



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R73:1988

**Datoriseringen och byggnadsarbetet
Framtida arbetsmiljö,
organisation och uppgifter**

Adina Jägbeck

*R
Jäg*

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plad *Ser*

Byggforskningsrådet

R73:1988

DATORISERINGEN OCH BYGGNADSARBETET

Framtida arbetsmiljö,
organisation och uppgifter

Adina Jägbeck

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 831063-7
från Statens råd för byggnadsforskning till Svenska Bygg-
nadsarbetareförbundet, Allan Andersson, Stockholm.

REFERAT

Forskningsprojektet söker belysa en rad frågor kring datoriseringen och dess betydelse för byggnadsarbetarna.

Utvecklingstendenser av betydelse för byggnadsarbetarna i sannolik tidsföljd:

1. Splittrade entreprenader med grund i kalkylsystem
2. Förtillverkning med stöd av CAD
2. Noggrannare byggstyrning
4. Integration mellan skeden
5. Automatisering: sannolikt inte lönsamt på byggplatsen inom en överskådlig framtid – annat än i mycket speciella situationer

Konsekvenser av datoriseringen för byggnadsarbetarna:

A. Sysselsättning. Datoriseringen tycks inte komma att påverka sysselsättningen i någon större omfattning. Byggandets volym och andelen underhåll har den största betydelsen. Objektstorlekarna ger litet underlag för investeringar i automatiska system. CAD kan bidra till förtillverkning och därmed minskad sysselsättning. Rationalisering av materialadministrationen påverkar främst tjänstemännen.

B. Arbetsmiljö. Datorhjälpmedel för samordning av de olika skederna i byggandet kan leda till bättre planering och färre fel och störningar. Inget tyder dock på att datorer kommer att användas för att minska tidspressen som är ett stort arbetsmiljöproblem. Databaser över farliga ämnen, gränsvärden, skydd, produkter m m samt system för att samla och analysera skadeorsaker, hälsokontroller m m kan förbättra arbetsmiljön.

C. Inflytande och arbetsinnehåll. Datoriseringen kommer att bidra till ökad förtillverkning och automatisering. Yrkena kan bli smalare. De arbetsmoment som inte har kunnat överföras till den fasta industrin blir sådana som kräver byggkunnande och automationen på bygget leder sannolikt inte till någon sänkning av arbetets kvalifikation eller självständighet.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R73:1988

ISBN 91-540-4936-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Spångbergs Tryckeri AB, Stockholm 1988

INNEHÅLL

1	Sammanfattning	1
Del A	Inför projektet	16
2	Utgångspunkter	18
3	Projektarbetet	27
Del B	Datorisering i byggandets olika skeden	38
4	Produktbestämning	39
5	Byggstyrning	62
6	Rationalisering	91
7	Automatisering	108
8	Datoriseringsläget	135
Del C	Datoriseringens konsekvenser för byggnadsarbetarna	148
9	Sysselsättning	150
10	Inflytande och kompetens	161
11	Arbetsmiljö	180
12	Konsekvenser	203
Bilaga	Litteratur	215

FÖRORD

Den här rapporten är ett resultat av ett långgvarigt forskningsprojekt med flera delar. Under arbetets gång har jag också arbetat med andra uppgifter - främst planering för industriarbetsplatser. Manuset har kommit till i flera etapper. Det var i huvudsak avslutat våren 87. Bara mindre förändringar är gjorda senare.

Ämnet - hur en ny teknik påverkar arbetet i en bransch - kan naturligtvis inte utredas vid ett tillfälle. Nya program och nya användningsområden växte fram under den tid projektet pågick. Det bidrog till att arbetet aldrig kändes färdigt. Samtidigt var det inspirerande att arbeta mitt i en dynamisk utvecklingsperiod, en period då samtidigt konjunkturen vände uppåt igen och utvecklingsoptimismen växte.

En viktig del av min personliga behållning i forskningsarbetet var samarbetet med många människor på olika arbetsplatser. Jag mötte ett stort intresse för datorutvecklingen. Många var också positiva till och intresserade av att påverka användningen av datorer i framtiden. Men jag mötte också oro för att datorer kan komma att bidra till hårdare styrning och en mer uppdriven arbetstakt.

Det fanns inte några givna förebilder för hur man kan arbeta med den typ av breda frågeställningar som detta projekt utgår ifrån. En viktig del av arbetet var därför att försöka sortera ut olika delfrågor och fundera över hur olika områden påverkar varandra. För min egen del ledde projektet att många nya frågor dök upp. Bland de viktigaste frågorna för framtiden är datoranvändningen i byggstyrningen.

Jag vill slutligen tacka alla som har bidragit till projektet med sin medverkan i olika delar av materialet, synpunkter, granskning och uppmuntran.

Adina Jägbeck
Sollentuna, Maj 1988

Rapporten hänförs sig till anslag 83-0760 från
Arbetsmiljöfonden samt 831063-7 från BFR

1 Sammanfattning

Huvudstudien:

DATORISERINGEN OCH BYGGNADSARBETET

Datoriseringens konsekvenser
för byggnadsarbetarnas framtida
arbetsmiljö, arbetsorganisation
och arbetsinnehåll

Del A

1.1 Utgångspunkter

Bakgrund

Datoriseringens utbredning inom byggbranschen har inledningsvis berört dels konstruktionsberäkningar, dels det administrativa arbetet inom byggföretagen. Numera används datorstöd även inom projektering, byggstyrning, utsättning och förvaltning. Det finns dock anledning att anta att krav på rationaliseringar och komplexiteten i byggandet kommer att driva datoriseringen allt längre in på byggplatserna.

Projektets mål

Forskningsprojektet söker belysa en rad frågor kring datoriseringen och dess betydelse för byggnadsarbetarna.

Utgångspunkter

Som alla andra tekniska lösningar påverkar den inte enbart de fysiska arbetsförhållandena. Lika mycket kan arbetsorganisationen påverkas och på lång sikt även yrkesinnehållet.

Utgångspunkten i denna studie är dock att *det går att påverka*. Men det gäller att hitta handlingsutrymmet.

Projektets uppläggning

Projektet består av två delar

- o En generell del, där samband mellan datoranvändningen och effekterna på arbetsorganisation och arbetsmiljö studeras.

Detta redovisas i föreliggande rapport.

- o Tre pilotprojekt, där möjligheten att förbättra arbetsförhållandena för byggnadsarbetare och förebygga nya problem med hjälp av datateknik provas i praktiken. Ämnet för de olika studierna har varit

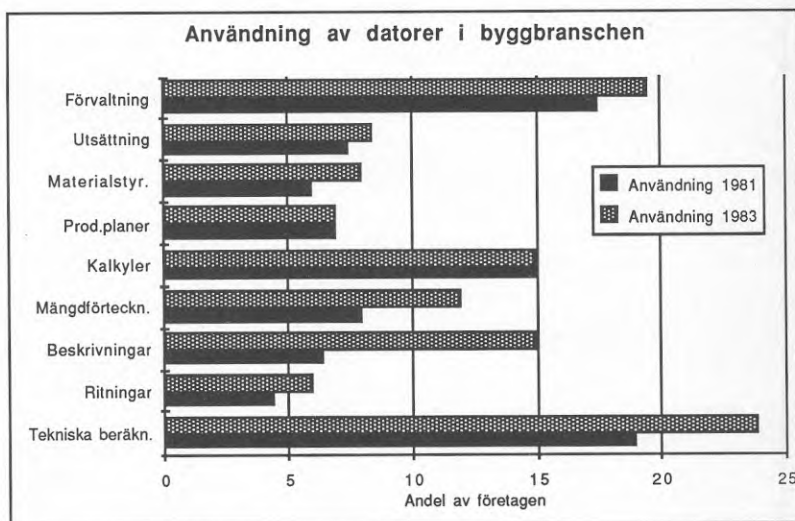
- den fysiska planeringen av byggplatsen,
- uppföljning av skador,
- produktionsstyrning på byggplatsen.

Resultatet av de olika pilotprojekten redovisas i separata skrifter. En kort sammanfattning för vart och ett av projekten finns i slutet av detta kapitel.

1.2

Datoriseringen i byggandets olika skeden

Allmänt



Figur 1:1

Användning av datorer för olika arbetsuppgifter i byggbranschen. Källa: Sv. Byggtjänst-data

Datorer används i ökande utsträckning inom olika områden i byggandet. Utvecklingen och introduktionen har dock inte varit jämn.

- Inom inget område var datoranvändningen högre än 25% av arbetsvolymen, 1983 (Byggtjänst-Data).
- Datoranvändningen ökar långsammare än företagen förväntar sig enligt olika undersökningar.

- De områden där datoranvändningen ökar mest är "volymuppgifter": beskrivningar, mängdförteckningar och förvaltning, samt redan tidigare välutvecklade områden som tekniska beräkningar.
- Inom områden där samarbete och problemlösning utgör viktiga inslag har datoriseringen gått relativt långsamt. Det gäller produktionsplanering, materialstyrning på entreprenörssidan och ritningar på arkitektföretag.

Projektering

De viktigaste tillämpningarna för datorteknik när det gäller projektering är ritning (CAD), beräkningar (t.ex. hållfasthet och ekonomi), textbehandling (beskrivningar)

På senare tid har två riktningar utkristalliserats:

- 1- De större entreprenörerna har gemensamt investerat i ett CAD-system i minidatornivå (Medusa). Detta bildar underlag för att även de större projektörerna att investera i samma system.
- 2- Mindre CAD-system (PC-CAD) har fått tillräcklig kapacitet för att användas professionellt i konsultföretag. Utvecklingen på PC-sidan fortsätter i snabb takt.

CAD och dess effekter på byggandet

- Idag

Fördelarna med CAD som det används idag är främst tydlighet, bra måttsättning samt valfrihet när det gäller skala, utsnitt och typ av information.

Däremot finns ännu inte terminaler på byggplatserna och handlingarna är inte sådana att man från bygget kan välja att titta på fler detaljer eller vinklar än projektören har förberett. CAD ritningar är oftast datorlagrade konventionella 2D-snitt.

- Tänkbar utveckling

CAD skulle kunna utvecklas i följande riktningar av betydelse för bygget:

- Sortering av information i skikt, en brygga från projektering till upphandling.
- Mängdning ur CAD, en brygga från projektering till produktionsstyrning.
- 3D, en väg att projektera med byggdelar och material i stället för streck och symboler.

- Byggbibliotek, en brygga till förtillverkning.

CAD och dithörande projekteringshjälpmedel borde i framtiden utgöra underlag för en samordning mellan projektering, beredning och produktion. Detta skulle kunna gagna arbetsförhållandena på byggsplatsen, inte minst den fysiska arbetsmiljön.

Inom projektet har utvecklats ett CAD-hjälpmedel för projektering av fallskydd och arbetsutrymme (Pilotprojekt 1).

Byggstyrning

Byggstyrning definieras som:

- Planering
- Produktionsstyrning
- Uppföljning

Man kan påstå att datorutvecklingen har lett till ett ökat intresse för och behov av systematik. Byggföretagen har enats om en gemensam kodstruktur för sortering och överföring av projektinformation - KUBEN. Systemet är uppbyggt av tre typer av uppgifter som "skär" informationen på tre olika led: resurser, aktiviteter, resultat.

Användning av datorstöd i byggstyrningen

De datorsystem som används idag smmanställer information i någon av dessa kategorier. Ofta innebär datorstödet att man kan sortera information eller omvandla den mellan de olika kategorierna ovan.

Datorsystem som klarar byggstyrningens alla skeden används inte i praktiken. De är inte anpassade till användarnas behov på alla nivåer. Datorstödet används främst i de tidiga skedena där man arbetar med ekonomiska kalkyler och mängder. Mot detta kan ekonomiska överenskommelser och uppföljning göras.

Byggföretagen börjar intressera sig för CAD. Det gäller tills vidare främst de största företagen.

Persondatorer blir allt billigare och kraftfullare. Man börjar använda persondatorer som fältterminaler till de stora systemen eller utvecklar självständiga system för byggarbetsplatserna. Olika företag prövar att använda persondatorer på arbetsplatserna för:

- tidplaner och aktivitetsplaner
- kalkyler och ekonomisk uppföljning
- CAD-terminaler till de stora systemen

Kravet på flexibilitet, snabba beslut och uppföljning innebär ett behov av planeringsstöd på bygget.

Automatisering av produktionen

Den centrala frågan när det gäller den fysiska byggproduktionen är huruvida automatiska system kommer att ersätta mänskligt arbete. Med automatiska system menas utrustning som är förprogrammerad för vissa uppgifter, alltså inte fjärrstyrd utrustning, inte heller maskiner och verktyg som innehåller elektroniska komponenter.

Är det möjligt att lösa de tekniska problem som det innebär att utveckla automatiska produktionssystem för byggen? Hindren är många bl a korta serier, varierande produkter, tunga byggdelar, krav på utrustningens förmåga att "orientera sig".

Trots detta pågår på flera håll i världen försök att utveckla "byggrobotar". Pågående projekt är inriktade på:

- Ytbehandling (sprutmålning, sprutisolering, slipning)
- Grävning, tunnelgrävning
- Transporter i besvärlig terräng t.ex där det saknas väg, i eller under vatten
- Klättrande robotar för fasadarbeten eller inspektion av tak
- Betonggjutning
- Armering
- Murning

Det är förenat med stora tekniska svårigheter att utveckla automatiska produktionssystem som tillfredsställer byggandets behov. Det är betydligt lättare att åstadkomma automatisering i materialindustrin. Därför kan man anta att:

- Automatiska produktionssystem för byggplatser kommer sannolikt inte att ha utvecklats i Sverige under de närmaste tiotal åren
- De tillämpningar som sannolikt utvecklas först består av två-dimensionella arbetsmoment
- De områden där automatiska system utvecklas för kommer att vara arbetsmoment som människor inte kan utföra t.ex av arbetsmiljöskäl

Hypoteser om datoriseringens påverkan på byggbranschen

En viktig utgångspunkt för bedömningen av hur datorerna kommer att påverka byggnadsarbetarna är en hypotes över vilken inverkan datoriseringen kan ha på branschen som helhet. Dagens datorsystem och den pågående utvecklingen förstärker sannolikt framför allt följande utvecklingslinjer:

1. Förtillverkning:

CAD-dokument används som underlag för förtillverkning i materialindustrin. Materialindustrin förser projektörer med mallar och dimensioneringsberäkningar för de egna tillverkningssystemen och produkterna. Konstruktionsbyråer utgör kittet i en sådan hantering.

2. Splittrade entreprenader:

Kalkylsystem ger bra underlag till avgränsning och uppföljning av entreprenader men betydligt sämre stöd i styrning och genomförande av byggnadsarbetet. Byggledare inom eller utanför de traditionella entreprenadföretagen får en starkare ställning.

Del C

1.3

Hur påverkas byggnadsarbetarna av datoriseringen i byggbranschen?

Sysselsättning

Datateknik kan betraktas som ett av många tekniker att rationalisera produktionen av varor och, inte minst, tjänster. Rationalisering innebär att produktionen sker på ett effektivare sätt, att det krävs mindre resurser, dvs arbete eller energi för att producera en vara.

Det kan vara intressant att titta på hur datoriseringen har påverkat sysselsättningen för några andra branscher och yrkesgrupper. Bl.a ur dessa jämförelser kan man dra några slutsatser.

Byggandets volym kommer att ha den största betydelsen för sysselsättningen i byggbranschen. Underhåll är mer arbetintensivt och innebär sysselsättning för olika grupper. Andelen underhåll kommer alltså att spela stor roll.

Datorer kan ha samband med följande utveckling:

Objektsstorlekarna kan inte förväntas öka. Det kan antas ge mindre underlag för investeringar i produktionsutrustning och därmed långsammare utbyte av produktionssystemet mot mer "arbetsbesparande" teknik, bl.a datorsyrda och andra automatiska system. Trycket på modulanpassning och konkurrensen från materialindustrin kan öka. CAD-system kan ge stöd för förtillverkning och därmed minskad sysselsättning.

Enligt flera bedömare ligger det en stor potential i att rationalisera materialhanteringen på byggplatserna. Datoriseringen kan underlätta materialadministrationen. Datorisering av materialadministrationen kan leda i första hand till att färre tjänstemän i centrala funktioner behövs, eller att

de kan serva byggena på ett bättre sätt.

Sammanlagt tycks inte datoriseringen komma att spela någon större roll för byggnadsarbetarnas sysselsättning i ett kortare perspektiv.

Arbetsmiljö

De arbetsmiljöproblem som finns på byggen brukar delas in i tekniska, ergonomiska, hygieniska och psykosociala. Skälen till problemen kan hänföras till:

- korta byggtider med åtföljande tidspress, bristande planering och informationsproblem
- kunskapsbrist hos byggnadsarbetarna
- brister i planering och projektering

Kommer arbetsmiljön att kunna förbättras med hjälp av datorstöd? Eller kommer datorerna att försämra arbetsförhållandena?

1. Tidspress

Kortare byggtider används ofta som ett argument för att införa datorhjälpmedel i planering, projektering, kalkylering, styrning, förtillverkning mm. Förhoppningen är att planeringen ska bli bättre, fel och störningar ska minska. Det finns dock inget tecken på att datorer kommer att användas för att minska tidspressen.

2. Kunskapsbrist

Datorer lämpar sig väl för att samla och systematiskt söka informationer i. Datorer kan användas för databaser över farliga ämnen, gränsvärden, skydd eller ersättningsprodukter. Datorer kan också användas för att samla, sortera och analysera olika uppgifter som skadetyper, skadeorsaker, hälsokontroller mm.

3. Planering och projektering

Planeringen och projekteringen är vanligtvis organisatoriskt åtskild från byggandet. Det innebär att projektörerna i Sverige saknar ansvar för byggets arbetsmiljö. Möjligheterna till en integration mellan CAD-projektering och byggplaneringen ger vissa förhoppningar. Sannolikt kommer projektörens insats att kunna få störst betydelse när det gäller utrymme, material, ingjutna detaljer, håltagning.

CAD-projektering ger också underlag till noggrannare måttsättning och riktigare utsättning samt till en bättre samordning mellan projektörerna och därmed mindre fel och ändringsarbeten. Även möjligheten till bättre anpassad ritningsinformation för bygget bör bli större med CAD och andra datorstöd.

Datorer kommer inte att ha ett avgörande inflytande på arbetsmiljön men kan utgöra verktyg i arbetsmiljöarbetet.

Inflytande och arbetsinnehåll

Det finns olika teorier när det gäller mekaniseringens och datoriseringens effekter på arbetsinnehåll och kvalifikationsgrad. De viktigaste teorierna innebär en utveckling mot:

"Kvalificering"	generellt högre kvalifikationer
"Dekvalificering"	generellt lägre kvalifikationer
"Polarisering"	en splittrad bild med A- resp B-lag
"Tröskelhypotesen"	A- och B-lag men de högre kvalifikationerna rationaliseras bort på sikt
"Omqualificering"	ändrade kvalifikationer med huvudinriktning mot mer planering och mindre hantverk

Mycket talar för att datoriseringen kommer att bidra till att höja "industrialiseringsnivån" både genom ökad prefabricering och mer detaljerad planering. Yrkena kan bli smalare vilket innebär problem med byte av arbete. Byggnadsarbetet kan komma att fördelas på:

- Planering inom byggföretaget

Byggnadsarbetarnas möjlighet att organisera och styra sitt arbete är nära kopplat till utveckling av datorstöd för byggplatsens behov. Denna utvecklingen är knappast påbörjad. Det är en utveckling som är både viktig och möjlig att påverka.

- UE-uppgifter med dyra specialmaskiner.

Den typ av arbetsmoment som blir kvar på bygget är sådana som inte har kunnat överföras till den fasta industrin. För byggnadsarbetare innebär detta att den automation som sker byggen inte leder till någon sänkning av arbetets kvalifikation eller självständighet.

- tillverkning inom byggmaterialindustrin

Det är frågan om överföring av arbetsvolym till en annan bransch.

- specialiserat monteringsarbete åt en producent

Den här formen av arbete innebär stor risk för en alltför snäv yrkesroll och/ eller osäkrare anställningsförhållanden.

