiljön. Bilderna kan presenteras i ett axono-

¹³ Animerade bilder framställs efter samma principer som tecknad film. Föremåls utseende och läge på bildskärmen förändras med ett visst tidsintervall på ett sådant sätt att ögat uppfattar rörelse. MacroMind Director har i fallstudierna använts för animation. Bilderna, som animeras med MacroMind Director, kan skapas i programmet eller importeras från andra program.

¹⁴ Ytors skuggsidor har markerats genom mörkare färgton. Däremot har inte föremåls slagskuggor ritats ut.

metriskt "åskådarperspektiv"¹⁵, varvid betraktaren ser arbetsmiljön utifrån. Man kan se hur maskiner fungerar, hur människor arbetar och rör sig liksom hur truckar och traverser transporterar material och produkter. Maskinbuller och slammer i verkstaden vid tillverkningen kan åtfölja bildvisningen.

Det är också möjligt att visa arbetsmiljöerna ur ett "aktörsperspektiv", dvs. ur den arbetandes perspektiv. Betraktaren upplever sig stå på verkstadsgolvet och kan "gå runt" i miljön och "titta på" lokaler och utrymmen. Arbetsplatser med maskiner och annan utrustning kan också studeras ur den arbetandes perspektiv.

Simulering

Datorsimulering har i begränsad utsträckning använts för att bygga och experimentera med modeller av tillverkningssystem¹⁶. Simuleringsmodeller har skapats av produktions- och transportflöden i verkstaden. Genom att animera simuleringsresultaten i tvådimensionella översiktsbilder av verkstaden kan material- och produktionsflöden illustreras liksom truck- och traversrörelser. Kombinationen av simulering och animation gör att effekten av flaskhalsar, tillverkningsbuffertar och andra dynamiska aspekter i produktionen kan åskådliggöras. Det är också relativt enkelt att studera effekten av förändringar rörande maskinkapacitet eller bemanning. Simuleringsprogrammen beräknar också statistiska parametrar för olika aktiviteter och tidsrelationerna mellan dem.

Samverkansmetodik

Kartläggnings- och bildmetodiken kombineras i projektet med en samverkansmetodik. Denna syftar till att anställda som berörs av planerade förändringar såväl som chefer och experter, t.ex. inom företagshälsovården, ska delta i och ha inflytande över förändringsarbete. En utgångspunkt för projektet har varit att varje anställd kan ses som "specialist" med en unik kompetens inom sitt verksamhetsområde. Genom att på ett tidigt stadium i förändringsarbetet tillvarata den kunskapsmassa som olika yrkeskategorier tillsammans representerar, skapas förutsättningar för bättre planering från såväl produktivitets- som arbetsmiljösynpunkt.

I de genomförda fallstudierna har projektgrupper om 5-15 personer bildats, men gruppstorleken är inte kritisk för användning av DBDB-metodiken. Följande representation av befattningar och yrkeskategorier har eftersträfvats:

¹⁵ "Åskådarperspektiv" ritades med dimetrisk axonometri, vilket innebär att z-axeln ritades med reducerad skala för att generera så lättolkade och verklighetstroga bilder som möjligt.

¹⁶ Definition: "simulering=experiment på modell". Simulering omfattar således uppbyggnad av en modell samt utformning och implementering av ett experiment på denna modell. Mast-Spar-Beam och CADmotion är simuleringsprogram, som i fallstudierna använts under operativsystemet MS-DOS på PC-datorer av IBM-typ.

- vd eller annan från företagsledningen med mandat att fatta ledningsbeslut
- produktionschef eller produktionsteknisk chef
- verkmästare eller annan arbetsledare
- verkstadsanställda som berörs av planerade förändringar
- facklig företrädare
- företrädare för företagshälsovården
- DBDB-forskare.

Projektgrupperna har mötts i studiecirkelform ett antal gånger för att under ett par timmar varje gång arbeta sig igenom ett antal teman med anknytning till förändringsarbetet. Den information som samlats in i samband med kartläggningen har använts som underlag för projektgruppens diskussioner. Diskussionerna spelas in på band för bearbetning och analys.

Personal på företagen, som deltagit i fallstudierna, har uppmuntrats att delta i kartläggningen och att lära sig att använda bildmetodiken. En eller ett par produktionstekniker eller arbetare har utbildats kring bildmetodiken så att de kunnat hantera väsentliga delar av den på egen hand. Andra presumtiva användare av bildmetodiken kan vara personal från företagshälsovården och andra konsulter.

Bildpresentationen används som ett hjälpmedel i planeringsarbetet; först för att göra en *nulägesbeskrivning*¹⁷ av befintliga lokaler och av pågående verksamhet; därefter som stöd i en diskussion för att ta fram *planeringsförslag*; slutligen för *presentation och värdering* av planeringsförslag. Nulägesbeskrivningen, planeringsdiskussionen och värderingen av planeringsförslagen återspeglar hur Kolbs teori för erfarenhetsbaserad inläring och Piagets utvecklingsteori påverkat utformningen av samverkansmetodiken. Tankegångarna ansluter också väl till hur forskare inom Quality of Working Life traditionen (Trist 1983) har resonerat kring möjligheten att använda bildmedier vid förändringsarbete.

Samverkansmetodiken knyter an till den skandinaviska traditionen om ömsesidig partssamverkan i utvecklingen av demokratiska former för arbetsorganisation (Rankin 1988). Politiker, företagsledare, fackföreningsledare och forskare är i stort sett ense om att ett ömsesidigt intresse och engagemang från företagsledningen och de anställda är ett grundvillkor för vidareutveckling av arbetslivet (Lundin 1988, Gustavsen 1990). Samverkan bedöms som viktig för att öka de anställdas inflytande över det egna arbetet. Den är också viktig för att de ska kunna vidareutveckla sin yrkeskunskap och kompetens och för att företagen ska kunna möta ökade krav på anpassning till snabba förändringar av marknad och teknik.

¹⁷ Nulägesbeskrivningen redovisar resultaten av kartläggningsmetodiken, huvudsakligen i bildform men även muntligt eller skriftligt. Den utgör underlag för det fortsatta planeringsarbetet.

DBDB-workshop

För att studera DBDB-metodikens möjligheter att generera förslag till utformning av arbetsmiljö, produktionsteknik och arbetsorganisation lades workshopen upp så att grupper från flera verkstadsföretag och från företagshälsovården inbjöds att delta. Grupperna planerade under rollspelsliknande former förändringar av produktion och arbetsmiljö utifrån samma förutsättningar som gällde i de fallstudier där DBDB-metodiken använts.

Workshopens uppläggning och genomförande

Liksom fallstudierna riktade sig workshopen till företag och företagshälsovård inom verkstadsindustrin. Workshopen byggdes upp kring tillverkning av cykelstyren. Tillverkningen visualiserades med hjälp av DBDB-projektets bildmetodik. Cykelstyret valdes som produkt därför att det är ett välbekant föremål, som kan produceras med okomplicerad produktionsutrustning och enkla tillverkningsmoment. Samtidigt är bearbetningsmomenten tillräckligt många för att olika tillverkningsförfaranden ska kunna övervägas. Det fiktiva cykel företaget fick namnet DBDB-Cyklar.

Information om workshopen och ett arbetsunderlag, som angav förutsättningar för planeringsarbetet, skickades ut i förväg till deltagarna. Workshopgrupperna planerade därefter vid två tillfällen en alternativ produktion av cykelstyren. Vid det första mötet, som varade en halv dag, analyserades problematiken och grupperna utarbetade var för sig ett första utkast till förändrad tillverkning. Mellan de två mötena tog forskargruppen fram animerade presentationer av de förslag som respektive grupper kommit fram till. Workshopen avslutades med att grupperna under det andra mötet finslipade sina förslag och presenterade dem för varandra. Deltagarna besvarade också ett frågeformulär som avsåg att belysa vilken betydelse de olika bildtyperna hade haft för planeringen.

Det andra mötet inföll ca. 10 dagar efter det första mötet och sträckte sig över en hel dag. Planeringsdiskussionerna vid de två mötena spelades in på band för senare analys tillsammans med de observationer av planeringsarbetet som gjordes av DBDB-forskarna. Workshopens uppläggning sammanfattas i tabell 1, som också anger vilka bilder som visades vid de två mötena.

Workshopgrupper

Inbjudan till workshopen skickades till ett 60-tal företag. Av dessa kom sju på ett introduktionsmöte där DBDB-projektet och workshopen presenterades. Tre

verkstadsföretag¹⁸ deltog i workshopen med grupper sammansatta enligt samverkansmetodiken. I två av de tre företagsgrupperna deltog en representant för företagets företagshälsovård. Vidare deltog en grupp från Föreningen Teknisk Företagshälsovård - FTF¹⁹. Deltagarna i FTF-gruppen spelade motsvarande roller som deltagarna i företagsgrupperna enligt metoden för samverkan.

FTF-gruppen och företagsgrupperna representerar olika erfarenheter och kompetenser vad gäller synsätt på och handläggning av arbetsmiljöfrågor. Det ger intressanta möjligheter att jämföra och analysera gruppernas arbetssätt och planeringsförslag. För att lära känna DBDB-metodiken deltog inbjudna forskare utan anknytning till projektet som observatörer i workshopgrupperna. Deras observationer kompletterade DBDB-forskarnas observationer av planeringsarbetet. Gruppernas sammansättning framgår av tabell 2.