Datoriseringen kommer att ha en stor, om än inte avgörande, betydelse för de nya styrningsmetoder som utvecklas.

1.4

De viktigaste områdena för datorisering ur byggnadsarbetarens synpunkt

Förtillverkning -

Kortare byggtider, arbetsmiljökrav, kvalitetskrav och datorteknik verkar för en ökning av förtillverkningen inom byggnadet. En sådan utveckling rymmer både för- och nackdelar.

Byggstyrning -

Behovet av en snävare planering med bättre styrning, mindre avvikelser och bättre uppföljning betonas starkt. Datorutvecklingen är en viktig del av dessa förändringar. Datorsystem som stöder planering och styrning på arbetsplatsen kommer att vara en förutsättning för att byggnadsarbetarna ska kunna delta i planeringen och behålla ett inflytande över sitt eget arbete.

Automatisering -

Det är inte sannolikt att robotar och automatiska byggmaskiner kommer att vara lönsamma på byggplatsen inom en överskådlig framtid - annat än i mycket speciella situationer då det inte är möjligt att använda människor.

Själva arbetet med att utveckla sådana maskiner kan dock innebära en risk att arbetsuppgifter utarmas eller flyttas till den fasta industrin. Samtidigt finns det möjlighet att det leder till organisatoriska förbättringar i det traditionella byggnadsarbetet.

För byggnadsarbetare finns sannolikt större fördelar i en utveckling av bättre verktyg, fjärrstyrda maskiner och säkrare material och arbetsmetoder.

Pilotprojekt 1:

CAD I PROJEKTERINGEN AV BYGGPLATSENS ARBETSMILJÖ

Pilotprojekt 1 är inriktat på användning av datorer inom projekteringen. Arbetet har bedrivits i samarbete med Wikforss Visualisering AB.

Det övergripande målet har varit att utveckla metoder för att, vid datorstödd projektering, förebygga arbetsmiljöproblem på byggplatsen. Det konkreta målet har varit att utveckla och testa en CAD-tillämpning inom områdena FALL-RAS och ERGONOMI.

Resultat

Inom projektet har utvecklats en programmodul som ett komplement till det allmänt spridda CAD-programmet AutoCAD.

Modulen innehåller två delar:

1. Information om skyddsregler, normer och standard

Avsikten är att förse projektören med information som normalt inte finns inom konsultledet. Informationen utgörs av bilder som kan tas fram på skärmen under projekteringen utan att avbryta denna.

2. En meny med skyddssymboler

Symbolerna föreställer olika fysiska skydd att monteras på byggplatsen eller att gjutas in i förväg. De fungerar dels som anvisningar till arbetsplatsen och dels till övriga projektörer t.ex konstruktör, VVS-konsult, tillverkare av prefabdelar mm.

Symbolerna är i flera fall "töjbara" och kan även kompletteras med mått, produktnamn o.dyl i det enskilda projektet.

Arbetssättet prövades vid projektering av ett bostadshus där skyddsritningen gjordes i samråd med platsledningen och skyddsombudet.

Återstående problem och utveckling

Projektet har bara lett till en prototyp. Denna är inriktad på arkitektarbetet. Ergonomidelen har visat sig svår att göra tillräckligt omfattande, främst beroende på bristande regler.

Vid en demonstration för Bygghälsan ansåg man att en angelägen fortsättning skulle vara att komplettera beskrivningar med regler om kemiska produkter.

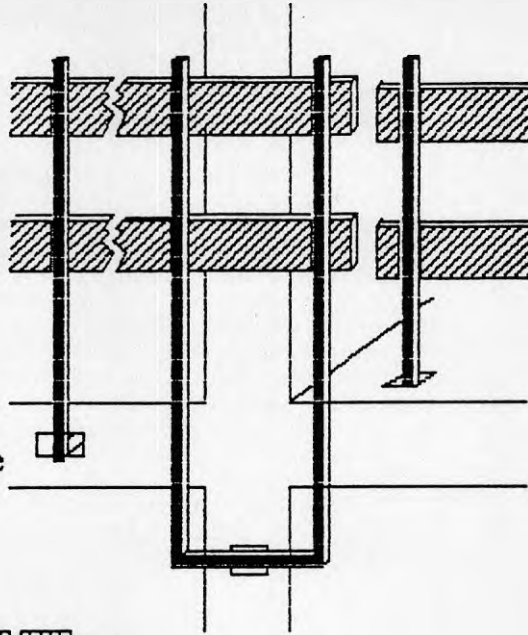
Bjälklagskant

Norm: ASS 1972:32

Hänvisningar: För detaljlösningar se Bygghälsans katalog SKYDDSRÄCKEN.

Villkor: Fallhöjd > 2 m.

Projektering: Infästningar kan kombineras med balkongröcke resp. trappröcke.



Symbol: Skyddsräcke

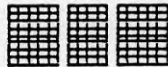


Fig 1:2 "Informationsblad" om skyddsregler

PERMANENT SKYDD		TILLFALLIGA SKYDD		UTRYMME	ARBETS-STÄLLNING	BULLER & DAMM	KEMI	ARBETSPLATS		
← RÄCKE 1.1m	STEGE	← RÄCKE	SKYDDSTAK	FRIT UTR.				KONTOR	UPPLAG	
← RÄCKE 0.5m	GALLER	← FÖTJUST	PÅSKERBYGGÅ	REK. UTR.						
← RÄCKE 0.3m	PLATTFORM	← LOCK	INFÄSTNING	MIL. UTR.				DÄML.		
← FÖTRÄCKE		← HÅNLEDARE						MAT		
← HÖCKRÄCKE		← STÄGFÄSTE						FÖRRAD		
← TAKBYGGÅ		← LINFÄSTE								
← TAKSTEGE		← STEGFÄSTE							TRAPPA	
FALL & RAS				ERGONOMI				ÖVRIGT		

Fig 1:3 Skyddssymboler

Pilotprojekt 2:

DATORER I ARBETSMILJÖARBETET PÅ ETT BYGGFÖRETAG

Pilotprojekt 2 är inriktat på användning av datorer för personaladministrativa rutiner hos entreprenörerna. Projektet har bedrivits i samarbete med Diös AB. Det övergripande målet har varit att utnyttja datorer för att åstadkomma en bättre arbetsmiljö på Diös' byggen. Man valde att förbättra administrationen och uppföljningen av arbetsskador. Kravspecifikationerna för dataprogrammet har utarbetats inom en arbetsgrupp. Programmeringen, däremot, har bekostats av Diös och utförts av Adedata.

Programmet utvecklades och testades under 1984-85 och är i drift sedan januari 1986.



SAMMANSTÄLLNING AV ARBETSSKADOR VID BYGGJÄRIFIRMAN ANDERS DIÖS AB 19

1984

Skadornas placering med avseende på kroppsdel

	Tråk	Skida	RELSBIL	KVÄVA	Stora	Kvar
Öga	3	3				
Huvud, hals	9	7		2		
Axel, arm	14	6	5	1	1	1
Hål utom rygg	12	5	3	2	2	
Rygg, ryggrad	30	14	8	3	3	2
Handled, hand	30	12	8	5	7	1
Höftled, knä, ben	19	9	6		2	2
Fotled, fot	25	11	4	3	4	3
Hela eller mera omfattande delar av kroppen	1	1	-			
	143	68	37	16	16	9

Fig 1:4

Den "gamla" olycksfallssammanställningen som gjordes 1 gång per år

SAMMANSTÄLLNING AV OLYCKSFALL

OMRÅDE:		PERIOD:		DATUM:							
HÄNDELSE FÖRLOPP	PNUMMER	YRKE	SJUK-DAGAR	SKADE-TIDP	SKADE-1	KROPPSDEL 2	SKADEART 1	SKADEART 2	TYP	SKEDE	SYSSELS
01	XXXXXXXXXXXX	100	00000	850117	14	-	08	-	1	2	1
01	XXXXXXXXXXXX	100	00063	850816	17	-	02	05	1	4	1
02	XXXXXXXXXXXX	200	00014	850107	24	21	08	12	1	4	1

OSV

SUMMA

Fig 1:5

Den nya olycksfallsstatistiken kan tas fram när som helst, t.ex inför arbetsmiljögruppens kvartalssammanträden (avskrivet efter del av en sammanställning. personnr borttagna). Koderna avser ISAs skadetyper.

ANMÄLAN om arbetskada

0 Tidpunkt då skadan inträffade/visade sig

1 Den skadade

2 Arbetsgivare/Egen föreläsare och arbetsställe

3 Arbetsituation

4 Skadans omfattning

5 Förgiftning eller annan skada

6 Personens lag

7 Förgiftningsskade anteckningar

8 Skadans omvägslighet

9 Godkänd

10 Ej godkänd

11 Ej godkänd

12 Dödsfall

3 Skadeförlopp

1 Ordinarie arbetsställning

2 Tillfällig arbetsställning

3 Fortfytning i och för arbetet

4 Uppehåll i arbetet

5 Färd till arbetet

6 Färd från arbetet

7 Användning av verktyg

8 Användning av maskin

9 Användning av utrustning

10 Användning av utrustning

11 Användning av utrustning

12 Användning av utrustning

13 Användning av utrustning

14 Användning av utrustning

15 Användning av utrustning

16 Användning av utrustning

17 Användning av utrustning

18 Användning av utrustning

19 Användning av utrustning

20 Användning av utrustning

21 Användning av utrustning

22 Användning av utrustning

23 Användning av utrustning

24 Användning av utrustning

25 Användning av utrustning

26 Användning av utrustning

27 Användning av utrustning

28 Användning av utrustning

29 Användning av utrustning

30 Användning av utrustning

31 Användning av utrustning

32 Användning av utrustning

33 Användning av utrustning

34 Användning av utrustning

35 Användning av utrustning

36 Användning av utrustning

37 Användning av utrustning

38 Användning av utrustning

39 Användning av utrustning

40 Användning av utrustning

41 Användning av utrustning

42 Användning av utrustning

43 Användning av utrustning

44 Användning av utrustning

45 Användning av utrustning

46 Användning av utrustning

47 Användning av utrustning

48 Användning av utrustning

49 Användning av utrustning

50 Användning av utrustning

51 Användning av utrustning

52 Användning av utrustning

53 Användning av utrustning

54 Användning av utrustning

55 Användning av utrustning

56 Användning av utrustning

57 Användning av utrustning

58 Användning av utrustning

59 Användning av utrustning

60 Användning av utrustning

61 Användning av utrustning

62 Användning av utrustning

63 Användning av utrustning

64 Användning av utrustning

65 Användning av utrustning

66 Användning av utrustning

67 Användning av utrustning

68 Användning av utrustning

69 Användning av utrustning

70 Användning av utrustning

71 Användning av utrustning

72 Användning av utrustning

73 Användning av utrustning

74 Användning av utrustning

75 Användning av utrustning

76 Användning av utrustning

77 Användning av utrustning

78 Användning av utrustning

79 Användning av utrustning

80 Användning av utrustning

81 Användning av utrustning

82 Användning av utrustning

83 Användning av utrustning

84 Användning av utrustning

85 Användning av utrustning

86 Användning av utrustning

87 Användning av utrustning

88 Användning av utrustning

89 Användning av utrustning

90 Användning av utrustning

91 Användning av utrustning

92 Användning av utrustning

93 Användning av utrustning

94 Användning av utrustning

95 Användning av utrustning

96 Användning av utrustning

97 Användning av utrustning

98 Användning av utrustning

99 Användning av utrustning

100 Användning av utrustning

Fig 1:6

Den vanliga blanketten för anmälan av arbetsolycksfall. Färdigt ifyllda fält - svarta, förkodade fält - streckade

Pilotprojekt 3

DATORSTÖD FÖR BYGGARBETSLAGET

Huvudfrågan i projektet var:

Vilka krav kan byggnadsarbetarna ställa på ett datasystem som ska vara till nytta för dem på arbetsplatsen?

Projektet involverade ett 50-tal byggnadsarbetare i studiecirkel på fem orter. Som programmerare medverkade Lars-Erik Andersson, VBB.

Arbetet innefattade

- 1- Kartläggning av den information som byggnadsarbetarna har tillgång till och berörs av samt byggnadsarbetarnas roll i planering och styrning av arbetet.
- 2- En diskussion om byggnadsarbetarnas intresse av datorhjälpmedel.
 - Har bygglaget användning av datorer?
 - Vad ska datasystemet användas till?
 - Vilken typ av datasystem behövs?
 - Hur ska datorsystemet fungera på arbetsplatsen?
- 3- Utveckling av ett prototypprogram för att belysa arbetslagets möjligheter att använda datorer

Resultat: Lagbasens dagbok

Lagbasens dagbok är ett persondatorbaserat program som ska illustrera byggarbetslagets uppfattning om sitt behov av datorstöd. Programmets huvudrubriker:

1. Planering
 - Produktionsunderlag
 - Tilläggsarbeten
 - Avstämning, fördelning på olika Ö.K, räkningsunderlag, aktuell och genomsnittlig förtjänst samt återstående antal timmar resp ackordssumma.
 - Fördelningstid, arbetad tid med hänsyn till fördelningstal
2. Uppföljning: avser arbetsmängd och ackordslön. Arbetsmängden utgör avvikelser eller tillägg i förhållande till en ursprunglig Ö.K, t ex ett av arbetsgivaren framräknat produktionsunderlag.
3. Tidrapportering: avser endast arbetstid och syftar till uppföljning av förbrukad tid på olika "konton". Möjlighet att registrera och summera arbetstid per avlöningsperiod (per person resp för laget)

4. Händelser: Både händelser med relativt kort varsel som möten och skyddsronder och rena avvikelser.
 - Anteckningar om väder och sammanställning av dessa
 - Möteskalender
 - Skyddsronder, sammanställning av restuppgifter
 - Störningar, orsak, omfattning, sammanställning
5. Personal
 - Registrering av laguppställning d v s namn, personnummer, yrke, ev utbildningssteg, anställningstid
 - Personalplanering
 - Turordningslista
6. Objektbeskrivning
 - Typ av bygge och ansvarig entreprenör, undantagna arbeten , övriga entreprenörer
 - Ackordsöverenskommelser med summor, avstämningsperioder och berörda yrkesgrupper

Några slustatser

- Intresset för datorfrågor, och inte minst datorutveckling var ganska stort bland cirkeldeltagarna. Utvecklingsarbetet som sådant har haft en viktig pedagogisk effekt när det gäller att göra datafrågor gripbara och konkreta för deltagarna.
- Utan produktionsunderlag och uppgifter om projektplaneringen når man snart gränsen för vad som är meningsfullt att bearbeta.
- Planeringen på bygget skulle kunna förbättras med ett samarbete kring uppgifter som ändå redovisas öppet - produktionsunderlag, tidplaner och bemanningsplaner.
- Försöket tyder på att en persondator är tillräckligt kraftfull för många av de funktioner som kan vara intressanta på bygget. En persondator ger dessutom möjlighet till många olika samarbetsformer mellan parterna på byggsplatsen.

Del A**Inför projektet**

Vad kan byggnadsarbetarna
förvänta sig av
branschens datorisering?

Ingress

Datorer, och annan teknik, införs kontinuerligt i arbetslivet. Detta sker ibland språngvis och den snabba förändringen inspirerar eller oroar men framför allt uppmanar den till ett ställningstagande.

- Hur ska jag/vi förhålla oss till det nya?
- Kan vi påverka utvecklingens inriktning och takt?

Utgångspunkten i denna studie är att *det går att påverka*. Vad är det då för möjligheter som står till buds? I den fackliga debatten, i Sverige och utomlands finns prov på många olika strategier. Allt ifrån att man bör lära sig och anamma den nya tekniken så fort som möjligt till att vägra släppa in den inom sitt verksamhetsområde. Valet av strategi är naturligtvis beroende på den speciella situationen yrkesgruppen befinner sig i.

A Vad ska jämföras med vad?

För att kunna värdera förändringen måste man ha ett läge att utgå ifrån. Ett skiss till lägesbeskrivning av byggnadsarbetaryrket och datorutvecklingen idag görs i del A.

B Hur förutsäga framtiden?

För att klara detta måste man på ett eller annat sätt ge sig in på en förutsägelse om framtiden. Nuvarande och framtida dator- och datoranknuten teknik inom olika delar av branschen måste diskuteras. Vad innebär det för de olika skedena och för branschen som helhet? Detta är huvudinnehållet i del B.

C Vad innebär förändringen?

I vilken riktning påverkas yrket? Hur blir det med arbetsmiljön, organisationen, möjligheterna till inflytande, sysselsättningen?

Betydelsen av förändringen beror på vilken inriktning den får. Innebär tekniken att yrket förändras mycket? Här är risken för en besvärlig omställning stor. Men även förändringens takt i förhållande till de enskilda individernas beredskap är viktig. Är yrket på frammarsch, med många nya medlemmar som har tillfälle att tillägna sig nya arbetmetoder på ett naturligt sätt? Då finns möjlighet att förändringen sker utan större konflikter.

Vilka potentiella möjligheter finns det i tekniken? Allt detta diskuteras i del C.

Hur ska man agera?

Utgångspunkten för handling är att man ser reella möjligheter att påverka framtiden.

Finns det någon sannolik utveckling som är viktigt att undvika? Finns det några potentiella fördelar som är intressanta att uppnå? Hur stora ansträngningar krävs för att lyckas med detta?

Det är svåra frågor som anknyter till en klassisk, oavslutad diskussion om människans frihet, den fria viljan, historiens eventuella lagbundenhet.

En central utgångspunkt i projektet är att utvecklingen inte är given; att det visserligen finns krafter och regelbundenheter i samhällets organisation och kanske i människans natur som sätter ramar för möjligheterna till påverkan; men att det samtidigt spelar en stor roll hur man handlar i en given situation.

Möjligheterna till påverkan ökar om man:

- har kunskap om och intresse för utvecklingen i sin omgivning
- är medveten om kvaliteten och nackdelarna i yrket och den nuvarande situationen
- aktivt söker förbättringar
- är tidigt ute och själv tar initiativ

Ovanstående är ingen garanti till framgång men en bra - och givande - bit på väg.

2 Utgångspunkter

Vad kan datoriseringen komma att betyda för byggnadsarbetarna ?

2.1 Bakgrund

Datorer får allt fler användningsområden i byggbranschen

Datoriseringens utbredning inom byggbranschen har inledningsvis berört dels konstruktionsberäkningar, dels det administrativa arbetet inom byggföretagen. Numera används datorstöd även inom projektering, byggstyrning, utsättning och förvaltning.

Det finns dock anledning att anta att krav på rationaliseringar och komplexiteten i byggandet kommer att driva datoriseringen allt längre in på byggplatserna. Tidregistrering och projektadministration kan nu i skötas från terminaler på bygget. På flera håll görs försök att utveckla byggande robotar för olika arbetsmoment. Både arbetsorganisationen och yrkesinnehållet kommer att påverkas.

Samtidigt finns de traditionella arbetsmiljöproblemen kvar. De viktigaste problemen är olycksfallsrisker, arbetsbelastning, klimatproblem, kemiska risker och stress.

Byggnadsarbetaryrket har dock starka positiva sidor. Hit kan räknas omväxling, personlig frihet, möjligheter att lära och utvecklas och ett starkt kamratskap.

Datorer är en teknik som har många användningsområden och har införts i allt fler branscher och arbetsuppgifter. Datorernas främsta kännetecken är att de har stor kapacitet att lagra och hantera information.

- o Med hjälp av olika sk in-organ kan datorer registrera information från mätutrustning, tangentbord, digitaliseringsbord och andra datorer.
- o Med hjälp av processorn behandlar datorn informationen: räknar, sorterar osv.

- o Med hjälp av sk ut-organ levererar datorn den lagrade informationen på skärm eller kabel eller genom att styra skrivare, plottrar eller maskiner i en tillverkningsprocess.

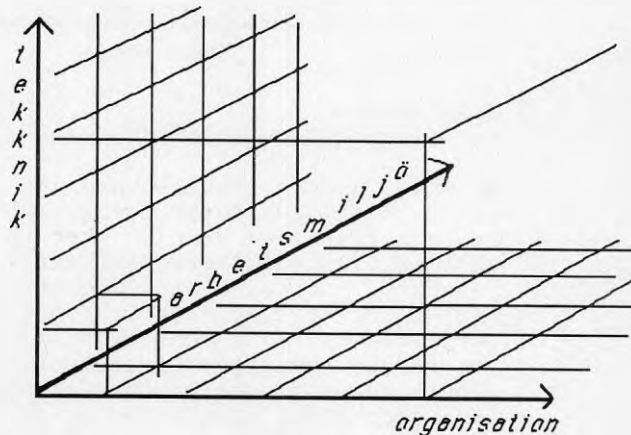
Datorn kan involveras i planering och dokumentation av produktionen, beredning och styrning av maskiner. Som alla andra tekniska lösningar påverkar den inte enbart det fysiska arbetsutförandet. Lika mycket kan arbetsorganisationen påverkas och, på längre sikt, även yrkesinnehållet

2.2

Datoriseringen och arbetsförhållandena

- Försök till en beskrivningsmodell

För att beskriva datoriseringens effekter bör man ha en bild - en modell - av hur olika aspekter på arbetssituationen hänger samman. I vår modell har vi utgått ifrån tre axlar. Den ena betecknar den teknik som används, den andra beskriver arbetsorganisationen och den tredje arbetsmiljön dvs förutsättningarna för säkerhet och hälsa. "Bäst" innebär här dels att tekniken och organisationen är effektiva, dels att nackdelar i form av risker och ohälsa är så små som möjligt. Axlarnas definition och innehåll beskrivs närmare nedan.



Figur 2:1

Teknologi, organisation och arbetsmiljö -en tredimensionell modell

Modellens andra användning är att jämföra byggbranschen med andra branscher i olika avseenden med hjälp av branschens läge i de tre dimensionerna - teknik, organisation och arbetsmiljö. Genom att beskriva hur datorerna har påverkat arbetssituationen

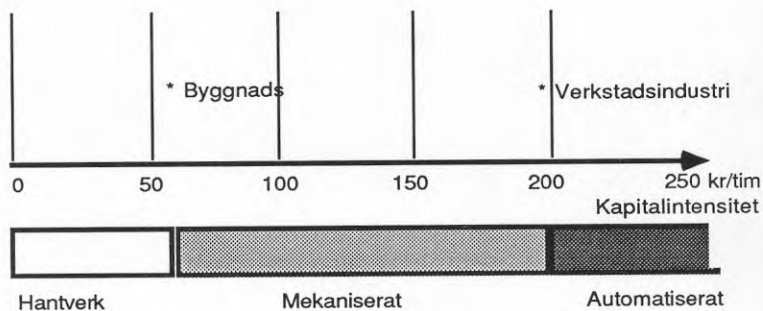
i andra branscher (läge på axlarnas skala) hoppas vi kunna få hjälp av modellen för att nå fram till några hypoteser om hur datorer kan komma att påverka byggbranshen med dess speciella förutsättningar. I följande avsnitt kommer även dessa resonemang att utvecklas vidare.

2.2.1

Teknik

Teknikaxeln beskriver olika grad av tekniska hjälpmedel som ersätter människans ansträngningar i arbetet. Det är frågan om både fysisk och intellektuell ansträngning.

Den ena ytterligheten på axeln är produktion med helt manuella metoder. Den andra ytterligheten är helt automatiserad produktion, helt utan bemanning. Mellan dessa står någon grad av mekaniserad produktion, dvs där man utnyttjar maskiner för att ersätta människans kroppsakfter.



Figur 2:2

Teknikaxeln.

Underlag: kapitalintensitet enl SN M 83:2.5

En enkel hypotes skulle vara att ju mer man avlastar människan desto lyckligare blir hon. Det är nu sannolikt inte sant. Mycket tyder på att människor är byggda för att vara aktiva, fysiskt och psykiskt, och gärna allsidigt aktiva. Det är samtidigt inte heller sannolikt att effekten av teknik verkligen blir att människan slipper arbeta helt. Det första resultatet av införande av teknik är att människans resurser behövs inte längre för vissa arbetsuppgifter. Det andra är att människan frigörs till att göra något annat: att hantera större produktion eller att öka kvalitén på produkten. (Jämför med arbetet att bära vatten eller samla och elda ved).

Totalt sett, för samhället i stort, är det en fördel att höja tekniknivån, förutsatt inget annat försämras, t.ex arbetsförhållandena.

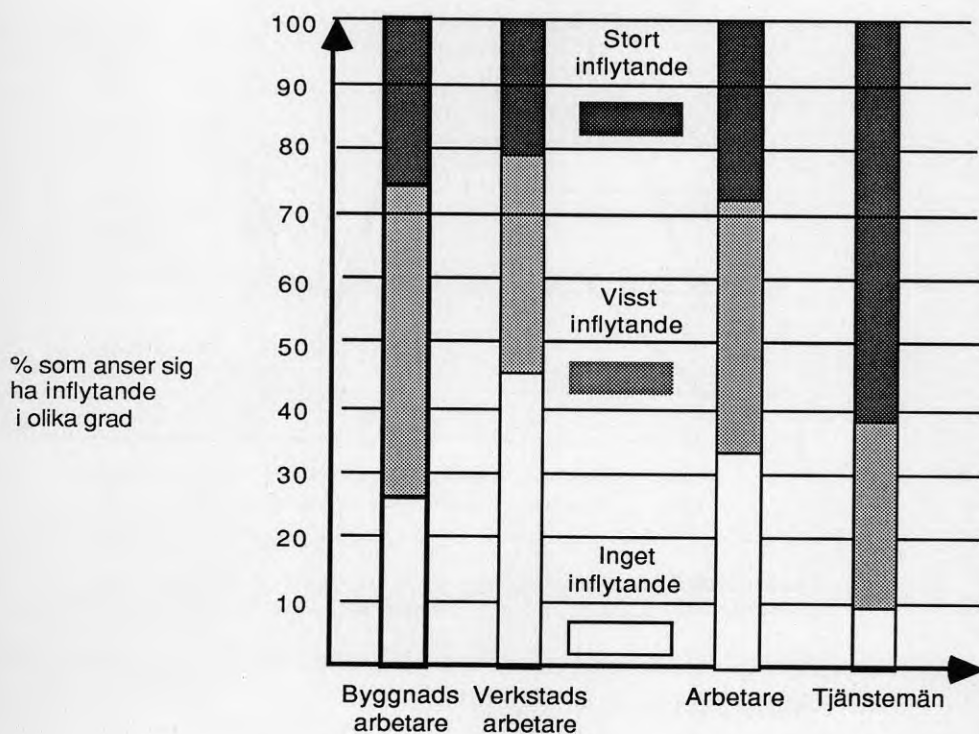
2.2.2

Arbetsorganisation

Organisationsaxeln beskriver "friheten" i arbetet från individens synvinkel. Friheten kan beskrivas på olika sätt och innehålla olika aspekter. Det gäller t.ex

- omfattningen av arbetsuppgiften: i tid och antal arbetsmoment
- hur bestämd arbetsuppgiften är: i tid och kvalitet
- hur meningsfull arbetsuppgiften är: i sig och i sitt sammanhang
- hur beroende resultatet är av individens ansträngning: fysiskt, intellektuellt och socialt

En i huvudsak målstyrd organisation gör större bruk av individernas resurser och är att föredra.



Figur 2:3

Organisationsaxeln. Andel med olika grad av inflytande över planeringen av arbetet.

Källa: Arbetsmiljön, 1978

2.2.3

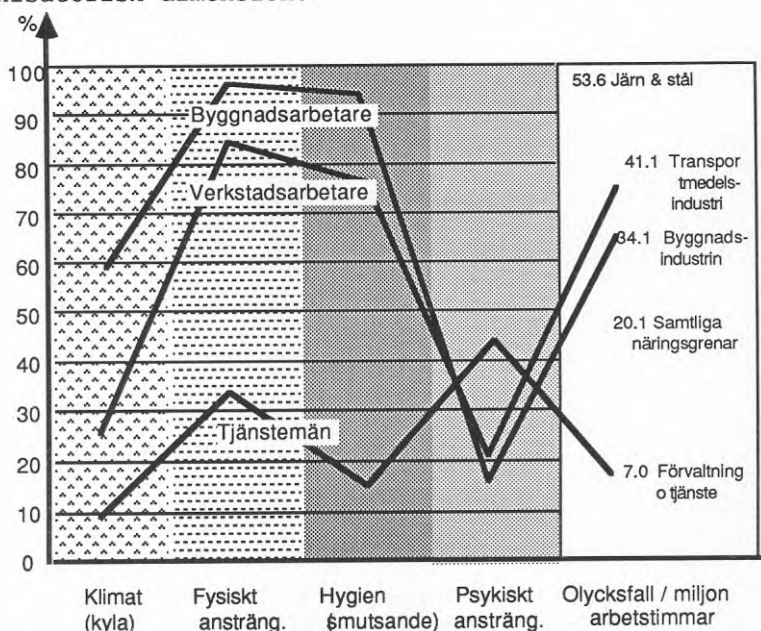
Teknik och arbetsorganisation

Tekniken kan kombineras med olika former för arbetsorganisation. Dessa kan byggas in i tekniken i form av drivremar och löpande band, eller vara fristående i form av prestationslöner och korta, enformiga arbetsmoment. Kombinationen av "frihet" och ansträngning ger en bättre beskrivning av tillfredsställelsen med arbetet än var och en av faktorerna ensam.

2.2.4

Arbetsmiljö

Arbetsmiljö-axeln vill visa konsekvenserna av en arbetssituation för individen. Arbetssituationen består i sin tur av både en teknisk och en organisatorisk dimension.



Figur 2:4

Arbetsmiljöaxeln. Andel med angivna arbetsmiljöproblem i olika avseenden. Källa: Arbetsmiljön, 1978

2.2.5

Arbetsmiljö och teknik

Tekniken kan i sig innebära vissa risker, påfrestningar osv som påverkar hälsa och tillfredsställelse. För att säkerställa en hälsosam miljö krävs att den tekniska/fysiska miljön inte innehåller risker. Vad som är acceptabel arbetsmiljö är en historisk och social faktor, vilket slås fast t.ex i arbetsmiljölagen (kap 2, §1).

2.2.6 Arbetsmiljö och organisation

Byggnadsarbete är ett relativt "fritt" arbete, dvs ej detaljstyrt. Friheten i byggnadsarbetet är naturligtvis inte fullständig. Många områden kan inte påverkas av den enskilde byggnadsarbetaren, inte heller genom avtal. Det gäller t.ex den teknik som används, tidsramarna och de ekonomiska ramarna för objektet.

Det innebär att friheten begränsas till planeringen av det egna arbetet (i samarbete med andra), arbetsmetoderna (i viss begränsad mån) men främst arbetstakten. Det leder i sin tur att risktagningen är en väsentlig del av den frihet som kännetecknar yrket.

En stor andel arbetsolycksfall anses bero på personernas oaktsamhet, felaktiga handlingar, missförstånd och otur. Det är inte säkert att samhället kan acceptera varje persons medvetna eller omedvetna val av risknivå. En högre grad av säkerhet kan betyda minskad "frihet" dvs ökad planering. För upplevelsen av friheten är det inte betydelselöst vem som utför denna planering och hur väl det införlivas med arbetet.

2.3 Möjligheter till inflytande över den tekniska utvecklingen

Datorer, och annan teknik, införs kontinuerligt i arbetslivet. Detta sker ibland språngvis och den snabba förändringen inspirerar eller oroar men framför allt uppmanar den till ett ställningstagande. Hur ska jag/vi förhålla oss till det nya? Kan man påverka utvecklingens inriktning och takt?

2.3.1 Vad bestämmer den tekniska utvecklingen?

Utgångspunkten i denna studie är att *det går att påverka*. Men det är inte oproblemiskt att hitta handlingsutrymmet.

Det finns i ett antal principiella ståndpunkter. Dessa kan presenteras lite tillspetsat enligt följande:

Är tekniken socialt neutral ?

Tekniken är neutral. Ny teknik kan vara mer eller mindre välutvecklad mer eller mindre riskabel men den är socialt neutral. Dvs att den kan användas av eller för vem som helst. Det gäller för var och en att se till att definiera sin egen användning.

Tekniken - alltid i maktens tjänst ?

Teknik utvecklas inte slumpvis. Utvecklingen kräver resurser och den som förfogar över dessa kan även bestämma teknikens användningsområde och användningssätt. Någon annan teknisk utveckling kommer inte att komma till stånd.

Leder teknikförändringar alltid till "utveckling"?

Den tekniska utvecklingen kommer, i det långa loppet, alltid att inriktas på sådana tillämpningar som effektiviserar produktionen. Skulle den utvecklingen komma i konflikt med den sociala strukturen kommer samhället att förändras eftersom det totalt tjänar på en effektivare produktion. Förändringen kan vara mer eller mindre besvärlig beroende på hur omfattande eller snabb den är.

Det finns argument och exempel för alla ovanstående ståndpunkter. I den fackliga debatten, i Sverige och utomlands finns prov på många olika strategier. Allt ifrån att man bör lära sig och anamma den nya tekniken så fort som möjligt till att vägra släppa in den inom sitt verksamhetsområde. Valet av strategi är naturligtvis beroende på den speciella situationen yrkesgruppen befinner sig i. Datorutvecklare är t.ex i en helt annan situation än de engelska typograferna. Valet av strategi beror på hur man tror att tekniken kommer att påverka yrket i stort och yrkesgruppens medlemmar.

2.3.2

Utrymmet för påverkan av den tekniska utvecklingen - projektets utgångspunkt

Den "ideologiska ramen" för detta forskningsprojekt skulle kunna formuleras i anslutning till de ståndpunkter som nänts ovan:

A Tekniken måste vara effektiv

I det långa perspektivet kommer varje ny teknik att vara "effektivare" än den tidigare. Den tredje ståndpunkten ovan anses beskriva utvecklingens långsiktiga tendens.

Det skulle dock kunna finnas flera, lika effektiva tekniker. I detta fall skulle dessa kunna utvecklas parallellt. Men det kan också inträffa att kostnaderna för att utveckla och underhålla flera tekniker är för stora i förhållande till fördelarna så att en kommer att dominera. Här borde finnas en valmöjlighet.

Olika parter kan alltså välja olika tekniska lösningar. Men oavsett på vems initiativ en speciell teknik utvecklas måste den lösa ett allmänt problem. Den nya tekniken måste vara effektivare än den

som användes tidigare för att överleva på sikt.

Det innebär samtidigt att om en teknik är effektiv kommer den att slå igenom trots motstånd. Det är kanske vad som ligger bakom åsikter som att "Det går inte att stoppa utvecklingen" eller "Datoriseringen kommer".

Vad är då "effektivt", vart är utvecklingen på väg?

I detta projekt antas i princip en "effektiv teknik" utgöras av sådana lösningar som i första hand övervinner dagens effektivitetsproblem. Det största av dessa är branschens problem att styra produktionen mot lägre totalkostnader. D.v.s egentligen byggandets möjlighet att konkurrera med andra varor.

En effektivisering av produktionen kan ske på flera olika sätt: effektivare teknik, effektivare organisation eller sänkta priser. Det innebär bl.a ett tryck på att arbete blir billigare eller effektivare. Om det uppstår en konflikt blir det på det sociala planet och kan det gälla "vems" arbete som förändras och hur. Konfliktens styrka har samband med hur omfattande förändringen är och hur fort den går.

Projektets grundantagande är alltså att man kan inte med framgång hävda en ny produktionsteknik eller organisation med mindre än att den bidrar till ökad effektivitet.

B Det finns utrymme att påverka tekniska lösningar

Det råder givetvis knapphet på utvecklingsresurser. Tillgång till resurser är strategiskt viktigt för att föra utvecklingen i önskad riktning. Den andra ståndpunkten kretsar alltså kring de hinder och sociala konflikter som kan uppstå på vägen mot en effektivisering av produktionsmetoderna.

Det är viktigt att kartlägga i vilken mån olika aktörers omedelbara behov och möjligheter sammanfaller med en mer långsiktig utveckling. En sådan analys kan ge upplysningar om vilka tekniska lösningar som kan bli aktuella i den närmaste framtiden.

Projektets utgångspunkt är här att tidiga initiativ och tillgång till resurser ger större utrymme att utforma en ny tektik.

C Det är pedagogiskt fördelaktigt att betrakta tekniken som obegränsad

Idén att tekniken är i princip neutral utgör, slutligen, en bra hypotes för att kunna formulera krav och önskemål. Det är bättre att betrakta behov av förbättringar som styrande än att låta de tekniska lösningarna begränsa fantasin. Tekniska krav borde alltså formuleras oberoende av befintlig teknik.

Möjligheten att skapa tekniska lösningar ökar, å andra sidan, i takt med att man blir förtrogen med tekniken. Det innebär en fara att man begränsar sig till känd, konventionell, teknik.

Utgångspunkten i projektet är att utveckling av ny teknik är en process där lärande och skapande skeden avlöser varandra. Fritt skapande är alltså inte möjligt utan måste bygga på tidigare kunskap och erfarenhet. Att "hoppa över" de egna erfarenheterna för att gå direkt på den "rätta" lösningen är inte möjligt.

3 Projektarbetet

Organisation och uppläggnig av projektarbetet

3.1 Byggnadsarbetareförbundet tar initiativ till forskning om datoriseringens konsekvenser

Byggnadsarbetareförbundets intresse för branschens datoriseringen kom för första gången till uttryck i en motion till 1979 års kongress. Motionären ville att datoriseringens konsekvenser för byggnadsarbetarna skulle utredas. Den gången föreföll dock sådana konsekvenser som ganska avlägsna. Styrelsen föreslog avslag med motiveringen att datorer hade bara begränsad och indirekt påverkan på byggnadsarbetare.

Endast en kort tid därefter började man uppmärksamma en allt mer omfattande användning av datorer, samtidigt som andra förbund började intressera sig allt mer för frågan. Byggnadsarbetareförbundet tillsatte en intern "Datagrupp" med uppgift att

- analysera och beskriva problem,
- bevaka möjligheter till påverkan och medbestämmande
- föreslå ett handlingsprogram

Förbundet betraktade dock inte datoriseringen som någon "revolution" utan som ett led i den tekniska utvecklingen.

Datagruppen började sitt arbete med att intervjua en rad experter om utvecklingsläget och framtiden. En av dessa var Ulf Ranhagen. En rad intressanta frågor restes vid detta möte, vilka så småningom utvecklades till detta forskningsprojekt.

3.2 Projektets mål

Forskningsprojektet "Den framtida byggarbetsplatsen" ska söka belysa en rad frågor kring datoriseringen och dess betydelse för byggnadsarbetarna. Projektets syfte är

- ... att sammanfatta utvecklingstendenser kopplade till datoriseringen som påverkar byggnadsarbetarnas arbetsförhållanden,
- ... att analysera hur datoriseringen i olika skeden av byggprocessen påverkar byggnadsarbetet,
- ... att föreslå användningsområden, användningssätt och projektrutiner för den nya tekniken som bidrar till rationell produktion, god arbetsmiljö och ökat medbestämmande för byggnadsarbetarna samt
- ... identifiera behov av fortsatt FOU.

3.3

Projektets uppläggning

Projektet består av två delar

- o En generell del, där samband mellan datoranvändningen och effekterna på arbetsorganisation och arbetsmiljö studeras.
- o Tre pilotprojekt, där möjligheten att förbättra arbetsförhållandena för byggnadsarbetare och förebygga nya problem med hjälp av datateknik prövas i praktiken.

Resultatet rapporteras i flera skrifter.

3.3.1

Huvudstudien:

Huvudstudien består av fyra delar.

I del A diskuteras förutsättningarna och bakgrunden till studien. Resonemanget utmynnar i några hypoteser om datoriseringens effekter för branschens struktur.

I del B utreds läget och utvecklingen av datorhjälpmedel i olika skeden av byggprocessen. Denna del avslutas med en diskussion om hur datorer kan komma att användas för att knyta ihop de olika skedena närmare.