Arbetsunderlag

Arbetsunderlaget, som i form av pappersbilder skickades ut i förväg till deltagarna i workshopen, omfattade följande aspekter (se tabell 1):

- *företagsexteriör* - bilder av byggnader för lager, tillverkning och montering med förklarande texter (figur 2)
- *verkstadshall* - översiktsskild av hela tillverkningshallen (figur 1)
- *arbetsplats* - närbilder av dels de maskiner som användes vid tillverkningen av cykelstyret, dels den detalj som bearbetades på arbetsplatsen samt produktionsdata för maskiner och information om arbetsuppgifter för arbetaren (figur 3 - arbetaren fanns inte med på pappersbilderna utan endast på datorbilderna - samt figur 4 och 5)
- *DBDB-cykel* - bild av en cykel med det tillverkade styret
- *produktionsdata* - bild med produktionsstatistik för varje maskin i verkstadshallen presenterad i numerisk form - produktionskapacitet (cykelstyren/timme), produktionsvolym (cykelstyren/år), drifttid (timmar/vecka), bemanning (% av drifttid; mantimmar/vecka) - och illustrerad i stapeldiagram (figur 6)
- *arbetsorganisation* - bild av linjeorganisationen i verkstaden med bemanning och befattningar presenterade (figur 7).

¹⁸ Företag A konstruerar och tillverkar värmeväxlare.

Företag B konstruerar och tillverkar belysningsarmaturer framför allt för industriellt bruk.

Företag C tillverkar personlig skyddsutrustning som livlinor, men också bullerdämpande skärmar, utsug för svetsrök, etc.

¹⁹ Föreningen Teknisk Företagshälsovård - FTF - är en yrkesförening för i första hand yrkesverksamma skyddsenjörer. I FTF-gruppen ingick också en sjukgymnast.

Första mötet

Det första workshopmötet inleddes i varje grupp med en nulägesbeskrivning, principiellt upplagd på samma sätt som i fallstudierna. Den i grupperna som representerade företagsledningen presenterade syftet med workshopen samt nuläge och framtidsutsikter för det fiktiva företaget DBDB-Cyklar. Denna information hade skickats till ledningsrepresentanten som en del av arbetsunderlaget. I den information som lämnades konstaterades att:

Företaget "DBDB-Cyklar", som producerar populära cyklar, räknar med en 20-procentig årlig ökning av antalet sålda DBDB-cyklar under den närmaste femårsperioden. Under innevarande år kommer 200 000 cyklar att produceras, nästa år 250 000 och om fem år är produktionen uppe i ca. 500 000 cyklar. Företaget ska således mer än fördubbla sin produktion på fem år. Detta ska ske inom eller i anslutning till nuvarande produktionsanläggning. Målsättningen är att all produktion fortfarande ska vara förlagd till ett ställe.

DBDB-Cyklar har ca. 250 anställda, varav två tredjedelar är kollektivanställda. Bland de kollektivanställda har man en hög personalomsättning och sjukfrånvaro. En av orsakerna kan vara att arbetena är monotona och fysiskt påfrestande med ringa grad av omväxling, ansvarstagande och möjlighet till personlig utveckling. För att klara av den förväntade produktionsökningen krävs att personalen stannar och utvecklas med företaget samt att företaget kan attrahera yngre och välutbildad arbetskraft. Därför blir satsningen på en bättre arbetsmiljö och ett utökat arbetsinnehåll i verkstaden en av huvudpunkterna för framtiden. En lämplig tidpunkt för satsningen är när stora delar av dagens föråldrade produktionsutrustning ska bytas ut.

Ett förprojekt genomförs tillsammans med Tekniska Högskolan i Lund. Projektet drivs av en grupp som tillämpar DBDB-metodiken. Projektet är ett försök att gå ifrån dagens funktionellt uppdelade produktion till fördel för alternativa produktionsformer. Cykelstyren bryts ut från övrig tillverkning, och de maskiner som behövs placeras i en avgränsad del av verkstaden. Projektet genomförs med befintliga maskiner och utrustning. Det finns dock, om workshopgruppen beslutar så, utrymme för vissa försök med automatisering. Slutprodukten av projektet ska bli en självstyrande grupp på 7-10 personer, som självständigt ansvarar för produktionen av styren. Företaget vill starta projektet så snart som möjligt för att dels få erfarenhet av hur en självstyrande grupp kan läggas upp, dels få testa DBDB-metodiken och därigenom vinna kunskaper som kan användas när övriga delar av produktionen ska läggas om.

I nulägesbeskrivningen ingick en animerad bildpresentation av företaget DBDB-Cyklar. Samtliga bilder visades ur ett åskådarperspektiv. På så sätt fick alla workshopgrupperna samma information att utgå från (se tabell 1):

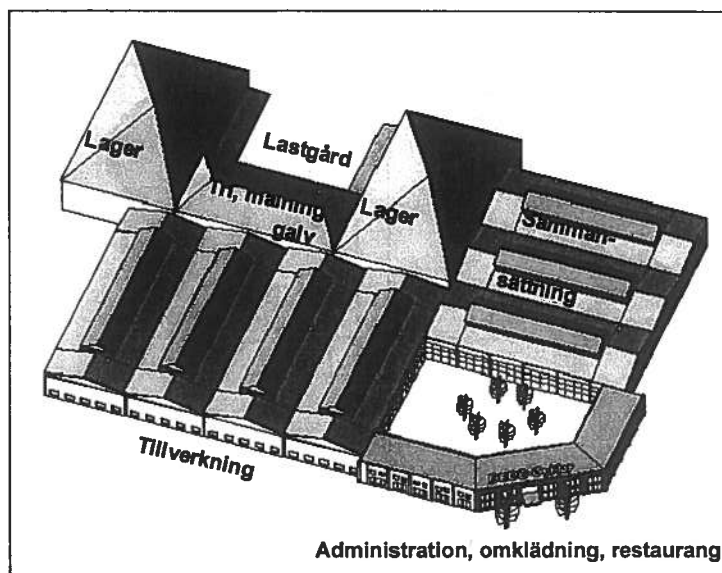
- *verkstadshall: stillbild på bildskärm och animation* (se figur 1). Stillbilden visade samma översigtsbild som pappersbilden i det utskickade arbetsunderlaget. Animationen visade hur delarna till styret transporterades mellan olika maskiner i verkstadshallen. Workshopdeltagarna kunde följa hur långa rör

Bildtyp	Arbetsunderlag	Första mötet	Andra mötet
Företagsexteriör	3D-vy: pappersbild	3D-vy: stillbild: bildskärm	
Verkstadshall	3D-vy: pappersbild	a) 3D-vy: stillbild: bildskärm b) 3D-vy: animation: bildskärm c) Manipulerbar datormodell	
Flödesgrupp			a) 3D-vy: pappersbild b) 3D-vy: stillbild: bildskärm c) 3D-vy: animation: bildskärm d) Manipulerbar datormodell
Arbetsplats	3D-vy: pappersbild	a) 3D-vy: stillbild: bildskärm b) 3D-vy: animation: bildskärm c) Manipulerbar datormodell	a) 3D-vy: stillbild: bildskärm b) 3D-vy: animation: bildskärm c) Manipulerbar datormodell
Tillverkningsdetalj	2d-vy: pappersbild	2D-vy: stillbild: bildskärm	
Produktionsdata	a) alfa-numerisk info: pappersbild b) stapeldiagram: bildskärm	stapeldiagram: bildskärm	
Arbetsorganisation	organisationsschema: pappersbild		

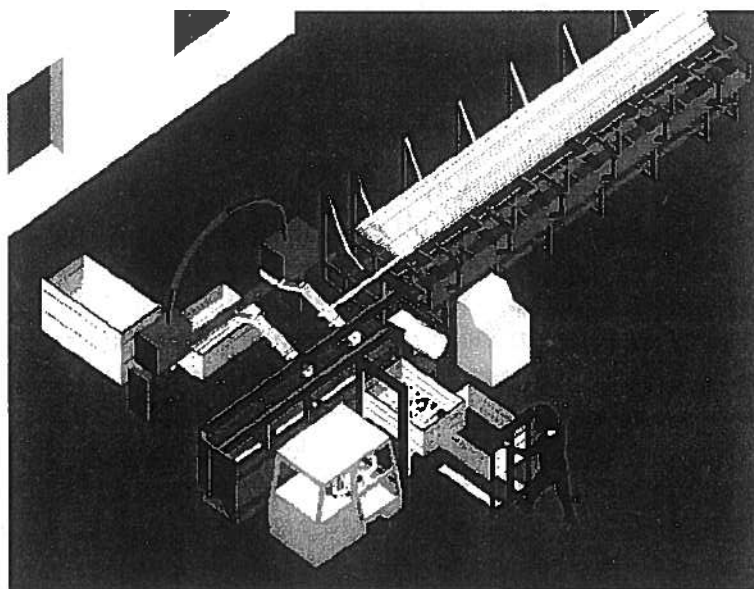
Tabell 1. Workshopens uppläggning med presentationsmedier och presentationssätt för olika bildtyper samt tidpunkten då de introducerades. Bilderna visades ur åskådarperspektiv.