Del B innehåller bedömningar av hur den tekniska utvecklingen inom olika områden kan komma att te sig inom en 10-15 års period.

I del C utreds datoriseringens effekter för olika aspekter av byggnadsarbetet:

- arbetsmiljö,
- medbestämmande och
- sysselsättning

Frågor om personlig integritet har inte behandlats i projektet.

Del D innehåller främst frågor för framtiden:

- Vilka är de kritiska punkterna i datoranvändningen ur byggnadsarbetarnas synpunkt?
- Hur ska man förhålla sig till de hot och de möjligheter som man kan skönja idag?
- Vilka frågor bör utredas vidare?

3.3.2

Pilotprojekten

I pilotprojekten används dels slutsatserna från de tidigare avsnitten och, inte minst, lärdomarna från de utvecklingsprojekt som har bedrivits parallellt.

Pilotprojekt 1: CAD I PROJEKTERINGEN AV
BYGGPLATSENS ARBETSMILJÖ

Pilotprojekt 1 är inriktat på användning av datorer inom projekteringen. Arbetet har bedrivits i samarbete med Wikforss Visualisering AB.

Det övergripande målet har varit att utveckla metoder för att, vid datorstödd projektering, förebygga arbetsmiljöproblem på byggplatsen. Det konkreta målet har varit att utveckla och testa en CAD-tillämpning inom områdena FALL-RAS och ERGONOMI.

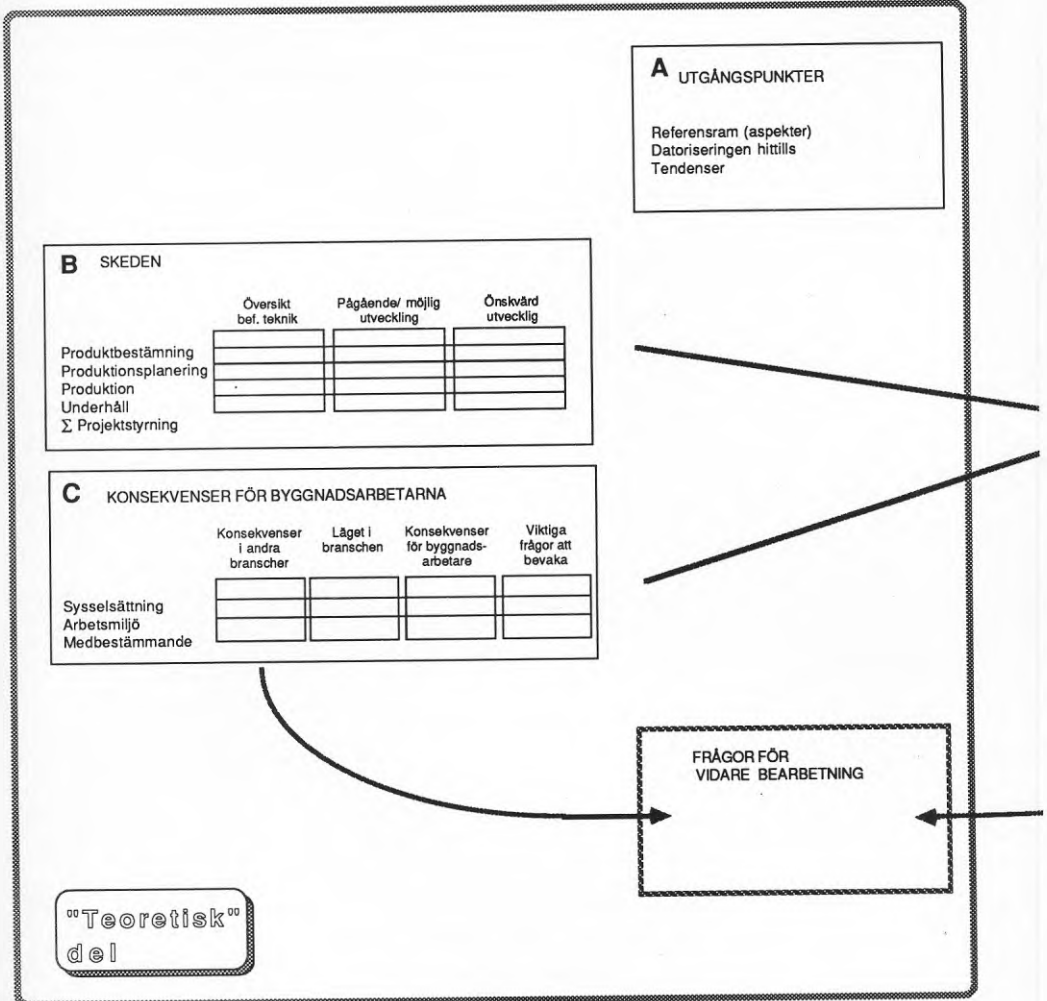
Pilotprojekt 2: DATORER I ARBETSMILJÖARBETET
PÅ ETT BYGGFÖRETAG

Pilotprojekt 2 är inriktat på användning av datorer för personaladministrativa rutiner hos entreprenörerna. Projektet har bedrivits i samarbete med Diös AB. Det övergripande målet har varit att utnyttja datorer för att åstadkomma en bättre arbetsmiljö på Diös' byggen. Man valde att utveckla en ny dator-tillämpning, nämligen hantering av arbetsskador med hjälp av dator.

Pilotprojekt 3: DATORSTÖD FÖR BYGGARBETSLAGET

Projektets mål har varit att formulera vilka krav ett byggarbetslag kan ställa på ett datasystem som ska vara till nytta för dem på arbetsplatsen. Metoden var att i samarbete med byggnadsarbetare utveckla en prototyp för ett dataprogram och sedan utvärdera denna.

Den framtida byggarbetsplatsen
Projektets innehåll och resultat



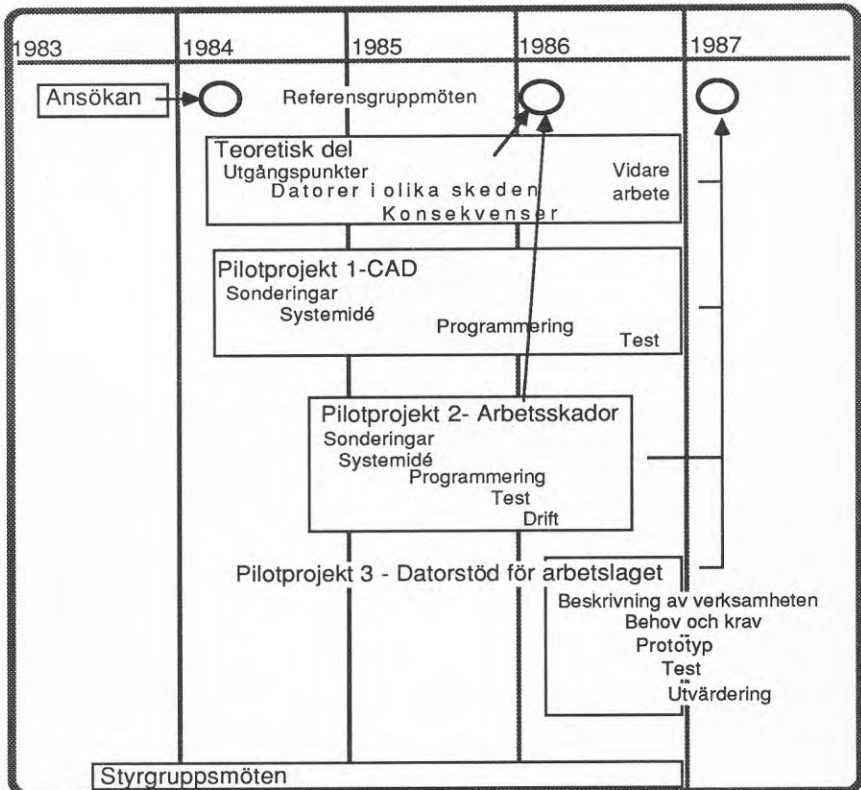
PILOTPROJEKT

	1	2	3
	CAD i projektering av byggsplatsens arbetsmiljö	Datorstöd i rapportering av arbetsskador	Datorstöd för byggarbetslaget
Problem i andra branscher			
Idé till tillämpning			
Utveckling av datorhjälpmedel			
Test av det nya att hjälpmedlet			
Resultat, värdering, utveckling?			

”Praktisk”
del

3.4 Arbetssätt

3.4.1 Tidplan



Figur 3:2 **Projektarbetets olika faser**

3.4.2 Arbetsmetoder

Indata till projektarbetet har bestått av litteraturstudier, intervjuer, deltagande i konferenser och studiebesök. För vissa avsnitt har specialister anlåtats, t.ex produktionsteknik och programmering.

Den teoretiska studien har utförts i huvudsak inom VBB. Pilotprojekten, däremot, har gjorts i samarbete med andra parter, vilka har haft inflytande över respektive projekts inriktning och resultat. De olika parternas bidrag till resultatet framgår av redovisningen av projektorganisationen ovan och de olika projektbeskrivningarna.

Projektets olika delar har bedrivits parallellt och i flera varv. Fördelen med detta har varit att de olika infallsvinklarna har kunnat berika varandra. Så har t.ex de teoretiska delarna givit uppslag till pilotprojektens frågeställningar och uppläggning. Lärdomarna från pilotprojekten har lett till fördjupade resonemang och mer generella hypoteser och slutsatser.

Nackdelen är att slutsatser från ett skede inte har kunnat prövas i nästa. Fördelarna bör dock överväga i detta fall eftersom erfarenheterna av datoriseringen i branschen är ännu i startfasen och konsekvenserna för byggnadsarbetare ännu är svåra att urskilja. Möjligheten att påverka utvecklingen har bedömts som viktigare än att vänta på att konstatera säkra konsekvenser.

Arbetet har bedrivits i nära kontakt med Byggnadsarbetareförbundets datagrupp där projektets framskridande har redovisats och diskuterats regelbundet.

3.5 Projektets organisation

3.5.1 Övergripande organisation

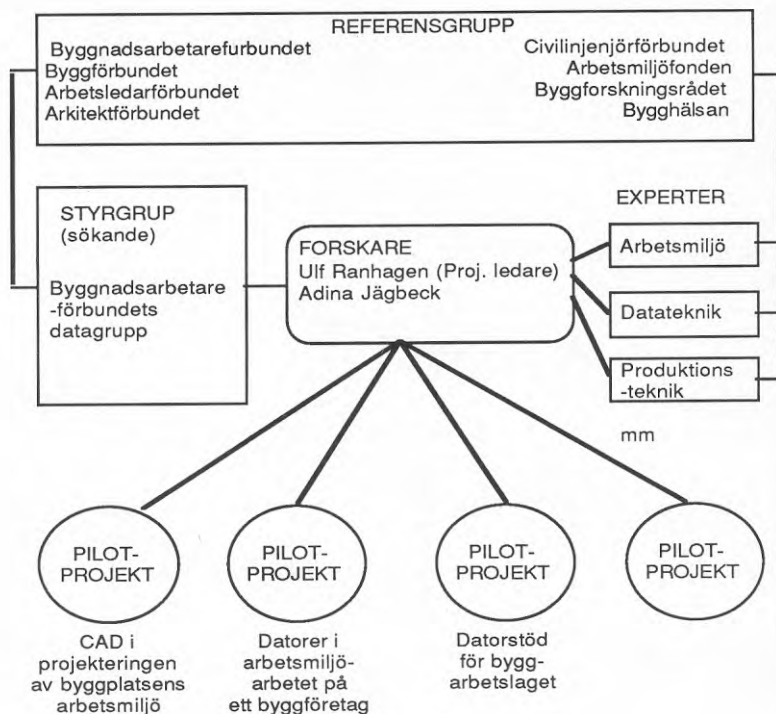
Projektet har initierats i samarbete mellan Byggnadsarbetareförbundets datagrupp samt projektledaren Ulf Ranhagen och Adina Jägbeck.

3.5.2 Medverkande och arbetsfördelning

Referensgrupp (inbjudna):

Byggnadsarbetareförbundet	datagruppen
Byggnadsentreprenörerna	John Engdahl
AF	Jan Molander
Civilingenjörförbundet	Bo Raattamaa
SALF	Lennart Sundberg
SIF	Christer Jansson
ASF	Erling Ribbing
BFR	Ray Florén

Möten hölls inför start av hela projektet inkl pilotprojekt 1 och 2, inför start av pilotprojekt 3 då också preliminära resultat redovisades samt ytterligare ett möte där slutresultatet redovisades.



Figur 3:3

Projektets organisation**Styrgrupp = Byggnadsarbetareförbundets datagrupp**

Medlemmar som har följt arbetet närmare har varit:

Allan Andersson,	ordf, utredningschef
Ingrid Jonsson,	uredningssekreterare
Ove Bengtsberg,	förbundssekreterare
Ingvar Högström,	kassör, avd 1
Nils Eriksson	
(senare Leif Nyrell),	arbetsmiljöansvarig
Christer Warfvinge,	bostadsdirektör, Västervik

Möten hölls med 1-2 månaders mellanrum.

Forskare

Projektets uppläggning styrning och genomförande:

Projektledare	Ulf Ranhagen
Forskare, författare	Adina Jägbeck

Övriga medverkande

- Lars Axling, civ.ek, BE (dåvarande SBAF): material till och synpunkter på statistik över produktivitetens utvecklingen i branschen.
- Peter Docherty, ek.dr: synpunkter på ansatser och uppläggning.
- Merja Krank, ark: litteratursammanfattning om erfarenheter av CAD-användning
- Per Lagheim, ark: undersökning av datorisering inom fastighetsförvaltning och underhåll och eventuella effekter på byggnadsarbetare.
- Charlotte Stalin, Civ ing: Beskrivning av produktionsteknik, automatisering allmänt samt bedömning av automatiseringens utveckling i byggbranschen i Sverige under det närmaste deceniet.
- Torbjörn Stjernberg, doc, ek.dr: synpunkter på ansatser och uppläggning.

Pilotprojekt 1 - CAD

- Lars Ageskog byggn.ing: synpunkter på användning av datorer för att förbättra byggets arbetsmiljön
- Åke Ahlgren, Bygghälsan: synpunkter på projektering och byggets arbetsmiljö
- Agne Helmö, civ.ing, Wikforss visusalisering AB: programmering
- Thomas Larsson civ.ing: synpunkter på användbarheten av CAD för projektering av arbetsmiljö på bygge
- Catharina Lindahl civ.ing: medverkan i idé och uppläggning
- Kurt Löwnertz ark, Wikforss visusalisering AB: medverkan i uppläggning av datorsystemet samt programmering
- Örjan Wikforss ark, Wikforss visusalisering AB: medverkan i uppläggning av datorsystemet

Skyddsplanering i kv.Sigurd, Uppsala:

- Olle Moëll, arbetschef, Diös Bygg AB
- Bertil Lidén, platschef, Diös Bygg AB
- Karl-Erik Sagbrandt, lagbas, Diös Bygg AB
- Tommy Eriksson, Skyddsingenjör, Diös Bygg AB

Pilotprojekt 2- Arbetsskador

Arbetsgrupp:

- Anders Angervall, ansv för utveckling av produktionsstyrningssystemet inom Diös AB
- Tommy Eriksson, Skyddsansvarig för koncernen, senare Diös Östra Bygg AB
- Lars-Gunnar Franzén, personalansvarig, Diös Mellersta Bygg AB
- Lars-Erik Sagbrant, lagbas, MB-ledamot

För programmering har Adedata ansvarat.

Pilotprojekt 3- Datorstöd för byggarbetslaget

- Lars-Erik Andersson, civ.ing: programmering av prototyp för projektets dataprogram.

Ca 50 byggnadsarbetare från 5 avdelningar inom SBAF. Dessa är lagbasar och medlemmar ur deras lag, MB-ledamöter och avdelningsombudsmän.

Från SBAF deltog Ove Bengtsberg och Ingrid Jonsson.

3.6

Resultatets användning

3.6.1

Projektets direkta resultat

Generellt kan man säga att projektet ger tre typer av resultat:

- a. En översikt av kunskapsläget. Detta kan i sin tur användas för att lokalisera problem, dra slutsatser av nuvarande utveckling, välja framtida forskningsområden m.m
- b. Hypoteser om framtida utvecklingsriktningar och eventuella konsekvenser av den pågående utvecklingen. Detta ger möjlighet till handlingsberedskap för framtiden.
- c. Test av utvecklingsidéer. Detta görs i pilotprojektet där utveckling inom vissa, särskilt intressanta, områden kan belysas. Dessa idéer ger anvisningar till vidare utveckling av datorstöd. De områden som har valts i projektet är
 - den fysiska planeringen av byggplatsen,
 - uppföljning av skador, och
 - produktionsstyrning på byggplatsen.

3.6.1

Övriga aktiviteter

Frågor och erfarenheter som har kommit fram under projektets gång har kommit att användas i aktiviteter utanför själva projektarbetet.

Resultat från projektet har använts bl.a i:

- Studiecirkelmateriel om datorisering framtagen av byggnadsarbetareförbundet
- Videofilm om datorisering i byggbranschen framtagen av byggnadsarbetareförbundet och Byggtjänst-Data.

Dessutom har fruktbara diskussioner förts med bl.a:

- Institutet för anläggningsteknik vid Danmarks tekniska högskola där ett liknande projekt pågår
- NBS-arbetsmiljögrupp i samband med ett speciellt, datainriktat seminarium
- VTT i Finland som har många angränsande projekt
- FA-rådet som har startat ett projekt om branschens framtid och förutsättningar för förnyelse

Närmast kommer resultatet att kunna användas vid diskussioner om utbildning för byggnadsarbetare, i en framtidsstudie för branschen som byggnadsarbetareförbundet har startat samt i ett forskningsprojekt om byggstyrning inom MDA-programmet.

Del B

Datoriseringen i byggprocessens olika skeden

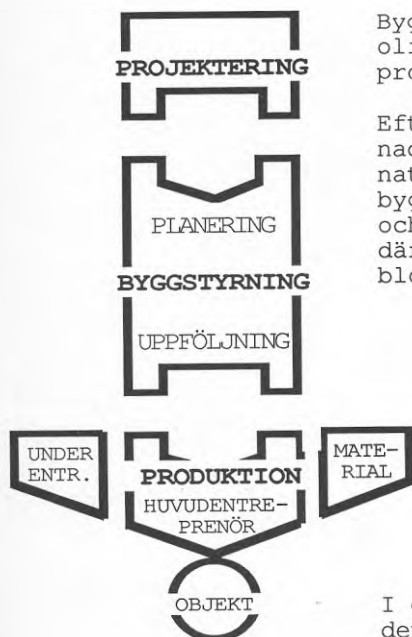
Lägesbeskrivning och utveckling

Ingress

Byggprocessen kan delas in i skeden på många olika sätt. En vanlig indelning är planering/projektering - genomförande - förvaltning.

Eftersom vårt intresse är fokuserat på byggnadsarbetarnas arbetssituation har det varit naturligt att inskränka perspektivet till byggskedet och de skeden som föregår bygget och bestämmer en stor del av förhållandena där. Den skedesindelning som används i detta block innefattar:

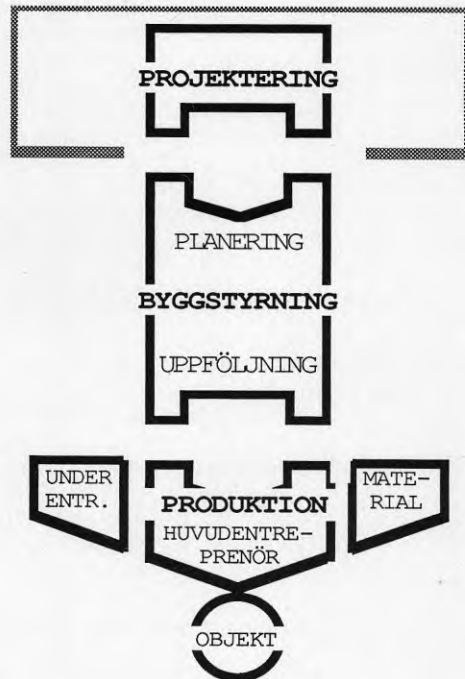
- produktbestämning, dvs projektering (kap 4)
- byggstyrning, dvs produktionsplanering, produktionsstyrning och uppföljning (kap 5)
- byggande, dvs arbetsmetoder och hjälpmedel på byggarbetsplatsen (kap 6 och 7)



I dessa olika kapitel ingår en beskrivning av det datorstöd som finns idag och den utveckling som pågår i form av forskning, nya produkter och de åsikter och avsikter som framförs i debatten. Ett försök till sammanfattning och värdering av datoriseringenens betydelse för branschen görs i kap 8.