Deltagare	Företag A		Företag B		Företag C		FTF	
	dag 1	dag 2	dag 1	dag 2	dag 1	dag 2	dag 1	dag 2
chefer	2	2	2	2	3	3	0	0
verkstadspersonal	1	1	3	3	2	2	0	0
FHV-personal	1	1	1	1	0	0	6	6
observatör	2	1	1	1	1	1	1	1
DBDB-forskare	2	1	1	1	1	1	1	0
DBDB-animatör	1	1	1	1	0	0	1	1
totalt	9	7	9	9	7	7	9	8

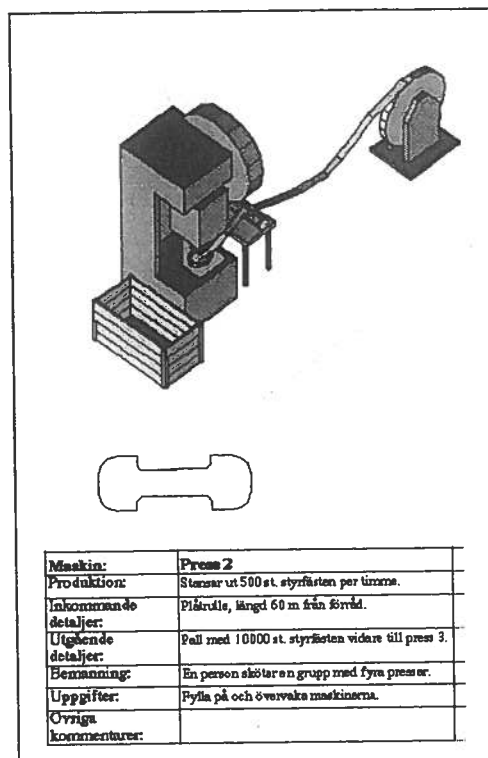
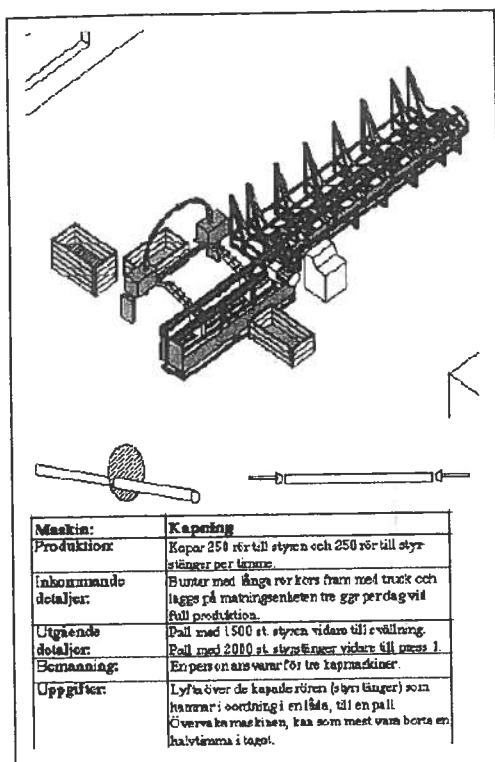
Tabell 2. Workshopgruppernas sammansättning vid de två mötena.



Figur 2. DBDB-cyklar, fabriken i axonometriskt perspektiv med förklarande texter.



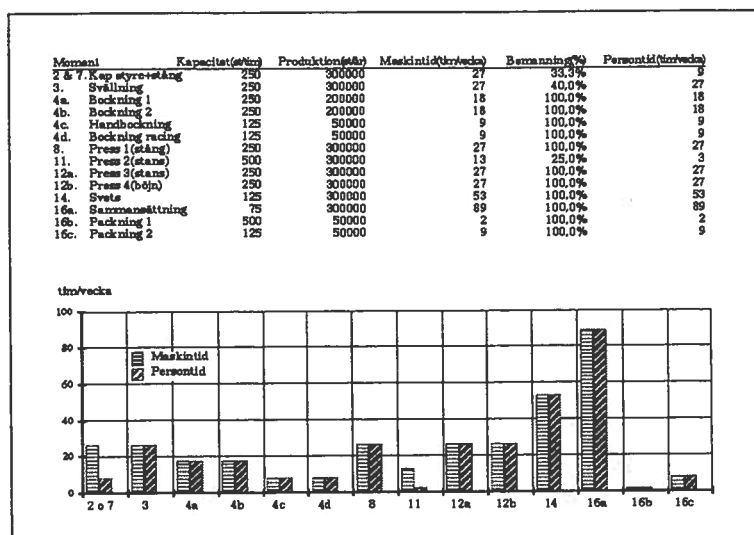
Figur 3. Arbetsplats i 3D-vy. I animationen gick det att följa transporter, bearbetning och det arbete som utfördes vid kapmaskinen (position 2 och position 7 i figur 1; arbetaren fanns inte med på pappersbilderna utan endast på datorbilderna).



Figur 4. Närbild av kapmaskin (position 2 och position 7 i figur 1) och bearbetad rördetalj (figur 1) och utstansat styrfäste samt produktionsdata för maskinen och information om arbetsuppgifter för maskinoperatören.

först transporterades in med truck till en kapmaskin, hur de kapade rören sedan transporterades vidare i pall till en svällmaskin där de bearbetades, osv. På så sätt fick deltagarna möjlighet att följa styrets olika delar från maskin till maskin genom hela verkstaden. Översiktsskärmen fungerade också som meny för interaktiv visning av de olika arbetsplatserna (se nedan).

- **arbetsplats: stillbild på bildskärm och animation** (se figur 3). Stillbilden av en arbetsplats presenterades som infälld bild vid musklick på motsvarande maskin i verkstadshallen. Stillbilderna visade också arbetare vid maskinerna och skilde sig därigenom från pappersbilderna i utskicket. Vid musklick på maskin eller arbetare vid en arbetsplats presenterades samma produktionsdata för maskinen och information om arbetsuppgifter för arbetaren som på pappersbilden. Animationen startades genom ett klick på den infällda bilden. I animationen gick det att följa transporter och materialbearbetning samt se det arbete som utfördes, t.ex. en truck som placerade långa rör i kapmaskinen, uppkapning till korta rör, en arbetare som lyfte de kapade rören mellan två pallar, en arbetare som körde fram tomma pallar med en handtruck, etc.



Figur 6. Produktionsdata vid tillverkning av cykelstyre; produktionsstatistik för varje maskin presenterad i numerisk form och illustrerad i stapeldiagram.

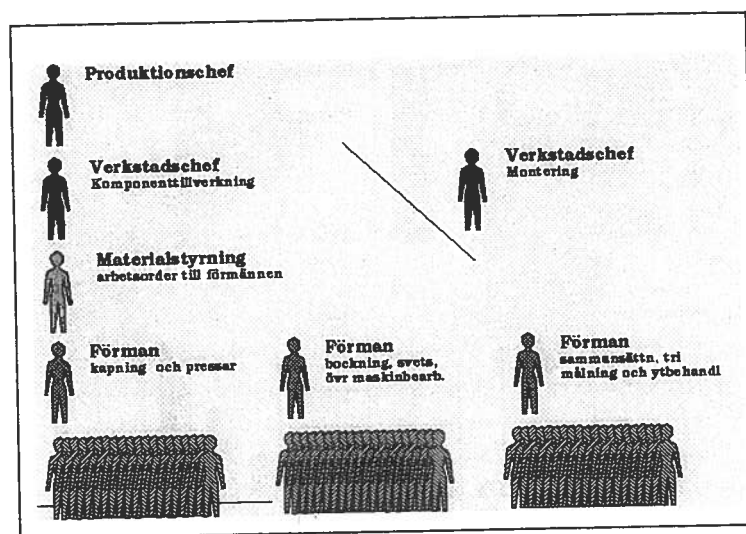
- *manipulerbar datormodell.* Bildpresentationen gav möjlighet att visa tillverkningshallen i tvådimensionell eller tredimensionell vy med valfri förstoring. Modelleringsprogrammet gjorde det också möjligt att interaktivt revidera datormodellen. I modellen kunde maskiner modifieras och flyttas runt, så att t.ex. en kap- och en svällmaskin kopplades samman via ett transportband. Den manipulerbara datormodellen användes för att ta fram planeringsförslag.

Efter nulägesbeskrivningen följde en planeringsdiskussion. Diskussionen rörde hur produktionen skulle förändras från funktionell produktion till tillverkning i flödesgrupp eller annan arbetsorganisation. I varje workshopgrupp fanns en forskare från DBDB-projektet och en animatör, som hjälpte deltagarna att diskutera med bilderna som underlag. Diskussionen utmynnade för varje grupp i ett förslag, som skulle visualiseras med DBDB-projektets bildmetodik inför det andra mötet.

Andra mötet

Vid det andra mötet fanns workshopgruppernas förslag till förändrad produktion visualiserade. Förslagen visades dels som pappersbilder, dels som animationer på bildskärmen. Figur 8 och figur 9 visar ett par av förslagen.

Enligt förutsättningarna för planeringen grupperades maskinerna i en flödesgrupp i en förutbestämd del av verkstadshallen. Produktflödet åskådliggjordes med truckar och handtruckar, som förflyttade sig i verkstaden. Transport-



Figur 7. Organisationsschema för linjeorganisationen i verkstaden vid företaget DBDB-cyklar.

vägarna illustrerades med utlagda pilar. I likhet med animationen av nulägesbeskrivningen gick det att följa den bearbetning och det arbete som utfördes. I flera planeringsförslag fanns några nya automatiserade arbetsplatser animerade, t.ex. en plockrobot och maskiner hopkopplade med transportband.

Vid det andra mötet värderades och vidareutvecklades förslagen till produktionsförändring. Grupperna hade möjlighet att med animatörens hjälp flytta runt maskiner och annan utrustning i den manipulerbara datormodellen. Animerade bildpresentationer visade hur tillverkningen gick till. Workshopen avslutades med att de deltagande grupperna presenterade sina förslag för varandra.

Resultat

Följande redovisning av resultat och erfarenheter från workshopen baseras på observationer och bandinspelningar av planeringsdiskussionerna samt på hur workshopgrupperna använde bilder och animationer under de två mötena. Resultaten redovisas i enlighet med artikels syfte att studera:

- samverkan i planeringsgrupper
- utformning av planeringsförslag
- diskussionsteman vid planering
- användning av bilder som planeringshjälpmedel.

Samverkan i planeringsgrupper

Efter den datoranimerade nulägesbeskrivningen, som inledde workshopen, började deltagarna att diskutera och planera hur de skulle kunna förändra produktionen av cykelstyren från funktionell produktion till tillverkning i flödesgrupp. Diskussionen blev snabbt realistisk och tycktes engagera deltagarna.