Projektering

4.1 En definition



Figur 4:1 **Projekttering - produktbestämningsskedet**

I produktbestämning ingår

- byggherrens egna utredningar med byggnasprogram, ekonomiska bedömningar mm,
- projektering med ritningar och beskrivningar på olika detaljningsnivå

4.1 Produktbestämningen är en process

Att komma fram till hur en byggnad ska vara är ett *nyskapande*. Man brukar säga att varje byggnad är unik. Men det som är mer unikt ändå är själva situationen. Kombinationen av en beställare, projektörer, platsen, tiden, de ekonomiska o.s.v förhål-

landena gör att förutsättningarna för varje byggnad skiljer sig från varje annat tillfälle. (Det hindrar inte att resultatet blir att man bygger ännu en likadan barnstuga eller vårdcentral.)

Att en process är skapande innebär bl.a att lösningen växer fram från helhet till detalj, till skillnad från tillverkningen där de olika komponenterna adderas till en förutbestämd produkt. Lösningen utvecklas i flera varv. En konkret idé leder ofta till att *förutsättningarna* preciseras eller ändras. De *idéer*, *lösningar* och *åsikter* som kommer fram måste beskrivas. Beskrivningen gör man både som en arbetsmetod, för sig själv, och för att kommunicera med andra. Man utvecklar lösningar, *skissar* på principer för planer och konstruktioner; man "*visualiserar*" form och material för sig själv och andra; man *bedömer* utseende, funktion och ekonomi.

Det involverar många människor med olika roller. Dessa människor bidrar med åsikter, krav, beslut. Lagar och normer representerar "samhällets" krav och åsikter. Processen kräver *organisation* och *kommunikation* för att man ska kunna ta hänsyn till alla inblandade och (ändå) åstadkomma en fungerande lösning.

För att kunna driva eller delta i den här processen krävs *kunskap* och *information*. Kunskap om byggandets villkor och ramar, kunskap om teknik, material, konstruktion, kunskap om människor och samarbete och mycket mer. Information om nya (och glömda) fakta: material, adresser, regler.

4.2

Datorernas väg in i byggprocessen

Man kan naturligtvis foga in datorer i den här processen, i enskilda moment eller i större sammanhang.

Utvecklingen av datorstöd för byggbranschen innebär en ömsesidig anpassningsprocess. Byggbranschens fackfolk måste informeras och utbildas på de datorsystem som finns. Datorerna måste utvecklas och förändras enligt de krav som ställs av fackfolk.

Ett problem är att de som använder datorer kommer att kunna ställa krav som är "bättre" formulerade och ligger närmare de nuvarande datorernas möjligheter än de som har funnit datorer oanvändbara. Det innebär att datorernas möjligheter kommer att förstärka bara vissa delar av processen. (Man kan sortera vad som helst som kan matas in i datorn men datorn kommer varken att hjälpa till med eller sakna det som inte går att mata in). Datorsystemens brister kan komma t.o.m att försvåra arbetet i vissa fall. ("Det går inte för det ligger på data")

Införandet av datorer sker stegvis. Det är förknipat med anpassningsproblem: problem med utbildning, problem med kommunikation, problem med att effektiviteten i olika arbetsmoment ändras. Kunskaper i ledning och organisation av själva processen blir osäkra och föråldrade. Utrymmet för misstag och missbedömningar ökar.

4.2.1

Skissande

Skissande är ett sätt att lösa ett problem genom att illustrera olika alternativ och gradvis införa allt fler detaljer och preciseringar. Inom arkitekturen utgörs skisserna av planer, sektioner och enkla perspektiv. Men också kollager och andra illustrationer förekommer, anspelningar med hjälp av en färgskala, ett materialprov, bilder av befintliga miljöer osv. Det datorstöd som ska passa projekteringsprocessen bör stödja arbetets karaktär och förenkla de arbetsuppgifter som ingår.

Själva skapandeprocessen utgör en fråga för grundforskningen: vad består skapandet av, vad främjar skapandet? Där ingår sannolikt inslag av å ena sidan det kända - förkunskaper, förtrogenhet med problemet, förtrogenhet med arbetsverktygen och arbetsmiljön, och å andra sidan det okända - nya impulser och inspiration. Där finns ofta också ett stort mått av personlig utmaning och engagemang, intresse och inlevelse.

Huruvida datorer kan bidra till skapande och hur de i så fall ska utformas är fortfarande ett dabbatämne för yrkesfolk i byggnadsbranschen.

Det är viktigt, som många redan hävdar, att verktygen är "genomskinliga", dvs att de inte skymmer själva arbetet. Störningar som leder till oväntade och ständiga avbrott i tankekedjan hindrar skapandet.

Det är t.ex. svårt att författa vid skrivmaskinen om man är alltför upptagen av att leta efter tangenterna. Med vana, däremot, tänker man bättre vid skrivmaskinen eftersom det går att skriva fortare än för hand och därmed blir inte tankekedjan avbruten. En ordbehandlare gör dessutom arbetet med att rätta och ändra texten mycket lättare och lämnar därmed större del av arbetsdagen till att tänka och formulera.

Har jag däremot bara siffror på mina tangenter är det mycket svårt att författa någon längre text, även om det går att använda ett system där varje bokstav får ett siffervärde. Det skulle tvinga mig att tänka på något helt annat än mitt ämne. Eftersom jag sedan inte lätt kan läsa vad jag har skrivit ställer för stora krav på mitt minne för att jag ska kunna tänka vidare.

Kan datorn skissa?

Forskare i flera länder arbetar med "automatisk design" (Björk, 1986), också i Danmark och Finland. För att klara detta utvecklas teorier om hur människor ställer upp kriterier och villkor, hur man väljer lösningar. Man utvecklar också program där sådana teorier testas. Det finns redan exempel på datorgenererade lösningar: planer av lägenheter, möblering av kontorslandskap.

Problemet görs till ett rent matematiskt optimeringsproblem. Principen är att bryta ut de delar ur problemlösningen som kan definieras för att få olika lösningar belysta. Till slut återstår ändå människans bedömning och sammanvägning.

4.2.2

Visualisering 1 - planer och sektioner

Konventionell ritning

Konventionell ritning innebär att man ritar olika snitt genom den tänkta byggnaden. I projekteringsmetodiken ingår att man delar upp informationer på ett hanterligt antal ritningar. Man väljer också att sortera information på ett så praktiskt sätt såom möjligt. I manuell ritning innebär det att *olika personer ritar på olika papper.*

Problemet är att det finns en viss information, t.ex om stommen, som många behöver ha tillgång till. Ändringar måste förmedlas till alla inblandade så att dessa kan införa dem i sina egna ritningar.

Over-lay

I och med utvecklingen av kopieringstekniken har man kunnat utveckla projekteringsmetoden ett steg. Ritningar kan samkopieras, man behöver alltså inte rita in grundinformationen på varje ritning. Over-lay-tekniken innebär att t.ex stommen ritas på ett original som kopieras och distribueras till alla inblandade. Installationer, inredning mm ritas på var sitt original. *Ritningens innehåll bestäms mer efter mottagarens behov.* Beslutet om vad som ska finnas på kopian tas i princip inför kopieringen.

Begränsningen för det här systemet är främst teknisk. Det går inte att lysa igenom hur tjocka buntar som helst och att klara passningen mellan många original.

CAD

De flesta CAD-system bygger i princip på overlay-teknikens grundtanke - separering av information. Men här är antalet lager obegränsat. Det olika

lagren kan användas för en förfinad organisation av projekteringen. Man kan därmed *organisera informationen på ett nytt sätt* t.ex i:

- olika material, produkter mm
- olika ansvarsområden mellan projektörer, entreprenader mm
- text och andra anmärkningar från byggdelar
- olika våningsplan och andra sektioner

Detta senare innebär att man inte ritar i 3-D. I en 3-D "ritning" kommer de olika punkterna att ha värden i både längd, bredd och höjd. Det finns alltså inga "planritningar" i detta fall. En plan blir istället ett snitt genom modellen. 3-D används sällan i projektering.

Lagertekniken är grunden till den vidare bearbetningen av informationen.

All information lagras i ett koordinatsystem. Det innebär att datorn kan beräkna avstånd mellan olika punkter. Detta är grunden till automatiserad måttställning och beräkning av ytor och volymer.

Men CAD har även andra egenskaper. Det kan t.ex användas som klippark eller mallar. Återkommande detaljer, speciellt färdiga byggvaror, kan läggas in i bibliotek och kopieras in på ritningen. Dessa detaljer har en identitet (namn och /eller nr). Det innebär att programmet "känner igen" dem. De kan därför räknas och sorterar i listor. Det ger underlag för mängdberäkningar och inköpslistor.

Biblioteken brukar utvecklas för olika typer av projektörer: arkitektsymboler, armeringsdetaljer, VVS-symboler, inredningsbibliotek mm.

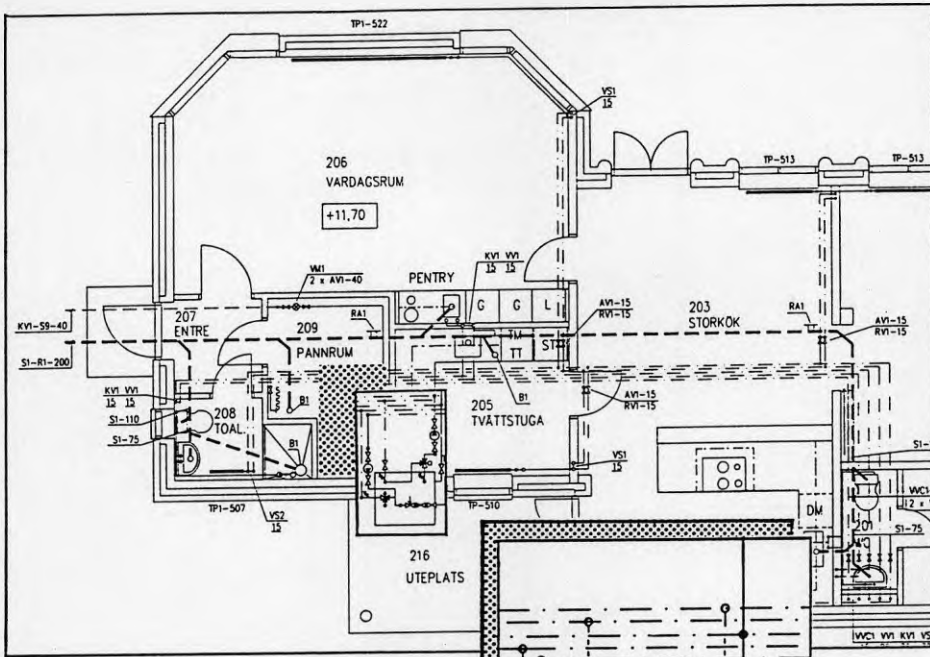
Datorn har ytterligare en möjlighet att lagra information: databasen. Det innebär att man bygger kopplingar mellan olika uppgifter. T.ex kan namn - adress - telefonnummer lagras som tre kopplade enheter. Frågor kan ställas till "namnupplysningen" eller "nummerupplysningen" i samma databas.

The CAD menu is organized into several functional groups:

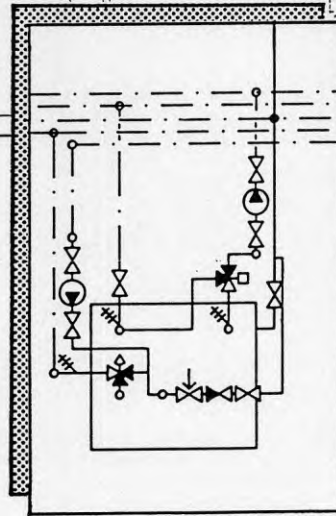
- Basic Tools:**
 - cirkel:** Circle drawing tools.
 - block:** Block creation and editing (spara, skapa, attrib, red., symbol, skapa, visa).
 - skikt:** Layer management (skapa, rita, skikt, på, av).
 - andra allm.:** General editing tools.
- Text and Alignment:**
 - text:** Text entry and alignment tools.
 - flytta kop. rep. allm.:** Move, copy, and repeat tools.
 - justera:** Alignment and justification tools.
- Navigation and Editing:**
 - linje:** Line drawing tools.
 - zoom:** Zooming and panning (vy, pan).
 - radera:** Erasing tools.
 - annullera:** Undo and redo tools.
- Object Creation and Properties:**
 - av/på:** Visibility and layer control (111,222, steg, text).
 - sätt:** Style and fill settings (steg, steg x/y, släpa, mm/in, text).
 - info:** Information panel (ID, skikt, status, hjälp!).
 - ritning:** Drawing environment settings (ut, in, fil, system, regen, namn).
- Architectural Elements:**
 - vägg:** Wall drawing tools.
 - stomme:** Structural frame tools.
 - trapp:** Staircase drawing tools.
 - hiss:** Elevator drawing tools.
 - dörr:** Door drawing tools.
 - fönster:** Window drawing tools.
 - skåp:** Cabinet drawing tools.
 - kök:** Kitchen fixture drawing tools.
 - bad:** Bathroom fixture drawing tools.
 - tvätt:** Washing machine drawing tools.
 - bostad:** Residential building drawing tools.
 - kontor:** Office furniture drawing tools.
 - belysn.:** Lighting fixture drawing tools.

Fig 4:2

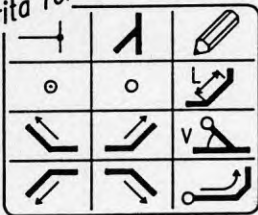
CAD-meny - ArCad



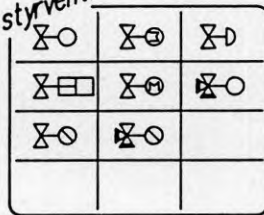
Här har VVS-projektören erhållit en A-ritning som underlag för sitt arbete. På bilden t h visas en del av det ritningsarbete som utförts av VVS-projektören, vilket ligger i speciella skikt endast avsedda för VVS-installationer. Själva A-ritningen ligger "skyddad" och kan inte ändras av någon annan än arkitekten.



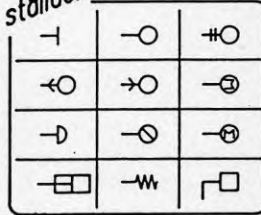
rita rör

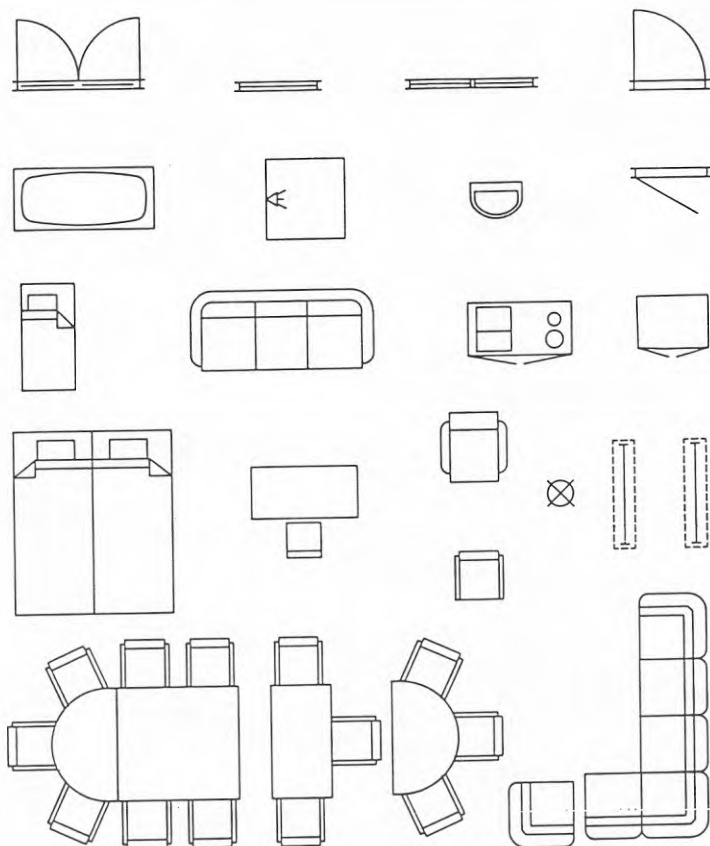


styrvent.

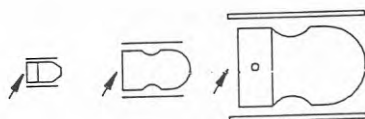


ställdon





Ett urval symboler som ingår i ArCad. Nya symboler kan enkelt läggas till grundbiblioteket. Dessutom kan symbolerna ges en egen speciell grafisk form.



Symbolerna finns i skala 1:50, 1:100 och 1:200. Symbolernas detaljering varierar med skalan. Den lilla pilen markerar symbolernas insättningspunkt.

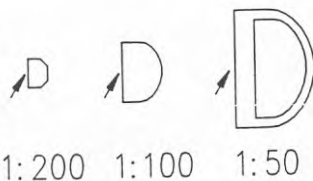


Fig 4:4

Exempel på bibliotek ArCad

4.2.3

Visualisering 2 - miljöbilder**Konstruerade perspektiv**

En perspektivritning är det vanligaste sättet att ge en upplevelse av en blivande miljö. Bilden konstrueras med hjälp av perspektivregler. Utgångspunkten är den tänkta betraktarens position och blickriktning. Att konstruera perspektiv är ganska tidskrävande. Arkitekter brukar utveckla förmågan att rita upp perspektiv mer eller mindre på fri hand, dvs utan att egentligen konstruera fram de olika syftningspunkterna.

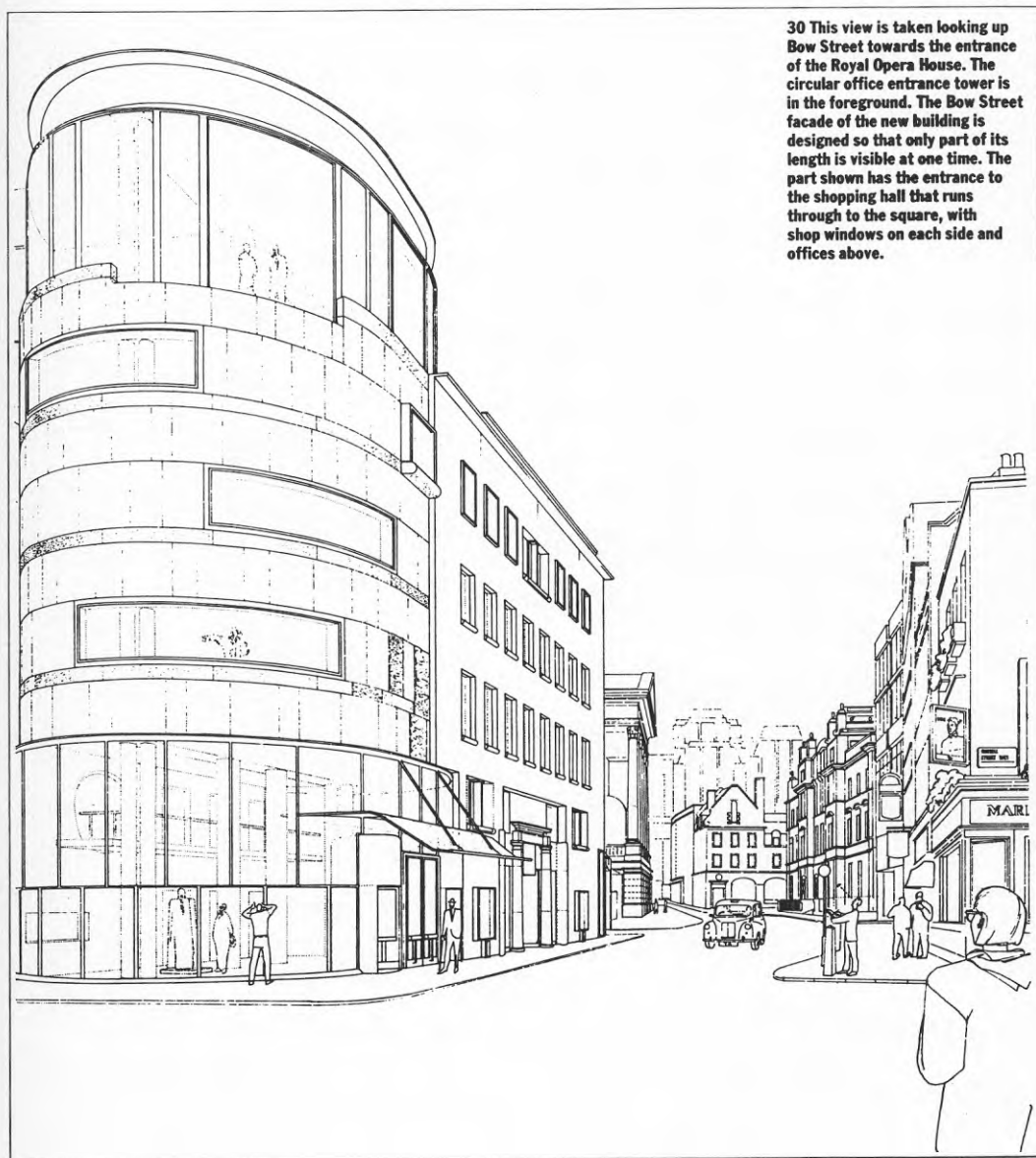
För att förenkla arbetet finns det hjälpblad med färdiga "koordinater" för några vanliga betraktningssvinklar. Dessa används dock vanligtvis vid presentation av produkter och mindre i arkitektur.