I företagsgrupperna dominerades diskussionen av cheferna - produktionsteknisk chef, produktionschef, logistikchef och produktionstekniker. De initierade olika teman och presenterade planeringsidéer. Verkstadspersonal och FHV-personal i dessa grupper deltog inte lika aktivt i planeringsdiskussionen. De hamnade ändå inte utanför diskussionen utan kommenterade och värderade chefernas idéer och förslag. Relationen mellan chefer och övrig personal var densamma i samtliga företagsgrupper, trots att det fanns variationer mellan grupperna vad beträffar DBDB-forskarens, DBDB-animatörens och observatörens deltagande i diskussionen.

Utformning av planeringsförslag

Huvuddragen i företagsgruppernas förslag till ny produktionslayout och arbetsorganisation var i stor utsträckning gemensamma. Företagsgrupperna använde också bilder och animationer på likartat sätt. FTF-gruppens planeringsförslag och deras sätt att använda bilder och animationer skilde sig emellertid från företagsgruppernas. I redovisningen av förslagen kommer därför företagsgrupperna att redovisas tillsammans, medan FTF-gruppen redovisas för sig.

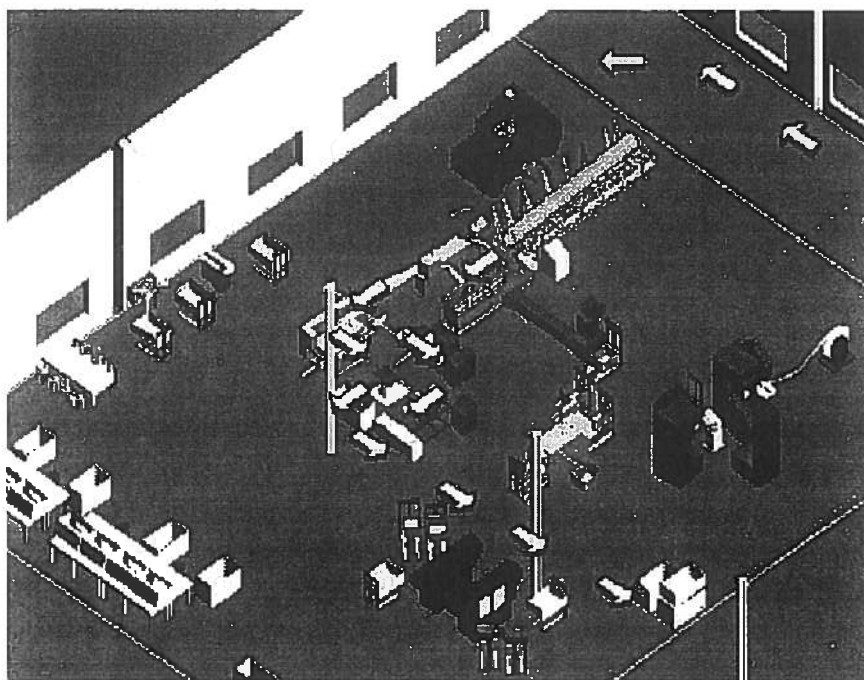
Företagsgrupper

I företagsgruppernas slutliga förslag tillverkades cykelstyret i en flödesgrupp. Förslagen baserades till stor del på befintlig produktionsteknik och arbetsorganisation. Arbetsuppgifterna var obetydligt förändrade.

Figur 8 illustrerar ett av förslagen från företagsgrupperna. Av figuren framgår att flera av maskinerna placerades åtskilda och att en stor del av transporterna skulle utföras av arbetarna med handtruck. Dessutom skulle flera av maskinerna betjänas manuellt liksom i den ursprungliga produktionen. Tekniken hade dock moderniserats i väsentliga avseenden genom införande av robotar och hopkoppling av maskiner med transportband, etc. Företagsgrupperna hade försett vidareutvecklat produktionssystemet med välkänd och beprövad teknik.

Redan efter det första mötet hade företagsgrupperna arbetat fram relativt detaljerade förslag till hur en förändrad produktionslayout och arbetsorganisation

skulle se ut. Idéerna fanns presenterade i skissform eller som genomarbetade förslag i en tredimensionell datormodell. Animatörens uppgift efter det första mötet bestod endast i att göra visst detaljarbete och att animera det framtagna förslaget. I de slutliga planeringsförslagen vid det andra mötet var placeringen av de flesta maskiner väl genomtänkt liksom produktionsflöde, principer för automatisering och i viss mån den fysiska arbetsmiljön - framför allt arbetsställningar.

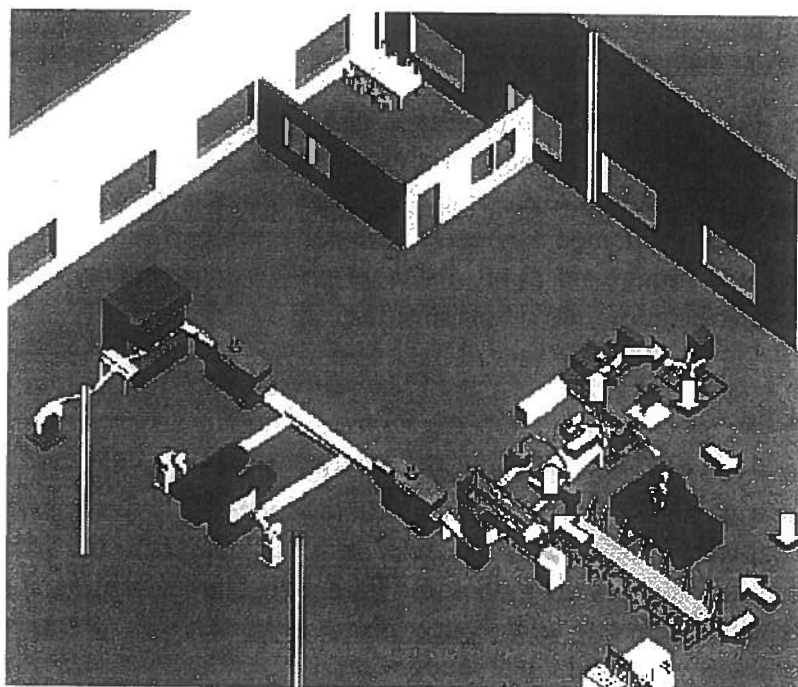


Figur 8. Ett av företagsgruppernas förslag till förändrad produktionslayout och arbetsorganisation.

FTF-grupp

I FTF-gruppens förslag hade tillverkningen av cykelstyret förändrats i stor utsträckning. Som framgår av figur 9 placerades maskinerna tillsammans så att produkterna kunde förflyttas mellan maskinerna med robotar och transportband. Tillverkningen skulle ske genom en i det närmaste helautomatiserad process för att fysiskt tunga och belastande arbetsmoment liksom monotona, enformiga och repetitiva arbetsuppgifter skulle kunna minskas. Sammansättning och packning, som inte gick att automatisera, hade flyttats till andra delar av företaget. Nya uppgifter som planering, kvalitetskontroll och underhåll skulle å andra sidan tillföras. Stora delar av tillverkningen, som övervakades av ett par man, baserades på ny, icke utprövad teknik.

FTF-gruppen hade inte tagit nämnvärd hänsyn till kostnaderna för de olika tekniska lösningarna. Planeringen i FTF-gruppen handlade i stället mycket om de övergripande arbetsorganisatoriska principer som skulle gälla för ett förändrat produktionssystem. I det färdiga planeringsförslaget fanns därför endast utvecklade idéer om hur automatiseringen skulle gå till, hur maskiner skulle placeras eller hur arbetsorganisationen skulle se ut i detalj. Den tid som ägnades åt den övergripande diskussionen innebar att animatören mellan första och andra mötet fick till uppgift att såväl grov- som detaljplanera flöde, layout, maskinkonstruktion och automatisering på grundval av den diskussion som förts i FTF-gruppen.



Figur 9. FTF-gruppens förslag till förändrad produktionslayout och arbetsorganisation.

Diskussionsteman vid planering

I figur 10 a beskrivs innehållet i planeringsdiskussionen under det första planeringsmötet i en av företagsgrupperna och i FTF-gruppen²⁰. Figuren ger en ungefärlig uppfattning om när och i vilken omfattning olika aspekter diskuterades. De beskrivna tendenserna för företagsgruppen gäller även för de andra två företagsgrupperna. Som framgår av figuren kan diskussionsinnehållet delas in i tre huvudteman:

²⁰ Figur 10 visar förenklat hur diskussionen spände över olika tema vid det första mötet. Ofta diskuterades flera teman samtidigt. Figuren illustrerar det dominerande temat under olika tidsperioder.

- produktion
- arbetsmiljö
- arbetsorganisation.

Produktion

Diskussionen kring produktionen rörde dels *övergripande aspekter* som produktionsmål, produktionskapacitet, störningskänslighet, flexibilitet och automatisering, dels *layoutmässiga aspekter* som placering av maskiner och annan utrustning samt pausutrymmen. *Dynamiska aspekter* som operationsföljder och produktionsflöden, buffertar, flaskhalsar och transporter samt människor i arbete diskuterades också ingående.

Figur 10 a illustrerar att det dominerande diskussionstemat i företagsgrupperna var produktion. Mest diskuterades produktionsflöde, placering av maskiner och automatisering. Dessutom diskuterades produktionskapacitet för att rätt dimensionera flödesgruppen med avseende på antal maskiner och utrymme. FTF-gruppen ägnade mindre tid åt att diskutera produktionstekniska aspekter; när det skedde diskuterades mest automatisering.