Att konstruera ett perspektiv är i grunden ett matematiskt problem. Datorer lämpar sig utmärkt för sådana beräkningar. Det är dock ganska krävande operationer även för datorn. De enklaste perspektiven visar alla konstruerade linjer. Sådana bilder blir snabbt fyllda av streck och mycket svårtolkade. Att göra ytterligare beräkningar och ta bort skymda linjer, utgör nästa steg. Det ger en mer naturtrogen bild.

Konstruktion av perspektiv i datorn kräver någon typ av mått i tre dimensioner. I ett "äkta" 3-D-system hämtar datorn själv höjderna ur ritningen. I 2-D system måste projektören definiera höjderna i perspektivbilden. Dvs att varje föremål i bilden måste definieras och kompletteras.

Man måste komma ihåg att ett perspektiv är inte detsamma som människans upplevelse. Perspektiv konstrueras med en, två eller tre punkter. Människans syn har alltid tre punkter. Dessutom har människan ett centralt område där bilden är skarp men också ett yttre område där den oskarpa bilden utgör ett stöd för rumsupplevelsen. Perspektivet konstrueras från en punkt medan vi har två ögon och därmed ytterligare ett sätt att uppleva djup och avstånd. Perspektivet är stillastående medan vår uppfattning om miljön bygger på en serie bilder. Vad vi har sett förut fogas till den syn vi har framför oss. Perspektivet är en synbild medan vår rumsuppfattning och orientering bygget också på andra sinnen, t.ex ljud. Det är inte säkert att ett rätt konstruerat perspektiv ger den bästa upplevelsen av miljön.

Som teknisk illustration och beskrivning av konstruktionen är dock ett riktigt beräknat perspektiv värdefullt.



Figur 4:5

Datorkonstruerat perspektiv

Det nya/ombyggda Operahuset vid Covent Garden,
London. Arkitekter: Jeremy Dixon & BDP
CAD-system: ACROPOLIS

Datorer kan bidra till att fler perspektiv tas fram. Dessa kan t.ex visa fler blickpunkter och de kan korrigeras och anpassas till de senaste ändringarna.

Hittills har presentationstekniken använts i första hand för att "sälja" projektet, som illustration riktat till beslutsfattaren: byggherren, hyresgästerna mm. De har utnyttjats i mindre grad som information i byggproduktionen.

Fotografier, fotomontage

Ett annat sätt att beskriva blivande miljöer är att på olika sätt kombinera perspektiv med fotografier av den befintliga omgivningen. Det finns numera datorprogram som kan tolka in ett fotografi i ett koordinatsystem, vilket öppnar stora möjligheter för framtiden.

Rörelse

Rörelse i presentationen är ett annat intressant moment. Det kan åstadkommas genom en serie bilder i mer eller mindre snabb och sammanhängande följd: diabildserier, videomontage, perspektivserier.

Datorer kan, ur en modell konstruera fram serier av bilder som t.ex efterliknar en promenad runt och genom det blivande huset.

Med videoteknik kan bilder av levande människor monteras in i modeller av tänkta hus för att ge ett mer naturtroget intryck.

Rymdmodeller

Riktiga 3-dimensionella beskrivningar av projekt utgörs normalt av "modeller", dvs små hus i papp, trä, gips eller dylikt. Det är ett illustrativt presentationssätt som ger bra överblick över ett projekt. Det brukar dock inte anses kunna ge en riktig upplevelse av verkligheten.

Ett sätt att på konstgjord väg konstruera en tredimensionell bild av en miljö är hollogram. Detta utgör ännu en alltför dyr teknik för att användas i större skala.

4.3

Bedömning av lösningen

Förutsättningar och lösningar uttrycks i någon form av dokument: program, mötesprotokoll, ritningar, beskrivningar modeller. Det är alltså frågan om fysiska produkter. Allt detta kan, i princip, lika väl finnas i datorns minne som på papper. Det kan i många fall vara bättre. Och tekniken utvecklas.

Förutom det som normalt uttrycks i de dokument som beskriver förutsättningarna och lösningarna finns en stor mängd underförstådd kunskap. Så länge dokumenten ska tolkas och bedömas av människor kan de utformas på samma sätt som motsvarande "manuella" dokument. Men ska informationen behandlas automatiskt i dator ändras kraven på dokumentationen på ett genomgripande sätt.

Man kan säga att datorstödet idag är framme vid "automatiska analyser". Dvs att man med hjälp av dator kan beskriva olika egenskaper hos lösningarna. Några av de områden som är längst utvecklade är:

- Samordning av ritningar, kollisioner mellan byggdelar.
- Geometriska analyser: sikt, utrymme, räckvidd.
- Funktionsbedömningar
- Kostnader

Det är viktigt att påpeka här att bedömningen av en lösning är en sammanvägning av många faktorer. En viktig fråga är vem som gör bedömningen. En annan är vad man är beredd att göra för att undvika de problem som man kan förutse. Att man utvecklat datorstöd för att beskriva vissa aspekter kommer inte att ta bort behovet att lösa problemen. Det kan förhoppningsvis bli lättare att upptäcka saker som man inte hade gjort annars.

4.3.1

Samordning av ritningar

Datormodeller av byggnader (CAD-ritningar) bygger på att alla detaljer ingår i samma koordinatsystem. Det är därför i princip möjligt att kontrollera automatiskt om flera detaljer finns i samma läge.

Ett sådant automatiskt system kräver dock att projekteringen görs på ett annat sätt: i 3 D och med "modeller" av verkliga byggdelar. För när CAD-projekteringen fortfarande till stor del en datoriserad uppritning av symboler.

Trots det ger CAD en bättre möjlighet att samordna ritningar och upptäcka kollisioner än pappersritningar. Det förutsätter att alla konsulter arbetar på CAD (vilket ännu är ett önsketänkande) och att alla har tillgång till samma underlag. Var och en har då möjlighet att lättare upptäcka problem redan under projekteringen.

De mest aktuella tillämpningen är inom installationsområdet. Ventilation och andra installationer

har ökat kraftigt i volym de senaste årtionderna. Det innebär en ständig fara att arkitekter och konstruktörer undervärderar utrymmesbehovet för installationer. Övriga överraskningar i ett sent skede innebär att byggnaden blir "ful": arkitekten måste förändra husets eller rummets tidigare välvalda proportioner, trummor och utbyggnader sticker ut. Det innebär också att det uppstår irritation och störningar under projekteringen m.m. En tidig och kontinuerlig samordning med hjälp av CAD kan vara ett sätt att överbrygga detta problem (i grunden en utbildnings- och kommunikationsfråga)

Det mest kända försöket att systematiskt följa upp detta är projekteringen av polishuset i Bollnäs.

4.3.2

Funktionsbedömningar:

- datormänniskan mäter utrymme, räckvidd, sikt och belastning

Det finns ett flertal "människomodeller" på dator. De är utvecklade som ett hjälpmedel att dimensionera (eller kontrollera) miljöer och arbetsplatser redan på ritningsstadiet.

Modellerna bygger på statistik över kroppsmått. De olika programmen har mer eller mindre sofistikerade modeller. De viktigaste egenskaperna är:

- 2D eller 3D
- antalet böjliga leder, från helt fasta ställningar till ett tiotal rörliga kroppsdelar
- möjlighet att ändra modellens storlek, dels hela kroppen och dels att variera proportionerna mellan olika kroppsdelar
- geometriska funktioner: modellens sikt, räckvidd, kollision med omgivande byggnadsdelar.
- beräkning av fysisk belastning. Utifrån kroppsställning, kraftriktning och bördans tyngd kan belastningen, t.ex i ländryggen, beräknas.

Ju mer sofistikerade modellerna är desto större krav ställer de på datorns kapacitet. En rörlig 3D modell kan ofta vara alltför långsam att arbeta med i praktiken. Det är därför viktigt att välja de viktigaste bedömningsgrunderna i varje situation.

Modellerna används mest för att studera enstaka, relativt fasta arbetssituationer. Exempel på användningsområden kan vara utformning/ bedömning av förarmiljö (flyg, byggkran), disk för biljettförsäljning (tågexpedition), montering av detaljer i bilens bagageutrymme (bilindustri), arbetsplats för förtillverkning av fasadelement (byggverkstad).

4.4

**Kommunikationen i projekteringen:
innehåll och form**

Den synliga delen av produktbeskrivningen utgörs av olika dokument: ritningar, beskrivningar, kontrakt, protokoll m m. Olika typer av dokument har utvecklats stegvis för att passa byggprocessen. Dessa har utvecklats med utgångspunkten att det är frågan om pappersdokument.

Nya tekniker påverkar dock arbetssättet. Utvecklingen av kopieringen innebär att "original" görs genomskinliga och färgläggs inte. Spridningen av mindre kopiatorer främjar mindre ritningsformat. Möjligheten till torr kopiering minskar behoven av genomskinliga original. Utvecklingen av färgkopiering kommer säkert att öka användningen av färg på original.

Även kommunikationsmönstren kan påverkas. Telex, teletex och telefax underlättar kontakter under arbetets gång genom att man spar resor och arbetstid.

4.4.1

Information i dataåldern

Informationen i byggandet kan delas upp i två stora områden: den som är knuten till projektet och den oberoende av enskilda projekt.

I projektet

Införandet av datorer i byggprocessen har lett till att man har ifrågasatt det gängse informationsflödet. Kan den nya tekniken öppna vägen för nya, mer ändamålsenliga kommunikationsmönster?

En sammanfattning av den pågående utvecklingen i Norden har gjorts av de olika byggforskningsråden gemensamt inom ramen för NBS-Data (Björk, 1986). Slutsatsen av NBS-studien blir att utvecklingen befinner sig på forskningsstadiet. En stor studie av informationsflödena pågår i Finland (RATAS).

Redan nu har dock en del frågor behövt lösas. Det är *organisatoriska och juridiska* frågor: vem förfogar över den gemensamma informationen, vem ansvarar för att uppgifterna är riktiga och uppdaterade, hur ska kommunikationen mellan konsulterna ske? Vem får rätta och ändra? Vad är "original"?

Det är *tekniska* frågor: alla arbetar med likadana datorer och program? Arbetar alla mot samma dator eller ska information överföras via disketter eller telenätet?

Branschgemensam information

Den branschövergripande informationen måste innehålla sådant som ett enskilt företag svårigen kan administrera själv. Man bör kunna skilja på nyheter och äldre information. Man bör ha ett söksystem som gör att var och en får fram den sökta informationen - och helst inte mer. Bedömning av irrelevant information är en oerhörd tidskrävande och demoraliserande sysselsättning.

Informationen kan utföras av en förmedlingstjänst och innehålla tips för olika parter att kunna hitta varandra: projektörer och entreprenörer ska kunna hitta produkter och produktionshjälpmedel, hyresvärdar och hyresgäster ska kunna hitta varandra, man ska kunna hitta kurser och annan utbildning osv. Men ett informationssystem ska också kunna ge oberoende information, om lagar och regler, om konsekvenser och erfarenheter.

Normalt sker informationsförmedlingen i form av informationsblad, annonser, artiklar, kurser, böcker. Datoriseringen kan komma att komplettera eller ersätta delar av informationssystemet. Det är troligt att ökad information kan komma att leda till ökande efterfrågan på information.

Lagar och regler: ASS håller på att undersöka möjligheterna av att utveckla en intern databas för den egna informationen. Stora pengar satsas på denna utveckling som sker parallellt med andra branscher. I Sverige arbetar Byggtjänst-Data parallellt med ett informationssystem över Videotex.

Standard:

Byggtjänst data planerar att bygga upp symbolbibliotek för CAD-system i likhet med engelska system)

AMA-texter finns som prenumeration eller för inköp.

Produkter:

Det befintliga produktregistret finns tillgängligt på data med olika sökmöjligheter. (Även över videotex)

Litteratur:

Byggdok är ett av de äldre svenska litteraturdatabaserna i branschen och finns tillgängligt på data.

Miljöbanken - verkstadsbranschens miljöbibliotek är tillgängligt på data.

Aramis - Arbetarskyddsstyrelsen och naturvårdsverket har skapat en databas för arbetsliv, arbetsmiljö och naturskydd.

4.4.2

Kunskapssystem, expertsystem

Gränsen mellan kunskap och information är flytande. Kunskap, yrkeskunskap, består till en del av relevant och aktuell information.

Inom datorutvecklingen finns en gren som sysslar med kunskap, kunskapsbildning och kunskapsanvändning. Det är den s k AI-forskningen eller "artificiell intelligens".

En speciell tillämpning av kunskapsforskningen är de s k *expertsystem* eller kunskapssystemen. Det innebär att informationen ges i en sådan form att den är anpassad till användarens situation. Användarens uppgift blir att beskriva sin situation på ett sätt som stämmer med expertsystemets kriterier. Istället för att sätta sig in i hur problemområdet ser ut.

Expertsystemet ska hjälpa till t ex genom att ställa en serie frågor eller ge lämpliga valmöjligheter. Systemet ska sedan kunna avge ett svar baserat på en logisk koppling. Men det ska också kunna ge mer information och redovisa vägen till det svar som ges. Kunskapsmassan ska kunna kompletteras och rättas till vid behov.

Jag vill t ex veta om jag måste sätta in hiss i mitt hus. Jag kan förfara på två sätt: jag kan läsa mig till i vilka situationer det krävs hiss och sedan jämföra med mitt hus. Eller så kan jag vända mig till ett expertsystem. Det kommer att fråga mig: "hur högt är huset?", "Bor det någon handikappad person där?" osv. Resultatet blir ett uttalande om det ska vara hiss eller ej. (En "riktig" expert skulle kanske ha gett samma resultat men också ställt frågan: "Vill du ha hiss eller ej? - Gör så i så fall.")

Utveckling pågår främst när det gäller att översätta regler till användarvänliga system. Ett exempel är ett finskt system för brandbestämmelser. Andra tillämpningar är andra byggregler, lånebestämmelser och metoder för att undvika röttskador i trä. (Björk, 1986)

4.5

Vad kan man förvänta sig för effekter?

4.5.1

Användningssätt

Datorer används i första hand som verktyg som ersätter andra hjälpmedel: papper och penna, linjal och passare, skrivmaskin och räknedosa, kopierings-

maskin, telefon, post och kopieringsbud, kartotek och uppslagsbok. Man kan ofta, efter någon träning, arbeta snabbare med hjälp av datorer än med motsvarande "manuella" hjälpmedel.

Men datorerna ger också möjlighet att *automatiskt kombinera arbetsmoment* som man förut bara kunde göra manuellt. T ex kan datorn sortera en namnlista i bokstavsordning. Man behöver därför inte först ha alla namn för att kunna få listan i ordning, inte heller behöver man ha de olika begynnelsebokstäverna på olika sidor som i ett manuellt system.

Men här finns problem. För att kunna utnyttja datorn på detta sätt krävs att man kan i förväg bestämma hur olika uppgifter kommer att sorteras. Datorn kan sortera namnlistan på begynnelsebokstaven eftersom alfabetets ordning finns i datorns minne men den kan inte av "sig själv" sortera listan efter kön eller efter var personerna bor. Jag måste i så fall lägga till sådana uppgifter, och datorn måste programmeras för att sortera efter flera, förinställda eller valfria principer.

Den tekniska utvecklingen på datorområdet har gjort att det är möjligt att låta användaren bestämma allt mer av detaljfunktionerna. Man kan anpassa programmet från början men också lägga till eller ändra i efterhand. Programmen säljs som "skal" med vissa möjligheter (och begränsningar). Det innebär att arbetet vid datorer vara smidigare och mer *anpassat till uppgiften och personen*. "Datorstött" i stället för "datorstyrt".

Det löser dock inte problemet om man ska använda datorer i samarbete med andra. Som inköpare har jag kanske nytta av att skriva ut min snickerilista efter leverantörer medan snickaren vill ha den uppställd efter lägenheter. Antingen får en part bestämma: projektören som gör listan först, beställaren som betalar arbetet, datafirman som har gjort programmet. Eller också krävs någon form av överenskommelse: listan kan överföras efter någon minsta gemensamma nämnare, t.ex bokstavsordning, och sorteras olika av de olika användarna. Eller så kan man lägga in all information från början i form av en överenskommen kod som anger, t ex varutyp, lägenhetsnummer och leveransdatum.

4.5.2

Branschstandard

Utvecklingen på det här området i byggbranschen innebär att man försöker utveckla en branschstandard, en minsta gemensamma nämnare som samtidigt är så detaljerad som det är praktiskt möjligt. Om det krävs 8 siffror för att definiera en byggdel så att det tillfredsställer alla parter bestämmer man en gemensam princip för t ex de 4 första och lämnar ytterligare 4 tomma platser i koden att användas av

det enskilda företaget på ett valfritt sätt.

Man kan påstå att datorutvecklingen har lett till ett *ökat intresse för och behov av systematik*. Ofullkomligheter kan inte tolereras på samma sätt som i det manuella systemet eftersom datorn kan inte göra bedömningar och klara avvikelser. Arbetet med att utveckla, förbättra, komma överens och informera om sorteringsprinciperna och kodernas uppbyggnad har blivit vuxit.

För att klara kommunikationen över mellan projektörer måste rutiner och kommunikationssystem byggas upp. Det är ett kostsamt arbete som kan komma att missgynna kombinationer av konsulter med datorsystem som inte stämmer överens. Och framför allt gynna utvecklingen av *ett dominerande datorfabrikat*. (En hel del kan dock överbryggas genom utveckling av kommunikationsprogram mellan olika märken.)

4.5.3

Förändring av arbetets inriktning

Datorutveckling innebär en stor investering. Det första problemet gäller lönsamheten. Kan man sänka kostnaderna så att investeringen betalar sig? Det är tveksamt om det går att motivera användning av CAD genom att spara in på ritningsarbetet. Kan man öka intäkterna? Den stora kostnadssänkningen förväntas bestå i en bättre förberedd byggprocess. Det är alltså inte i första hand projekteringen som blir billigare. Däremot finns det möjlighet att uppritningen görs snabbare, tidplanen kortare. Det finns också möjlighet att projektera mer - *information som sedan kan användas i produktionsfasen*. (Philipsson Construction)

Det andra problemet gäller likviditeten. Projektörer är oftast små företag som har litet kapital och arbetar nästan uteslutande "på order". Konsultens opartiskhet kräver att man inte är bunden till någon entreprenör, materialtillverkare o dyl. Självfallet kan man inte heller sälja egna produkter. Möjligheterna att investera i eget utvecklingsarbete är små. Det innebär att det blir svårare att utveckla projektörsspecifika hjälpmedel. Alternativt måste dessa ge mycket stora fördelar när det gäller det skapande arbetet.

4.6

Vad bör man utveckla?

1 Byggnadspassade handlingar

Med byggnadspassade handlingar menas här att handlingarna ska underlätta planering, beslut och uppföljning på bygget - inte i första hand kalkylering och upphandling. Inte så att det skulle råda

TräRit

Programbeskrivning

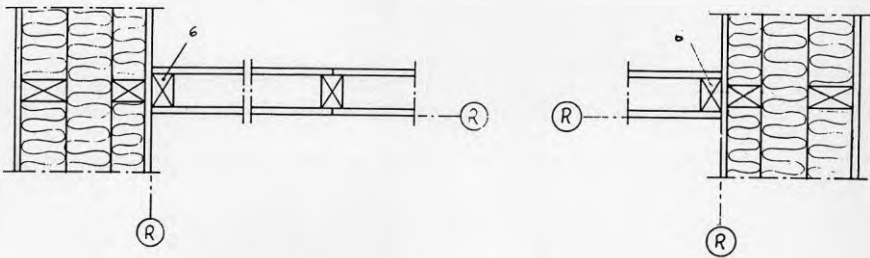
Datum
1984-09-28Utgåva
1.1

Fig 12.8 Innervägg till yttervägg, IY1A resp IY1B.

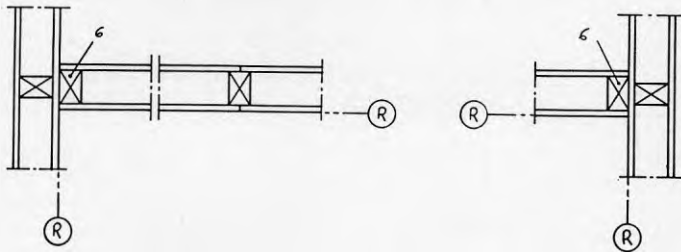


Fig 12.9 Innervägg till innervägg, II1A resp II1B.

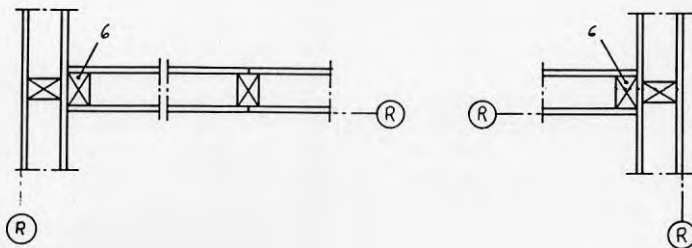


Fig 12.10 Innervägg till innervägg, II2A resp II2B.

Fig 4:6

Konstruktionsritningar: detaljer för vägganslutningar. Ur Trä-Rit, ett datorsystem för trähusprojektering.

någon motsägning mellan dessa led. Bygget ställer ytterligare andra krav på handlingarna än kalkylskedet. - Handlingar för olika yrkesområden anpassade i skala, utsnitt och typ av information. T.ex rum- sritningar i 1:20 för snickaren och trapphusritningar i 1:50 för elinstallatören.

- Konstruktionsskisser

Bättre redovisning av konstruktioner i form av 3-D eller sprängskisser.

Arbetshandlingar för icke kvarstående konstruktioner som stagningar, formsättning m m skulle kunna utföras på CAD med hjälp av specialmenyer.

- Mängder i enlighet med ackordsunderlaget

Mängdningen av arbetet bygger på delvis andra enheter än konstruktionshandlingar i gemen. Ritningarna bör kunna byggas upp, eller lätt omvandlas till sådana enheter.

Specialanpassade mängdförteckningar för lagets förhandlingar skulle kunna tas fram.

2 CAD för projektering av byggets arbetsmiljö

"Projekteringsregler" - ge en sammanställning över de regler som gäller för projekteringen av arbetsmiljön för byggnadsarbetare (och reparatörer, fastighetsskötare m fl)

"Byggplatsregler för projektören" - ge en överblick över de arbetsmiljöregler som gäller byggplatsen samt ett urval av de förhållanden vilka kan påverkas av projektören

"Åtgärdsmodell" - översätta regler till datorstödda rutiner för projektering (symboler, kommandon)

"Kommunikationsmodell" för att underlätta samordningen mellan projektörer genom att skapa en gemensam arbetsmiljöredovisning (rutiner för redovisning, ansvarsfördelning m m)

"Redovisningsmodell" för de ritningar som kan ligga till grund för samarbetet mellan projektör och entreprenör när det gäller arbetsmiljön

3 CAD för arbetsplatsplanering

CAD-systemet ska stödja en bättre och snabbare planering av arbetsplatsen. Planeringen ska kunna följas upp och justeras på plats. CAD-systemet kan alltså inte vara endast till för att överföra arbetsbeskrivningar till bygget utan i första hand

EQUIPMENT SELECTION MENU

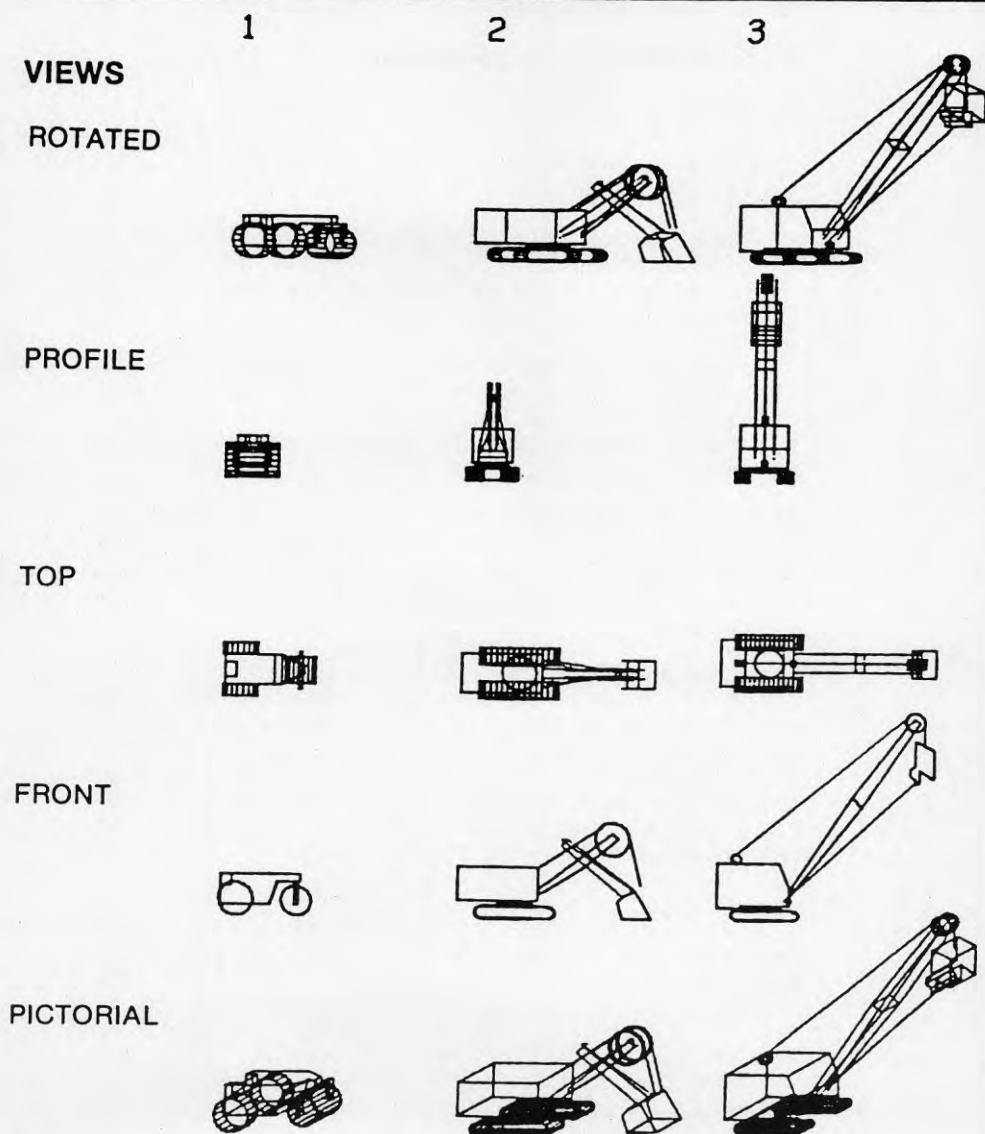


Fig 4:7

Arbetsplatsplanering: Byggmaskiner, bibliotek för planering av byggarbetsplatsen. Maskinerna kan roteras och programmet hjälper till att beräkna de mest fördelaktiga rörelsemönstren inom arbetsplatsen. Utvecklingsprojekt av Parviz F. Rad vid MAIN - USA. Källa: Cost Engineering vol 24/aug 1982

ett hjälpmedel på bygget att planera, anpassa och dokumentera de lösningar som har genomförts. (Underlag till relationsritningar?)

Några moment som kan vara intressanta är:

Arbetsplatsdisposition med

- Byggnader: bodar, kontor, verkstäder
- Teknisk försörjning: tillfällig el, tillfälligt vatten och avlopp, tillfällig tryckluft
- Materialtransporter med kranplacering och kranbanor, hissar, tillfälliga vägar för truckar, bilar m m, lager och upplag för material, sopcontainer

Arbetsplanering med hjälp av CAD kräver att produktionsunderlaget byggs upp med koppling till projekteringen. Detta ställer speciella krav på CAD-systemets uppbyggnad och funktioner. Några punkter kan vara:

Underlaget bör kunna vara både ritningar på papper/plast-original och tape, disk eller telekommunikation (CAD). Utvecklingen av scanners och automatiska mängdavgivningssystem är viktiga i detta sammanhang.

Inmatning av nya uppgifter för bygget bör vara både snabb och exakt. Det bör ske i grafik och databas i ett sammanhang. Mängder bör matas in och "bokföras" som "grafiska objekt" som i sin tur kan sammanföras till "klasser". Grafik och databas ska kunna ges parallella beteckningar för att objekt och respektive databas ska kunna bearbetas i samma operation tex genom att båda är tillgängliga på skärmen samtidigt.

Klassningen av aktiviteterna måste vara branschgemensam för att underlätta koppling till externa databaser, till t ex prislistor, tidlistor, detaljlistor, monteringsanvisningar, skyddsföreskrifter.

För produktionsplaneringen kan man ha hjälp av program för beräkning och redovisning av gjutformar, ställningar, skyddsräcken, håltäckning.

Gruppering av aktiviteter ska kunna ske i valfria "husdelar", t ex rum, lägenheter, trapphus, våningsplan, ytor med samma hyresgäst eller låneform, byggnad yrkesgrupp, upphandling osv. Omgruppering i andra husdelar behövs för t ex alternativa kalkyler, ändrad etappindelning.

Några funktioner som kan vara intressanta är:

- Simulering i siffror och diagram av alternativa uppläggningar med avseende på arbetskraft, material, UE m m.
- Grafisk redovisning av byggdelar etappvis (2-D eller 3-D)
- Grafisk redovisning byggets utseende i olika etapper (3-D)
- Grafisk redovisning av materialflöden och materiallager

Uppföljning och justering kräver att omsorteringar, justeringar och sammanställningar i det produktionsunderlaget kan göras på plats.

Redovisningen ska ge möjligheter till uppföljning och planering av bygget genom att följande kan tas fram:

- "avverkade" (t ex kalkylerade, upphandlade, levererade, byggda) objekt markerade i grafiken
- uppföljning av faktiskt förbrukad arbetstid, material och kostnader i förhållande till budget. Fördelat på planerade åtgärder, extra arbeten, m m

5 Byggstyrning

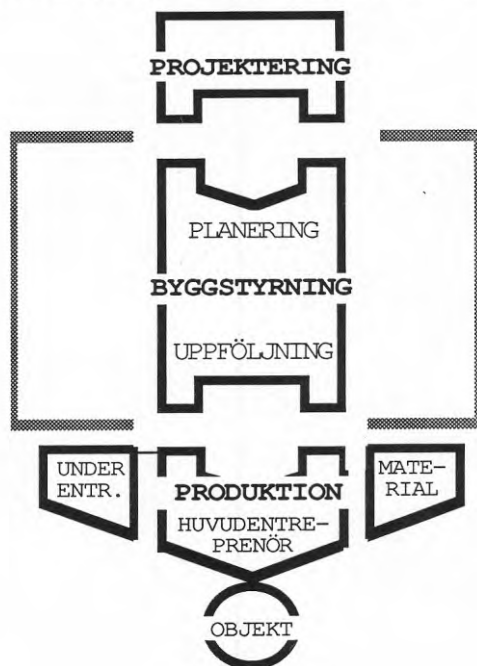
Datorer i byggstyrningen

5.1 Byggstyrning - en definition

$$\begin{array}{l}
 5.1.1 \quad \text{Produktionsplanering} + \\
 \text{Produktionsstyrning} + \\
 \text{Uppföljning} \\
 \hline
 = \text{Byggstyrning}
 \end{array}$$

Produktionsplanering

Produktionsplaneringen i byggbranschen motsvarar "beredningen" i andra industrigrenar. Planeringen sker stegvis så att detaljeringsnivån ökar allt eftersom projektet framskrider. Praktiska avvägningar avgör hur mycket som är rimligt att bestämma i förväg. Ju mer man planerar desto smidigare kan genomförandet bli. Samtidigt ökar risken för att det blir problem om det sker ändringar under byggtiden. En del av planeringen lämnas därför kvar till omedelbart innan momentet ska genomföras på bygget.



Figur 5:1

Byggstyrningens plats i byggprocessen

Kan man undvika ändringar i ett sent skede är blir det lättare att säkert förutsäga resursåtgång, resultat och kostnader. Kan man hantera ändringar på ett smidigt sätt blir det, å andra sidan, möjligt att tillfredsställa beställarens önskemål i ett sent skede (eller starta bygget tidigare).

Enligt SBUF (byggbranschens utvecklingsfond) är "planeringsnivån" i byggbranschen för låg. Det innebär att planeringen av byggen inte görs tillräckligt detaljerat. Allt för mycket lämnas till sena avgöranden på byggplatsen. Med hjälp av datorer borde man kunna göra en mer detaljerad planering - utan att förlora i flexibilitet.

Varje företag har sina egna rutiner för hur man planerar byggprojekten. Skilnaderna beror på företgets storlek, entreprenadformen, typ av objekt, projektets storlek osv.

Planeringen försöker svara på frågorna vad, hur och när: vilka resurser behövs, hur ska de kombineras och när ska de sättas in.

Man arbetar med resurser och tider som redovisas i form av mängder, aktiviteter och tidplaner.

Produktionsstyrning

Produktionsstyrningen innebär att se till att planen blir genomförd och att eventuella störningar och risker för störningar uppmärksammas och undanröjs. Men också att olösta detaljer i planen reds ut och kanske kanske att möjligheter till förbättringar under arbetets gång tas till vara.

Arbetsledningen på plats har ansvaret för produktionsstyrningen. För att styra måste man ha (eller själv göra) en plan. Planen måste ha rätt detaljeringsnivå för att alla inblandade ska kunna få tillräckliga direktiv om vad som förväntas av dem. Vanligtvis ingår det i platsledningens uppgift att detaljera planerna till rätt nivå.

Man är också beroende av att kunna samarbeta med alla inblandade och av att ha rätt information för att kunna bedöma vilka problem som finns eller riskerar att uppstå. Ibland kan det uppstå frågor som leder till större ändringar: behöver man ändra planen? kan man ändra metoderna? får man ändra resultatet?

Det är uppenbart att här finns stora möjligheter till olika fördelning av ansvaret mellan platschef, arbetsledare, lagbasar, enskilda byggnadsarbetare och underentreprenörer. Olika företag har även här olika strategier. Vad som är lämpligt avgörs i hög grad av objektets storlek, graden av förtillverkning, nybyggnad/ROT osv.

Beställaren kan, genom att val av entreprenadform, påverka i hög grad ansvarsfördelningen på bygget.

Produktionsstyrningen försöker svara på frågan "vad ska göras näst?"

Man måste ha en plan, veta var man befinner sig i den och kunna bedöma vad som behöver göras för att komma vidare i planen.

Uppföljning

För att kunna styra ett bygge måste man normalt veta var i processen man befinner sig, vad som är planerat och vad som har hänt. Det krävs en löpande uppföljning.

Vanligtvis inriktas den löpande uppföljningen på plats på tidplanen medan den slutliga uppföljningen handlar mer om ekonomi.

Vid platstillverkning och få underentreprenörer ger uppföljningen av tidplanen sannolikt en bra bild av kostnadsläget. Men med korta byggtider och många underentreprenörer och leverantörer växer risken för att de ekonomiska avvikelserna snabbt blir stora.

Kravet på löpande ekonomisk uppföljning har därför skärpts. Den håller på att flyttas närmare bygget t.ex genom att någon av arbetsledarna ansvarar för inköp och ekonomisk uppföljning. Det kräver också nya hjälpmedel t.ex datorsystem där kalkyler och redovisning finns tillgängliga för platsledningen.

Uppföljningen försöker svara på frågan "hur ligger det till?"

Uppföljning ger underlag till kommande beslut - inom samma bygge eller inför nästa projekt.

Uppföljningen är (eller borde vara) en viktig källa till kunskap.

När det gäller den ekonomiska aspekten bidrar uppföljningen av varje projekt till den framtida pris-sättningen. Ibland kan arbetsmetoder utvärderas genom att enskilda moment följs upp särskilt. Oftast kontrollera nyinförda eller ändrade arbetsmetoder.

Naturligtvis sker det ständigt en "informell uppföljning" som innebär att alla inblandade drar sina egna slutsatser av de erfarenheter de får under projektets gång. De erfarenheterna är av olika typer - tekniska, sociala osv. Deras giltighet är beroende av den information de bygger på - ju större överblick desto bättre slutsatser. När information och slutsatser kan diskuteras av flera är chansen till bättre uppföljning större. Detta kräver dock att det finns tid och en organisation om uppföljningen kan genomföras.

5.1.2

Gradvis detaljering i olika skeden

Man brukar vanligtvis skilja på olika skeden i entreprenörens styrning av ett objekt:

- A Anbud
- B Byggstart
- c Produktion

Uppdelningen motsvarar bäst en klassisk generalentreprenad. Vid totalentreprenader, entreprenadtävlingar och byggande i entreprenörens egen regi kommer delar av planeringen tidigare eftersom entreprenören har större möjlighet att anpassa bygget till sina egna metoder.

Anledningen till denna uppdelning är mer organisatorisk än teoretisk. Kalkyler och planer före ett eventuellt kontrakt görs vanligtvis centralt inom företaget. De direkta produktionsplanerna görs i högre grad av produktionsfolk.

I de första skederna utgår man från ett anbudsunderlag och koncentrerar sig på frågan "vad" dvs vilka resurser behövs i form av arbete, material, pengar osv (kalkyl).

Den första kalkylen kan bestå av en prisuppskattning av en byggvolym. Senare kan olika byggdelar mängdas och prissättas. Produktionskalkylen består av en lista över prissatta materialmängder, arbetsmängder och köpta tjänster t.ex underentreprenörer.

Arbetsmängderna i kalkylen utgör samtidigt underlag för ackordsförhandlingar, sk PU. Materilmängderna kan (eller borde kunna) utgöra underlag till inköp och leveransplanering. Beräkningen av köpta tjänster kan utgöra underlag till upphandling av underentreprenörer.

Allt eftersom bygget närmar sig börjar man övergå till frågan "Hur": hur ska bygget läggas upp? hur ska olika detaljer lösas? (produktionsplanering).

Under bygget gäller det att bestämma "när" olika moment ska genomföras och vem som ska göra dem (produktionsstyrning).