Arbetsmiljö

Den *fysiska arbetsmiljön* diskuterades framför allt med avseende på belastningsergonomi, buller och ventilation. Beträffande den *psykologiska arbetsmiljön* diskuterades dels sådana aspekter som var relaterade till arbetsplatsen och arbetets utförande som monotoni, frikoppling, arbetsväxling, helhet och meningsfullhet i arbetet, dels övergripande aspekter som yrkeskompetens, sociala kontakter, arbetstider och lönesystem.

Som framgår av figur 10 a diskuterades arbetsmiljön i begränsad omfattning i företagsgrupperna. Ett förekommande tema var olämpliga arbetsställningar. Sådana åtgärdades genom modifiering av arbetsplatserna eller genom automatisering av tillverkningen när detta var lönsamt utifrån produktionstekniska hänsyn.

FTF-gruppen analyserade de olika arbetsplatserna systematiskt arbetsmoment för arbetsmoment med avseende på olämpliga arbetsställningar samt monotona och bundna arbeten. Tillverkningen automatiserades i stor utsträckning för att olämpliga arbetsuppgifter skulle kunna reduceras så mycket som möjligt. Eliminerade arbetsuppgifter ersattes av nya arbetsuppgifter och arbetsinnehållet ändrades genom arbetsorganisatoriska åtgärder.

Arbetsorganisation

Diskussionen kring förändringar av arbetsorganisationen handlade framför allt om hur arbetsinnehållet skulle kunna utökas genom arbetsrotation och genom att nya arbetsuppgifter tillfördes. Viktiga faktorer för effektivitet och produktivitet såsom sjukfrånvaro, nyrekrytering, engagemang och ansvar diskuterades också.

Ett förslag framfördes om att bilda en produktionsgrupp med ökat inflytande över sitt arbete. Detta skulle ske genom att gruppen gavs möjlighet till flexibel arbetstid, till att planera produktionen med datorstöd och till kundkontakt. Dessutom skulle gruppen ansvara för kvalitet och leveranstider. Ett annat förslag var att öka möjligheterna till social kontakt och samtal på verkstadsgolvet genom att skapa en "gård" i layouten²¹.

Arbetsorganisation diskuterades endast i ringa omfattning i företagsgrupperna. När en kollektivanställd workshopdeltagare påpekade att det viktigaste glömts bort, nämligen människan och arbetsorganisationen, menade vissa av cheferna att de frågorna var så självklara att de inte behövde diskuteras. Reaktionen var densamma när DBDB-forskarna aktualiserade arbetsorganisatoriska frågor.

FTF-gruppen fokuserade diskussionen på arbetsorganisationen. Ett övergripande mål formulerades: "en förändring av arbetsplatsen bör ses ur den anställdes synpunkt". Efter det att olämpliga arbetsuppgifter eliminerats skulle nya intressanta uppgifter tillföras. Arbetsorganisationen skulle utformas så att de anställda upplevde sig som "cykelbyggare". De skulle följa en produkt eller en order genom hela tillverkningen. En annan viktig punkt var, att de anställda skulle få kunskap om företagets mål och situation, t.ex. vilka cykelmodeller företaget skulle satsa på i framtiden. Slutligen påpekades vikten av att de anställda hade inflytande över det egna arbetet.

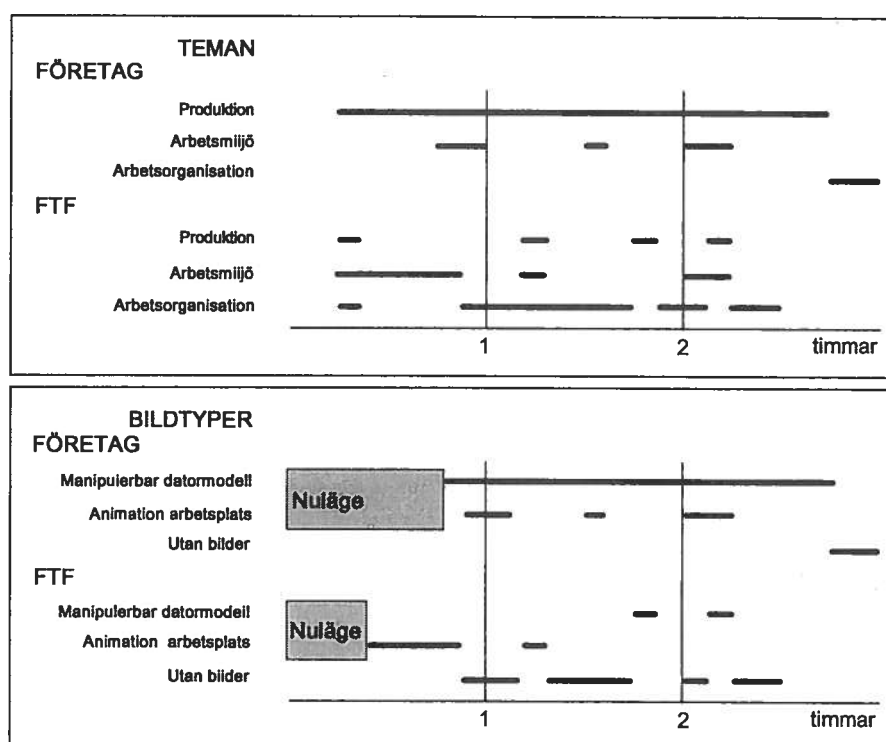
Bildanvändning

Bilderna i den inledande nulägesbeskrivningen (se tabell 1) presenterade verkstadshall och arbetsplatser i tredimensionell vy. Figur 10 b visar hur en av företagsgrupperna och FTF-gruppen under det första workshopmötet utnyttjade den manipulerbara datormodellen och animation av arbetsplatserna i planeringsarbetet.

²¹ Med "gård" menades ett öppet utrymme i layouten, där personalen på ett naturligt sätt arbetade i närheten av varandra. Den skulle vara fri från trucktransporter.

Manipulerbar datormodell

Möjligheterna att dels flytta maskiner och andra objekt i den manipulerbara datormodellen, dels zooma mellan verkstadshall och arbetsplatser utnyttjades i hög grad i samband med att produktionen diskuterades. Genom att deltagarna experimenterade med och placerade ut alternativa maskinkombinationer i den anvisade delen av produktionslokalen, växte förslag till förändrad produktion successivt fram. Förfaringssättet användes systematiskt i framför allt företagsgrupperna, men även FTF-gruppen arbetade på detta sätt.



Figur 10 a. Planeringsdiskussionens inriktning på frågor rörande produktion, arbetsmiljö och arbetsorganisation i en av företagsgrupperna och i FTF-gruppen under det första workshopmötet (överst).

Figur 10 b. En av företagsgruppernas och FTF-gruppens användning av animation samt av möjligheten att flytta och zooma maskiner och andra objekt i den manipulerbara datormodellen vid det första workshopmötet. Den skuggade ytan i figuren representerar den bildpresentation av nuläget som gjordes i workshopgrupperna (underst).

Som komplement till den manipulerbara datormodellen användes pappersbilder av verkstadshall och arbetsplatser, vilka också redovisade produktionsdata. Produktionsdata presenterades också i separata pappersdiagram. Ett skäl till att pappersbilderna användes istället för motsvarande datorbilder var att de senare inte var tillgängliga när den manipulerbara datormodellen användes.

Till en början utnyttjade workshopgrupperna enbart tredimensionell vy i den manipulerbara datormodellen. Överlag användes tredimensionell vy när deltagarna ville få en bättre uppfattning om hur miljön skulle komma att se ut i verkligheten. Vissa deltagare tyckte att minnesbilden av en tredimensionell vy ökade realismen i motsvarande tvådimensionella vy och underlättade tolkning av den tvådimensionella planprojektion. När grupperna insåg att det var möjligt, började de även att arbeta i tvådimensionell vy i den manipulerbara datormodellen. Den tvådimensionella planprojektion användes för att flytta objekt i modellen, eftersom planprojektion upplevdes som bättre när det gällde att bedöma avstånd, ytor och maskiners rumsliga förhållande till varandra.

Animation av arbetsplatser

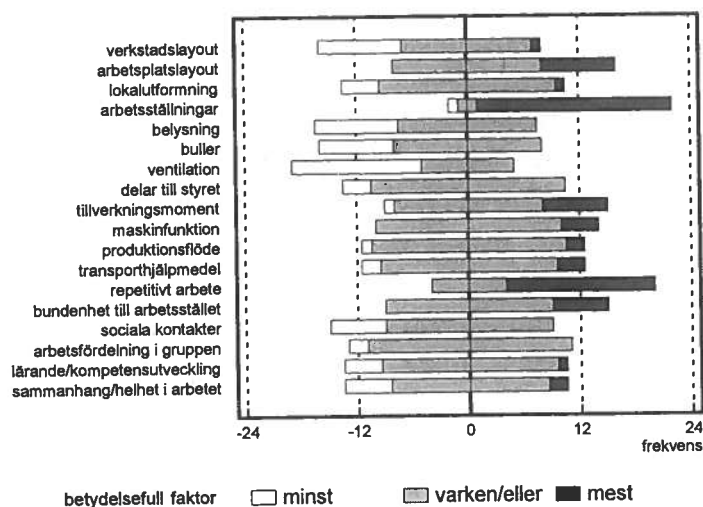
När arbetsmiljön diskuterades - framför allt arbetsställningar samt monotona eller bundna arbetsuppgifter - användes i stor utsträckning animerade bilder av arbetsplatserna. Detta mönster, som illustreras i figurerna 10 a och 10 b, var vanligast i FTF-gruppen, där arbetsmiljöfrågor diskuterades mest, men det förekom även i företagsgrupperna.

Att animerad presentation av arbetsplatserna och diskussion av arbetsställningar och monotona, bundna arbeten samvarierar stöds av resultaten från det frågeformulär²² som deltagarna besvarade. Animerad presentation av arbetsplatserna bedömdes vara mest betydelsefull för planeringen när det gällde arbetsställningar ($p < 0.05$), repetitivt arbete ($p < 0.05$) och bundenhet till arbetsplatsen ($p < 0.05$), vilket framgår av figur 11.

Svaren i frågeformulären visade också att deltagarna i workshopen föredrog animerade datorbilder framför stillbilder, när det gällde att presentera och värdera sina förslag till ändrad produktionslayout, arbetsmiljöutformning och arbetsorganisation.

Animerade bilder av arbetsplatserna användes även som stöd för diskussion om produktion. Då automation, hopkoppling av maskiner eller buffertering för att minska störcänsligheten diskuterades, utnyttjades animerade bilder med jämna mellanrum för att rekapitulera produktionsflöde, maskinfunktion och hur arbetet utfördes.

²² Här redovisas endast vissa delresultat från frågeformuläret. Resultaten från frågeformuläret kommer att presenteras i en kommande separat rapport från DBDB-projektet.



Figur 11. Workshopdeltagarnas värdering av vilka aspekter som var minst respektive mest betydelsefulla för planeringsarbetet vid användning av 3D-vy av arbetsplatserna. "Varken/eller-stapeln" har centrerats kring 0 för att tydliggöra om "minst" eller "mest" överväger som svar.

Planering utan bilder

Som framgår av figur 10 b fanns perioder då deltagarna inte använde sig av bilder i planeringen. Detta var vanligast i FTF-gruppen, som diskuterade arbetsorganisatoriska frågor nästan uteslutande utan stöd av bilder (se figurerna 10 a och 10 b).

När deltagarna blivit mer förtrogna med bilderna och animationerna, blev de otåliga över att det tog tid att flytta objekten i datormodellen och att rita upp bilderna på bildskärmen. För att slippa vänta på datorn började de att skissa sina layoutförslag och idéer på papper eller på svarta tavlan. Deltagarna efterlyste en datorteknik, där det gick att interaktivt och snabbt flytta runt objekt i bilderna och att prova olika placering av maskiner och transportvägar. På så sätt menade de att bildmetodiken bättre skulle stödja arbetet med framtagning av ett planeringsförslag.

FTF-gruppen satte konsekvent människan och hennes behov i diskussionens centrum. Trots detta konstaterade deltagarna i FTF-gruppen, att de delvis tappade bort människan när de utnyttjade den manipulerbara datormodellen för att planera produktionsflöde och placering av maskinerna. FTF-gruppens konstaterande är intressant satt i relation till den begränsade diskussionen i företagsgrupperna kring arbetsorganisation och andra abstrakta aspekter. Några deltagare tyckte att bildpresentationen tenderade att "styra" diskussionen mot rumsliga och konkreta aspekter.

Diskussion

Resultaten från workshopen överensstämmer i stort med resultat och erfarenheter från DBDB-projektets fallstudier. I de avseenden som skillnader förekommer mellan workshop och fallstudier eller mellan företagsgrupperna och FTF-gruppen ska vi försöka att tolka dessa inom projektets teoretiska ramar.

Samverkansmetodik och aktionsforskning

Att planeringsdiskussionen med stöd av datoranimationerna kom igång snabbt och engagerade deltagarna överensstämmer med erfarenheter från fallstudierna. En förklaring till att cheferna genomgående var mer aktiva i planeringsdiskussionen än arbetarna och FHV-personalen i företagsgrupperna kan vara att workshopgrupperna endast hade två mötestillfällen. Grupperna arbetade också under viss tidspress för att ta fram sina planeringsförslag. I en tidspressad situation kan det vara naturligt att chefer får en dominerande roll och väcker idéer samt lägger fram förslag. Det ingår i deras yrkesroll. De är också vana vid att uttrycka sig verbalt samt att fatta snabba beslut. Chefsrollens dominans har inte varit lika påtaglig i fallstudierna, då projektgrupperna mötts vid flera tillfällen och kunnat genomföra planeringsarbete under längre tid samt utan tidspress.

I termer av teorin för erfarenhetsbaserad inläring återspeglar chefernas agerande i företagsgrupperna närmast den inlärningsstil som är "ackommoderande" (Wolfe, Kolb 1991), dvs. deras agerande präglades av konkreta upplevelser och aktivt experimenterande. Med referens till Argyris aktionsforskningsteori (Argyris, Putnam, McLain Smith 1985) kan chefernas dominans i planeringsdiskussionen ses som ett uttryck för "modell I"-beteenden. "Model I"-beteende förekom också i fallstudierna. Vid projektgruppsmötena i fallstudieföretagen var det svårt att implementera Argyris "double loop learning" och att utveckla "model II"-beteenden. Traditioner och vanor syntes liksom under workshopen främja "single loop learning" och "model I"-beteende.

Vad krävs för att främja "double loop learning" och "model II"-beteende, dvs. att inte bara uppnå ett fastställt mål på effektivaste sätt utan att också undersöka om det finns fler intressanta alternativa mål att sätta upp och om dessa mål kan värderas efter andra än effektivitetskriterier? Resultaten från workshop och fallstudier antyder att följande hinder bör observeras:

- kortsiktigt planeringsperspektiv
- tidspress
- fokusering på kvantitativt mätbar teknisk-ekonomisk rationalitet och effektivitet med förbiseende av individuella och organisatoriska kvalitativa aspekter

- bristande jämlikhet mellan deltagarna i ett planeringsprojekt beträffande yrkesroller och förväntat beteende
- tillämpning av befintlig kunskap på bekostnad av nyfikenhet och vilja att lära nytt.

Erfarenheterna från workshopen och från fallstudierna pekar på att samverkansmetodiken bör underkastas ett systematiskt studium enligt Argyris teori för aktionsforskning. Detta skulle kunna ge ökad insikt om hur planeringsförslag växer fram och om förändringsprocessers psykologiska och sociala natur.

Pragmatiska och visionära planeringsförslag

Samtliga workshopgrupper redovisade förslag som beaktade produktions-, arbetsmiljö- och arbetsorganisatoriska aspekter. Förslagen integrerade dessa aspekter och uttryckte gruppernas ambitioner att utveckla en helgjuten planeringsidé. Gruppernas engagerade presentation av sina förslag och deras genomtänkta motiveringar till dem bekräftar fallstudiernas erfarenheter att DBDB-metodiken mobiliserar deltagarnas intressen, motivation och kompetens.

Skillnader i gruppernas bakgrund, yrkesroller och kompetens återspeglades i förslagen. Planeringsförslagen baserades i företagsgrupperna på välkänd och beprövad teknik och i FTF-gruppen på nya, icke utprövade tekniska lösningar. Företagsgruppernas förslag präglades således av en högre grad av realism och utnyttjande av egna erfarenheter av förändringsarbete än FTF-gruppens förslag. Samtidigt var företagsgruppernas förslag mer detaljerade, medan FTF-gruppens förslag var mer förankrat i övergripande principer för förändringsarbetet. Med referens till Kolbs teori för erfarenhetsbaserad inläring kan FTF-gruppens förslag liksom gruppens planeringsdiskussion sägas återspegla ett abstrakt teoretiserande förhållningssätt till planeringsuppgiften.

Företagsgruppernas strävan efter realistiska och konkretiserade förslag, som var genomtänkta på detaljnivå, bör innebära att tillverkning och flödesgrupp sannolikt skulle kunna fungera som planerat. Företagsgruppernas förslag kan därför beskrivas som *pragmatiskt* (Norrgrén, Bondestam, Persson 1986).

FTF-gruppens principiella diskussion med en lägre grad av realism och konkretisering utan nämnvärd hänsyn till kostnader och tekniska svårigheter skapar en viss osäkerhet om förslaget skulle kunna fungera som planerat. FTF-gruppens förslag kan därför beskrivas som *visionärt* (Norrgrén, Bondestam, Persson 1986).

Teknocentrisk och antropocentrisk planeringsdiskussion

Att planeringsdiskussionen kom igång snabbt samt blev både realistisk och principiell samt engagerande antyder att bildmetodiken gav en god uppfattning av produktionsprocessen. Denna slutsats stöds av resultaten från det frågeformulär som delades ut i samband med workshopen. Svaren i frågeformulären visade att i synnerhet animerade bilder upplevdes vara viktiga framför allt för nulägesbeskrivning av tillverkningen.

Figur 10 a illustrerar hur företagsgrupperna och FTF-gruppen disponerade tiden under det första mötet för att diskutera produktion, arbetsmiljö och arbetsorganisation. I företagsgrupperna var det dominerande diskussionstemat produktionsteknik. Detta diskuterades fortlöpande under hela mötet. Arbetsmiljöfrågor och arbetsorganisatoriska aspekter diskuterades däremot bara sporadiskt och de senare först mot slutet av mötet. FTF-gruppen behandlade inledningsvis alla tre diskussionsämnena, men fokuserade därefter diskussionen på arbetsmiljöfrågor för att avslutningsvis huvudsakligen diskutera arbetsorganisation. Produktionen diskuterades i relativt liten utsträckning.

Figur 10 a illustrerar att även om gruppernas sätt att diskutera var något olika utvecklades gruppernas diskussion efter i stort sett samma mönster. I enlighet med Kolbs teori vann deltagarna kunskap om planeringsuppgiften genom att först diskutera *konkreta* produktionstekniska aspekter. Diskussionen blev sedan mera *reflekterande*, när olika arbetsmiljöfrågor diskuterades. Avslutningsvis ägnades den åt övergripande principer och blev mera *abstrakt*, då arbetsorganisatoriska frågor behandlades.

Skillnaderna mellan grupperna vad beträffar avvägningen mellan ett konkretiserande, reflekterande och abstraherande förhållningssätt kan ses som en återspeglning av deltagarnas tidigare erfarenheter. Skilda kompetenser och olika yrkesroller i företagsgrupperna och i FTF-gruppen bidrog sannolikt till att grupperna också formulerade olika mål och gjorde olika prioriteringar i planeringen. Slutsatsen av figur 10 a, att FTF-gruppens diskussion var mera inriktad på övergripande principer, stämmer för övrigt väl med Kolbs iakttagelser att en "konvergent" inlärningsstil präglad av abstrakt begreppsbildning och aktivt experimenterande är vanlig bland ingenjörer.

Diskussionen i workshopgrupperna kan utifrån dess innehåll delas in i teknocentrisk respektive antropocentrisk planering. Med *teknocentrisk planering* menar vi, att tekniska och ekonomiska aspekter på verksamheten sätts i centrum. Med *antropocentrisk planering* menar vi att människans behov och resurser sätts i centrum. Diskussionen i företagsgrupperna karaktäriserades av teknocentrisk planering, medan planeringen i FTF-gruppen var antropocentriskt inriktad. Figur 10 a illustrerar planeringsdiskussionens innehåll i företagsgrupperna och i FTF-gruppen.

Den teknocentriska planeringen, som präglade företagsgrupperna, handlade om att kapitalrationalisera, leverera "just-in-time", skapa en flexibel produktion, erhålla en god produktkvalitet samt minska kostnaderna för sjukfrånvaro och personalomsättning. Produktionstekniska aspekter diskuterades mest vid teknocentrisk planering. Som framgår av figur 10 b utnyttjades följaktligen i hög grad möjligheterna att flytta objekt och zooma i den manipulerbara datormodellen i samband med teknocentrisk planering.

Sammanfattningsvis var den teknocentriska planeringen:

- fokuserad på effektivitet och lönsamhet
- vanligare i företagsgrupperna än i FTF-gruppen
- förknippad med bildpresentation i manipulerbar datormodell
- dominerad av cheferna.

Den antropocentriska planeringen, som dominerade FTF-gruppens diskussion, rörde såväl fysiska som psykologiska arbetsmiljöaspekter med förändring av olämpliga arbetsuppgifter, utökning av arbetsinnehållet och av den enskilde individens inflytande över det egna arbetet. Framför allt i FTF-gruppen analyserades arbetsplatserna systematiskt arbetsmoment för arbetsmoment med avseende på olämpliga arbetsställningar samt bundna och monotona arbeten. Tillverkningen automatiserades i stor utsträckning för att olämpliga arbetsuppgifter och ergonomiska belastningar skulle kunna reduceras så mycket som möjligt. Eliminerade arbetsuppgifter ersattes av FTF-gruppen med planeringsarbete, kundkontakt och nya arbetsuppgifter som tänktes bli delvis utförda vid andra delar av cykelfabriken. I viss mån diskuterade även företagsgrupperna sådana arbetsmiljöförbättringar och sådan utformning av arbetsorganisationen som syftade till ökad produktkvalitet, minskade personalkostnader och ökad motivation bland arbetarna i cykelfabriken.

Sammanfattningsvis var den antropocentriska planeringen:

- fokuserad på en systematisk analys av människan och hennes behov med avseende på den fysiska och den psykologiska arbetsmiljön
- vanligare i FTF-gruppen än i företagsgrupperna
- förknippad med animation av arbetsplatserna, dock utan användning av bilder när arbetsorganisatoriska frågor diskuterades.

Behov av stöd för att få med psykologiska, sociala och arbetsorganisatoriska aspekter i planeringen poängterades av flera deltagare. Detta pekar på att ytterligare instrument behöver tas fram för psykologisk uppgiftsanalys av det slag som Volpert m.fl. utvecklat i Tyskland (Volpert, Oesterreich, Gablenz-Kolakovic, Krogoll, Resch 1983) och Pot m.fl. utvecklat i Holland (Pot, Christis, Fruytier, Kommers, Middendorp, Peeters, Vaas 1989).

Även om diskussionen i företagsgrupperna och i FTF-gruppen fokuserade på olika planeringsaspekter, innebär inte detta nödvändigtvis ett motsatsförhållande mellan teknocentrisk och antropocentrisk planering. De två planeringsansatserna kompletterar snarare varandra, eftersom framgångsrik planering och drift av verksamheter i dagens samhälle kräver att kunskaper av många olika slag samordnas och utnyttjas. Trots det fokuseras vanligen uppmärksamheten på teknocentriska faktorer i samband med planering och förändring av arbetsmiljön. Endast ett litet antal "utvalda" på företagen kan påverka planeringen och den enskildes arbetssituation uppmärksammas inte tillräckligt. Företagshälsovården kommer ofta in sent i planeringen eller först när förändringar genomförts. En ensidig inriktning på antropocentriska aspekter med förbiseende av tekniska och ekonomiska realiteter för företagen är emellertid inget att eftersträva. Det kan ge lika dåligt utfall som fokusering på teknocentriska aspekter.

För en helhetssyn på människan och tekniken och för en god totalplanering av produktions- och arbetsmiljön bör de två planeringsansatserna således integreras. En sådan integration av planeringsansatser i företagen skulle sannolikt underlättas om tekniska och beteendevetenskapliga kunskaper integrerades i ökad utsträckning redan i utbildningssystemet, t.ex. i teknikerutbildningen och i utbildningen av psykologer och ekonomer.

Konklusiv syntes: bildutnyttjande-diskussion-planering

Utifrån hur två- och tredimensionell vyer användes under workshopen tycktes *tredimensionell vy* vara speciellt värdefull i samband med *beskrivning* av nuläge och *värdering* av planeringsförslag, medan *tvådimensionell planprojektion* tycktes lämpa sig bättre för *planering* av produktionslayout och produktionsflöde. Resultaten beträffande hur de två vyerna användes kan också tolkas så att sedan man genom en nulägesbeskrivning med hjälp av en konkret tredimensionell vy lärt sig att förstå en mera abstrakt tvådimensionell planprojektion minskar behovet av att använda sig av den tredimensionella vyn.

Vad workshopgrupperna diskuterade samvarierade i viss utsträckning med hur de använde datorbilderna. Tredimensionell vy användes företrädesvis för beskrivning av nuläge och värdering av planeringsförslag, dvs. användningen av konkreta bilder var relaterad till enklare kognitiva uppgifter och semiotiska funktioner. Tvådimensionell planprojektion användes däremot huvudsakligen för planering av produktionslayout och produktionsflöde, dvs. användningen av abstrakta bilder var relaterad till komplexare kognitiva uppgifter och semiotiska funktioner. Planering utan bilder var vanligast då principiella aspekter diskuterades, dvs. då abstraktionsnivån var hög. Detta sätt att utnyttja konkreta

och abstrakta bilder eller att inte använda bilder för uppgifter av varierande komplexitet är vad som kan förväntas utifrån Piagets teori.

Planeringsinriktningen var också relaterad till hur bilderna användes. I samband med teknocentrisk planering användes den manipulerbara datormodellen. I den antropocentriska planeringen diskuterades dels vissa arbetsmiljöaspekter i samband med animerad presentation av arbetsplatserna, dels arbetsorganisatoriska frågor utan att bilder användes. Hur mycket bilderna utnyttjades var däremot inte relaterat till om planeringen var teknocentrisk eller antropocentrisk. Analysen av gruppernas planering kan emellertid göras mera nyanserad om den anknyts till den teoretiska ramen och planeringsdiskussionen studeras med hänsyn till dimensionen konkret-abstrakt.

När bildutnyttjandet var stort - med animation av arbetsplatsen eller möjligheten användes att flytta objekt eller zooma i den manipulerbara datormodellen - var diskussionen konkret. Med *konkret* diskussion menas att deltagarna diskuterade sådant som direkt går att återge i bild utan någon symbolisk representation, t.ex. lokaler, maskiner och människor. När diskussionen var *abstrakt* och rörde övergripande produktionstekniska aspekter såsom produktionslayouter eller flödesscheman eller då principiella arbetsorganisatoriska aspekter behandlades, dvs. vid komplexare kognitiva uppgifter, användes bilder - och då huvudsakligen tvådimensionella sådana - i liten utsträckning eller inte alls. Att en abstrakt diskussion inte förekom i någon större utsträckning då bildutnyttjandet var stort kan sammanhålla med att bilderna stimulerade till diskussion av konkreta aspekter i sådan utsträckning att det inte blev utrymme för att uppmärksamma och diskutera mera abstrakta aspekter.

Tabell 3 sammanfattar hur deltagarnas diskussion kring förändring av tillverkningen samt deras planeringsarbete var förknippat med användning av bilder under workshopen. Om några av deltagarnas reflektion att bilderna tenderade att styra diskussionen var riktig, ger tabell 3 en antydning om hur detta skedde. Även om bandinspelningar och observatörernas iakttagelser under workshopen inte ger någon direkt information om orsakssamband mellan vilka bilder som användes och hur de användes, hur diskussionen fördes och hur planeringsarbetet fokuserades, är det uppenbart att det fanns ett ömsesidigt växelspel mellan dessa faktorer. Den här förda diskussionen och tabell 3 ger sålunda vissa ledtrådar för hur datorgenererade bilder och animationer bör skapas och visas för att olika planeringsresultat och samverkansprocesser ska kunna främjas.

DBDB-metodikens planeringspotential

Användningen av bilder varierade med den kognitiva funktionsnivå som planeringsarbetet utfördes på. Planeringsdiskussionen i företagsgrupperna och i FTF-gruppen inriktades med varierande tyngdpunkt mot olika diskussionsämnen delvis sammanhängande med hur bilderna användes. Grupperna betonade olika planeringsaspekter - teknocentriska respektive antropocentriska - med skilda resultat som följd - pragmatiska respektive visionära planeringsförslag.

Variationen i bildutnyttjande, diskussionsämnen och planeringsinriktning både mellan workshopgrupperna och inom dem under olika faser av planeringsarbetet antyder att DBDB-metodiken har en stor planeringspotential. Resultaten från workshopen pekar på att DBDB-metodiken väcker idéer i en planeringsgrupp och att den inbjuder till olika planeringsansatser. Den aktiverar också olika kompetenser i ett företag och stimulerar aktörer på olika nivåer att delta i och påverka planeringen. Denna slutsats stöds av resultaten från de tidigare genomförda fallstudierna.

Om de arbetare som berörs av produktionsmässiga och arbetsorganisatoriska förändringar deltar i planeringsarbetet och hjälper till att genomföra förändringarna, utnyttjas deras erfarenheter och yrkeskunnande på ett sätt som kan stimulera dem och vidareutveckla deras kompetens. Det öppnar också möjligheter för dem att föra fram idéer och förslag till lokalutformning, produktionslayout och arbetsorganisation, som inte beaktas i andra sammanhang t.ex. i företagets normala förslagsverksamhet. FTF-gruppens radikalt förändrade produktionsuppläggning visar också på DBDB-metodikens möjligheter att aktivera företagshälsovårdens kompetens och erfarenheter i ett förändringsarbete.

	Konkret diskussion	Abstrakt diskussion
Teknocentrisk planering	manipulerbar datormodell	
Antropocentrisk planering	animation av arbetsplats	planering utan bilder

Tabell 3. Samband mellan teknocentrisk och antropocentrisk planering, konkret och abstrakt diskussion kring förändring av tillverkning och produktionslayout samt användning av datorgenererade bilder under workshopen.

Resultatens generaliserbarhet

Företag och befattningsinnehavare deltog i workshopen på frivilliga grunder. Eftersom urvalet skedde genom självselektion och inte genom slumpsampling finns det ingen statistiskt hållbar ståndpunkt för att generalisera resultat och slutsatser till att gälla verkstadsföretag i allmänhet. Det är mycket troligt att det finns en stor spännvidd i hur olika företag bedriver planeringsarbete och involverar sina anställda i detta. Detta förhållande utesluter emellertid inte att, om planerings- och förändringsarbete bedrivs enligt DBDB-metodiken, erfarenheter liknande dem som redovisats från workshopen också skulle kunna erhållas i verkstadsföretag i allmänhet.

Likheten mellan företagsgrupperna vad gäller hur de använde bilder i sitt planeringsarbete, innehållet i deras planeringsdiskussioner, förslagen till produktionslayout och arbetsorganisation talar för att resultaten och slutsatserna inte är företagsspecifika. Att observationer och erfarenheter från workshopen och de kontrollerade betingelser som den genomfördes under till stora delar överensstämmer med iakttagelser och resultat från sex fallstudier vid fyra verkstadsföretag, antyder dessutom att de slutsatser som vi dragit sannolikt är giltiga för DBDB-metodiken så långt den hittills utvecklats.

Förutom att de empiriska resultaten från workshop och fallstudier är konsistenta antyder resultatens koppling till de teoretiska ansatserna - Kolbs teori för erfarenhetsbaserad inläring, Piaget utvecklingspsykologiska teori och Argyris teori för aktionsforskning - att slutsatserna kan generaliseras till situationer liknande dem i vilka DBDB-metodiken prövats.

En vidareutveckling av användargränssnittet och bildpresentationen med möjlighet att interaktivt flytta runt föremål på bildskärmen eller att realtidsanimera produktionsprocesser och arbetsmoment skulle sannolikt leda till delvis andra erfarenheter och slutsatser än de som nu redovisats. Likaså är det troligt att val av andra betraktelseperspektiv och färgsättning med annan färgpalett än den som användes i workshopen skulle göra att bildupplevelandet förändrades. DBDB-metodiken tillämpad på företag inom servicesektorn eller byggbranschen skulle sannolikt också leda till andra erfarenheter än de som erhållits i mekaniska verkstadsföretag.

Det är emellertid troligt att resultat och slutsatser liknande dem som nu redovisats skulle nås om DBDB-metodiken i sin nuvarande utformning användes på likartat sätt inom mekanisk verkstadsindustri. Det finns såvitt vi kan se inget som motsäger detta antagande.

Referenser

- Akselsson, K. R., Bengtsson, P., Johansson, C. R., af Klercker, J. (1990). Computer aided participatory planning. In Karwowski, W. & Rahimi, M. (eds.) *Ergonomics of Hybrid Automated Systems II*, Amsterdam: Elsevier.
- Argyris, C., Putnam, R., McLain Smith, D. (1985). *Action science*. Concepts, methods, and skills for research and intervention. San Francisco: Jossey-Bass.
- Bengtsson, P., Johansson, C. R., af Klercker, J. (1991). Computer supported participatory planning of work environment and production system. In Weikert, C., Brookhuis, K. & Ovinus, S. (eds.) *Man in complex systems - proceedings. Work Science Bulletin*, 1991:7, Avdelningen för arbetsvetenskap, Psykologiska institutionen, Lunds universitet.
- Ekvall, G. *Organisationspsykologi. Manual. Formulär A: Arbetsklimatet*. Stockholm: FA-rådet. (stencil).
- Gibson, J. J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Boston: Houghton Mifflin.
- Gustavsen, B. (1987). Reformer på arbetsplatsen och demokratisk dialog. I Odhnoff, J. & von Otter, C. (red.) *Arbetets rationaliteter*. Stockholm: Arbetslivscentrum.
- Gustavsen, B. (1990). *Vägen till bättre arbetsliv. Strategier och arbetsformer i ett utvecklingsarbete*. Stockholm: Arbetslivscentrum.
- Hart, H. (1990). Forskarstöd och arbetsplatsdemokrati. I Leijon, S. (red.) *Arbetsliv i utveckling*. Göteborg: Arbetsvetenskapliga kollegiet.
- Henriksson, J., Lindqvist, S. (1977). *Lägenheter på verkstadsgolvet*. T14:1977. Statens Råd för Byggnadsforskning.
- Hult, M., Lennung, S-E. (1978). What is action research? *Pedagogical Bulletin*, 1978:5, Department of Education, University of Lund, Sweden.
- af Klercker, J. (1983). *Planering för brukarinflytande*. R1:1983. Statens Råd för Byggnadsforskning.
- Kolb, D. A., Rubin, I. M., McIntyre, J. M. (1979). *Organizational psychology - an experiential approach*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- LO (1991). *Det utvecklande arbetet. En rapport till LO-kongressen 1991*. Stockholm: LO.

- Lundin, M. (1988). *Från byråkrati till deltagardemokrati*. Stockholm: Arbetsmiljöfonden.
- Norrgren, F., Bondestam, M., Persson, O. (1966). *Ny teknik och arbetslivets villkor. Ianspråktagande av ny teknik i verkstadsindustrin: Initieringsfasen*. Rapport Nummer 1, Psykologiska institutionen, Göteborgs universitet.
- Piaget, J. (1968). *Barnets själsliga utveckling*. Lund: Gleerups.
- Piaget, J., Inhelder, B. (1969). *The psychology of the child*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Pot, F. D., Christis, J. H. P., Fruytier, B. G. M., Kommers, H., Middendorp, J., Peeters, M. H., Vaas, S. (1989). *Functieverbetering en organisatie van de arbeid. Welzijn bij de arbeid (WEBA) gelet op de stand van de arbeids- en bedrijfskunde*. Leiden: Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO, Publikatienummer 89065.
- Rankin, T. (1988). *The development of new forms of work organization in Sweden*. Ontario Quality of Working Life Centre.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner. Toward a new design for teaching and learning in the professions*. San Fransisco: Jossey Bass.
- Trist, E. (1983). QWL and the 80's. In Kolodny, H., van Beinum, H. (eds.) *The Quality of Working Life and the 1980's*. New York: Preager.
- Volpert, W., Oesterreich, R., Gablenz-Kolakovic, S., Krogoll, T., Resch, M. (1983). *Verfahren zur Ermittlung von Regulationserfordernissen in der Arbeitstätigkeit (VERA). Analyse von Planungs- und Denkprozessen in der industriellen Produktion*. Köln: Verlag TÜV Rheinland.
- Wolfe, D. M., Kolb, D. A. (1991). Career development, personal growth and experiential learning. In Kolb, D. A., Rubin, I. M. & Osland, J. S. (eds.) *The organizational behavior reader*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Abstract

A multidisciplinary research project, "Computer supported animation of working environments and production systems", is presented. The research methodology including action research and computer generated animation is described. It is applied and studied in a workshop with representatives from mechanical industry and from health-and-safety agencies utilising the research techniques for production planning and work environment layout work.

Managers in the industrial groups tended to be more active in the planning discussion compared to workers and health-and-safety officials in these groups. The managers behaved in accordance with Argyris "model I" during the workshop and they were to some extent characterised by "single loop learning".

The possibility to move around machines and production equipment in a computer model of the work environment was utilised when the planning approach was technocentric and the planning discussion was concrete. An anthropocentric planning approach was associated with concrete planning discussions and animation of work places. No computer supported animation was used when the planning discussion was abstract and dealt with work organisation and other principal aspects.

Concrete pictures and three-dimensional views were used for "simple" cognitive tasks such as description of a present work situation or evaluation of a layout proposal. More "complex" cognitive tasks such as planning of production layouts and of production flows or material flows were treated by means of two-dimensional plan drawings.

The results are discussed with reference to theoretical key concepts in Argyris' theory of action science, Kolb's theory of experiential learning and Piaget's developmental psychology.

Reproducible
1993
University of
Spokane