Typiska arbetsuppgifter och handlingar som produceras i de olika skederna är:

- A. Anbudsskede
 - mängdberäkning
 - byggmetoder
 - huvudtidplan
 - kalkyl av byggkostnad
 - finansieringsplan,
 - konkurrensbedömning

B. Byggstart

- huvudtidplan (indelning på etapper eller entreprenader)
- likviditetsplan (betalningsplan, avlyftsplan, indexberäkningar, ackordsunderlag)
- budget - resursförbrukning
- beredning (arbetsplan, leveransplan, maskinplan)
- APD-plan (arbetsplatsdisposition)

5.1.3

Strukturering av information - en förutsättning för datorstöd

I och med införandet av datorer finns det möjlighet att lägga upp även de första kalkylerna så att de går att bygga ut och detaljera "automatiskt" allt eftersom projektet närmar sig ett genomförande. Styrning, administration och uppföljning av bygget kan sedan ske i förhållande till kalkylen.

Datorer ger möjlighet att genomföra omfattande beräkningar snabbt, att "kopiera" och använda mycket uppgifter och åstadkomma detaljerade beräkningar inför, och under byggets gång. Men för att göra detta måste man ha alla uppgifter, man måste samla in dem, kontrollera dem och lagra dem på ett sätt som gör att man kan hitta det man behöver vid ett senare tillfälle. Möjligheten att laborera med mer uppgifter ställer alltså krav på ett mer systematiskt arbetssätt.

5.1.4

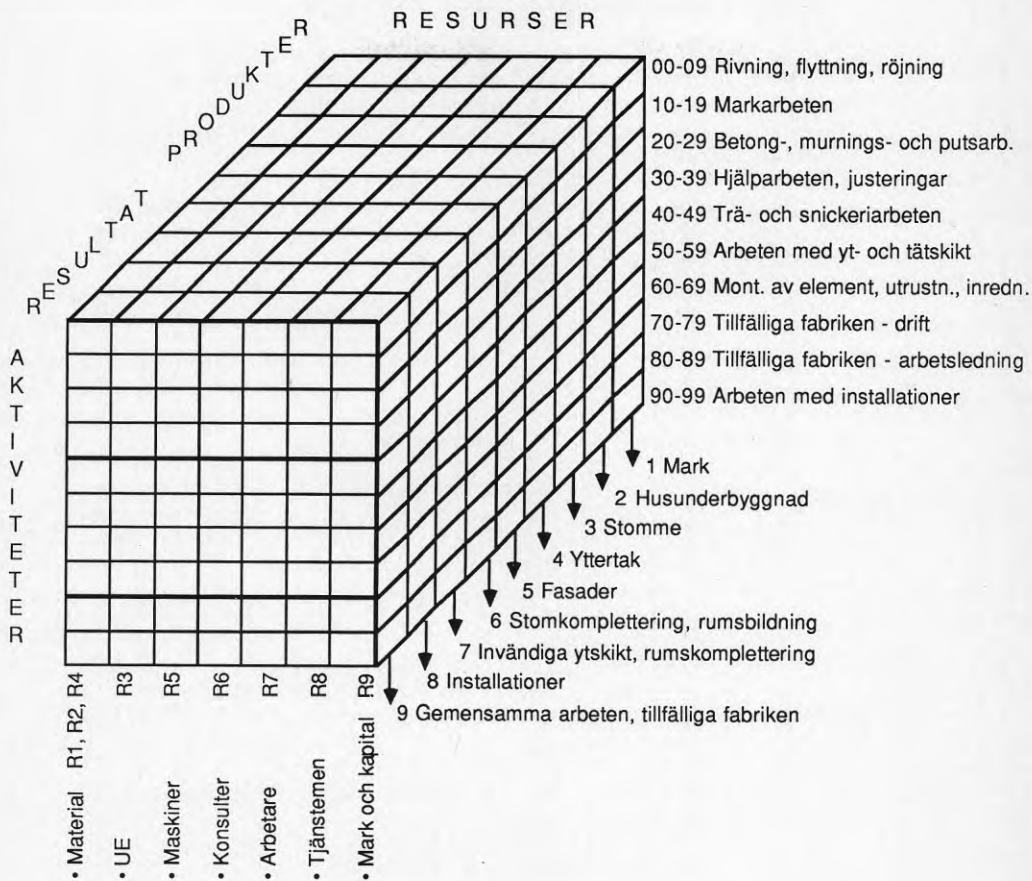
KUBEN - entreprenörernas gemensamma struktur för informations i byggstyrningen

Ett sätt att beskriva sambanden mellan de olika typer av uppgifter som används i byggstyrning är "kuben". Kub-modellen har antagits som grund för uppbyggnad av de branschgemensamma koder som har utvecklats av SBEF i projekt "Datorstödd byggstyrning".

Kubens tre sidor utgörs av:

- | | |
|-------------------------|----------|
| • Resultat/Produkt ---- | Vad, var |
| • Aktivitet ----- | Hur, när |
| • Resurs ----- | Vilka |

Tanken är att bygget ska kunna "strimlas" på olika ledder beroende på vad det är som ska planeras eller följas upp. Varje byggdel ska kunna beskrivas med avseende på aktiviteter och ingående resurser. Varje aktivitet ska kunna placeras i tid och rum osv.



Figur 5:2

Kuben. SBEF's modell för uppdelning av projektinformation och kodstrukturer.

Enskilda resurser, aktiviteter och produkter kodas med 6-8-siffriga koder varav de första är branschgemensamma medan de övriga kan bestämmas inom varje företag.

Källa Datorstöd byggstyrning- delrapport, Projekt Koder/ MF, SBEF 1982-10-20.

5.2 Datorstöd i byggstyrningen

5.2.1 Något om nätplaneringens historia

De stora drivande krafterna inom datorstödd projektplanering har funnits inom de stora amerikanska företagen och inom den amerikanska armén. För dessa stora projekt utvecklades en ny planeringsmetod, nätplanering.

Nätplanering bygger på att man delar upp projektet i aktiviteter. Aktiviteterna kan sedan användas för olika typer av bearbetningar.

CPM

CPM betyder Critical Path Method (Kritiska linjens metod). (OBS! CPM ska inte förvecklas med CP/M vilket är en datateknisk term och betecknar ett operativsystem för smådatorer.)

CPM började utvecklas redan 1956 i samarbete mellan två amerikanska företag: du Pont's byggavdelning och dataföretaget Univac. Planeringsmetoden byggdes upp för datoranvändning från start.

Den första testen gjordes på bygget av en kemisk fabrik i Kentucky 1957-58, den andra på ytterligare en fabrik 1958. Resultaten blev mycket uppmunrande. Man kunde ta hand om ändringar i projektet på betydligt kortare tid än tidigare (40 % ändringar på 10 % av planeringstiden). I ett tredje test planerades underhållsarbete i en befintlig fabrik. Man lyckades nu korta avbrottet i fabriken tillverkning med ca 40 %.

Under perioden 60-65 kom systemet att spridas särskilt inom byggnadsindustrins större företag. 1965 räknade man med att 3 % av företagen använde CPM och att ca 20 % av de större projekten utnyttjade systemet.

Sedan dess har systemets struktur inte ändrats under närmare 30 års användning.

PERT

Utvecklingen av PERT startade 1957 (efter CPM) och skedde inom den amerikanska försvarsdepartamentet inom Polaris Navy-programmet. PERT var från början avsett som ett kontroll- och uppföljningssystem för stora projekt. PERT betyder Performance Evaluation and Review Technique (≈ teknik för uppskattning och uppföljning av prestation).

Först 1958 bestämdes att systemet skulle utvecklas för datorer. Datasystemet utvecklades sedan inom loppet av ett år (!) och användes med framgång inom Polaris-programmet. Under de följande åren kom det att användas flitigt inom andra militära projekt

och inom NASA och kom så småningom att brukas även inom några företag.

På 60-talet kompletterades PERT och CPM med kostnadsberäkningar. Tids- och kostnadsplaneringen slogs samman till ett gemensamt program som utvecklades vidare till kraftfulla produktionsstyrningssystem med allt fler integrerade delar.

Nu engagerade sig även IBM i utvecklingen och tillsammans med McDonnell Automation tog man fram nätplaneringsprogram för IBM's stordatorer - 1130 och 360. 1968 fanns minst 60, troligen närmare 100 CPM-program i USA på olika datormärken.

Den huvudsakliga begränsningen utgjordes av datorernas minneskapacitet. De "mindre" systemen klarade upp till 1000 aktiviteter/händelser, de större upp till 8 000.

5.2.2

Nätplanering idag

Nätplanering används idag allmänt inom byggbranschen. Nätplanerna görs dock oftast för hand! I valet mellan dator och handräkning anges följande tumregler som den övre gränsen för handräkning:

Projektstorlek där datorstöd för nätplanering kan vara motiverad:

Antal ändringar	Antal aktiviteter
0	2000-3000
flera	100-200

Till detta kommer möjligheten att följa upp tidplanen och att komplettera den med andra aspekter som arbetskraft och kostnader, vilka talar för användning av datorer.

Numera erbjuds nätplaneringsprogram i CPM eller PERT på persondator till priser under 10 000 kr för ca 1000 - 2000 aktiviteter. (Programguide för byggbranschen 1985/86, Byggtjänst-Data). Normalt innehåller byggprojekt ett tiotal aktiviteter / miljon kr i investering, beroende på projektets komplikation. Programmen skulle alltså klara ett 100 miljoners bygge. Trots detta är användningen av planeringsprogram mycket begränsad.

5.2.3

Simulering i produktionsplanering och produktionsstyrning

Beräkningsmetoder

Simulering används som ett hjälpmedel i en iterativ arbetsmetod där människan står för förslagen och datorn beräknar konsekvenserna efter givna samband.

På detta sätt kan man komma allt närmare en önskad lösning.

Simulering av produktionsprocesser har utvecklats för att studera och förbereda omställning av produktionen i fast industri. T ex då man ska införa en ny bilmodell. Eller för att studera hur produktionen klarar en plötslig snabb order, flera produkter samtidigt, materialbrist m m.

Men simuleringen kan vara ett mål i sig, ett pedagogiskt mål. Simuleringen förutsätter en entydig modell av verksamheten. Att definiera en modell av produktionssystemet för programmering av företagets simuleringsmodell tvingar konstruktören att "tänka efter före". Liksom i många andra fall utgör medvetenheten om problemen huvudelen av vinsten med datorstöd.

Simuleringens huvuddelar är:

- olika processpunkter
- olika detaljer som behandlas i processen
- processtider i de olika punkterna
- flödesriktning mellan punkterna
- regelverk för punkter där olika alternativ kan väljas
- typer av oförutsedda händelser i olika punkter
- frekvensen för olika händelser
- slumpgeneratorer för oförutsedda händelser

Programmeringsverktyg

Simuleringar har hittills använts i de största företagen, t ex Asea, Volvo, Saab. Man har programmerat modeller av den egna produktionen mha speciella programmeringsspråk som GPSS och Simula. En färdig modell kan man i princip endast använda inom den verksamhet den är byggd för. Parametrarna för de olika komponenterna kan dock lätt ändras och modellen användas flera gånger.

Arbetet med analys av produktionen inom olika företag har lett till utveckling av effektivare hjälpmedel för programmerare. En typ utgörs av en verktygslåda för simulering eller ett "subrutinpaket". Ett sådant är Demos, vilket är en utveckling av datorspråket Simula. Demos förkortar programmeringsarbetet.

Ytterligare en utveckling för att göra simuleringsarbetet mer "användarvänligt" utgörs av generella simuleringsprogram. Dessa kan liknas vid en bygglåda för simuleringsprogram. En sådan svensk modell har tagits fram av Asea. Den heter Pocus och innehåller fyra typer av byggstenar:

- Arbetsstation
- Transportör
- Process
- Ställlager (eller mellanlager)

Planeraren kan själv definiera de olika byggstegen utan att vara programmeringskunnig. T ex kan en process beskrivas med bearbetsningstid, ställtid, ingående material och erforderliga verktyg.

Redovisningsformer

Resultatet av simuleringarna beskriver produktionsläget. Beskrivningen består vanligtvis av datalistor. Där redovisas kötider/arbetsplats, genomloppstider per detalj eller olika detaljers läge vid valda tidpunkter, t ex varje minut, varje timma el dyl. Även dags- eller veckolägen kan naturligtvis redovisas. Ett stort arbete ligger i att gå igenom och analysera simuleringens resultat, att föreslå ändringar och testa dessa.

Ett sätt att underlätta analysen är att redovisa simuleringen i form av diagram. Sifferuppgifterna presenteras i form av t ex staplar över kötider vid olika stationer.

Ett mer sofistikerat sätt att presentera simuleringen är att redovisa processtegen i form av CAD-ritningar. Det produktionsläge som räknats fram mha simuleringsprogrammet redovisas t ex på en ritning över verkstaden.

På en dataskärm kan flera lägen visas efter varandra. Man får då en "rörlig film" över produktionen, vilket blir betydligt mer överskådligt än datalistor. Vinsten blir naturligtvis en större överskådlighet, särskilt för den som behärskar processen men inte arbetet med simuleringsprogram. Koppling till CAD innebär att kostnaden för programmering av modellen blir i det närmaste fördubblad.

Möjliga användningsområden för simulering i byggbranschen kan bli:

- MA
- Tidplaner
- Ekonomiska prognoser

5.2.4

Optimering - steget efter simulering

Optimering är egentligen en vidareutveckling av simulering. Den modell som byggs upp för simulering kompletteras med mål. Datorn väljer ut den lösning som bäst motsvarar målet. Det kan vara att ett visst kriterium som ska maximeras (minimeras) eller antar ett minsta (största) värde. Det kan också vara att fler kriterier uppfylls samtidigt. Prioriteringen mellan dessa måste då anges.

Optimeringsmodeller är svårare att bygga upp än simuleringsmodeller. Det finns naturligtvis mellansteg som innebär att datorn optimerar vissa kriterier medan andra parametrar ändras enligt människans bedömning.

Möjliga användningsområden för optimering i byggbranschen:

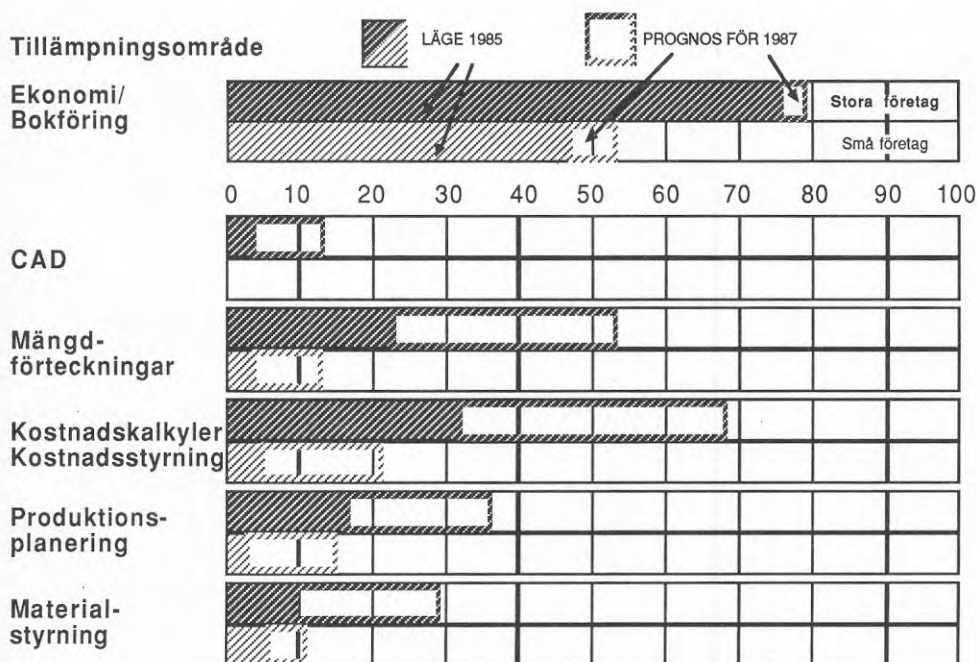
- MA
- Tidplaner
- Personalbehov

Det som skulle kunna påverka bygget mest är kanske möjligheten till optimering av flera faktorer med utgångspunkt från hela byggets ekonomi. Dvs att en datormodell avväger byggtid mot tillgången på arbetskraft, kostnaden för arbetstid mot räntekostnader på materiallagret osv.

5.3 Datorstöd i byggstyrning -läget idag

5.3.1 Marknaden

Datorsystem för kalkylering, uppföljning och byggstyrning finns idag på marknaden. Några är utvecklade av entreprenörer för deras egna behov och säljs för att täcka en del av kostnaderna för deras utveckling.



Figur 5:3

Entreprenörernas användning av ADB 1985 samt deras egna prognoser för 1987.

Källa: Byggtjänst-data ADB-enkät 1985. (Datorn i byggandet 1/86)

Andra är utvecklade direkt för "marknaden" och är vanligtvis inte tänkta speciellt för byggverksamhet utan är mer generella metoder för att administrera och styra "projekt".

Byggtjänst-Data har gett ut kataloger där programleverantörer får annonsera produkter för byggbranschen. (Leverantören beskriver själv programmens egenskaper och användningsområde.) Av den förteckningen framgår att den övervägande andelen av de program som finns på marknaden utgör bara kalkylhjälp.

Ett försök till rundringning till annonsörerna visar också att många av de förtecknade programmen har utgått eller endast varit planerade att introduceras. Detta kan sägas vara betecknande dels för databranschens snabba utveckling och dels för att byggbranschens speciella krav slår ut en hel del av de generella programmen.

5.3.2

Användning av datorstöd i förhållande till KUBEN

Nedan följer ett antal exempel som visar olika typer av mer eller mindre datoriserade rutiner i byggstyrningen. Det är intressant att påpeka att de flesta program i själva verket utgör en koppling mellan de olika begreppen aktivitet -> resurs, aktivitet -> tidplan, resurs -> resultat osv.

Resurser - Ekonomi

AFFÄRSBOKFÖRING - PROJEKT BOKFÖRING						
Projektkonton						
Bokföringskonton	Nr.....	Nr.....	Nr.....	Nr.....	Nr.....	SUMMA
Löner						→
Skatter						→
Leverantörer						→
Kunder						→
.....						→
.....						→
.....						→
SUMMA	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ

Figur 5:3

Affärsbokföring - Projektbokföring

Bokföringssystemet i ett byggföretag (liksom i andra projektorienterade verksamheter) måste byggas upp i form av en matris som redovisar uppgifterna i två led.

De uppgifter som ett byggföretag arbetar med måste sorteras upp på i princip två led: affärsbokföring (eller "ekonomistyrningssystem") och projektadministration.

Datorstödda ekonomisystem och personaladministrativa system brukar införas i företagen före system för byggstyrning. Att det är också den "rätta" ordningsföljden är en slutsats som framförs från SBUF's projekt om datorstödd byggstyrning (bl a intervju med Ulf Danielsson i Computer Sweden 6/87 s13ff). I bokföringssystemet registreras kostnader fördelade på kostnadsslag och projekt. Den indelning av projektdata som normalt införs först görs därför efter resurser.

Aktiviteter - Resurs

Används som en grundenhet i kalkylsystemen. Aktiviteten avser uppförande av en byggdel och innehåller uppgift om mängd, t ex m² vägg, och tillhörande mängd material och arbetstimmar för olika grupper av arbetare. En prissatt aktivitetslista utgör alltså en kalkyl.

Aktivitet - Resultat

Aktiviteterna bygger i sin tur på en arbetsmetod som är kopplad till resultatet. Dvs att en vägg av en viss konstruktion kan utföras på ett begränsat antal sätt, ibland ett enda. I praktiken är därför resultat normalt detsamma som en utförd aktivitet. Det innebär att den aktivitet som visar tiden för en byggdel visar även själva byggdelen. Har halva aktiviteten utförts så innebär det att byggdelen är till hälften klar.

Bdel 2	Läge H00	1985 1 30 - 1985 2 12	85.00 M2		0	0	2.00	2.00	0	0	0	0	0
			Res	Res. namn									
			(	44	53	Tim	Kostnad	Lagst	Lagst	Lagst	Lagst	Lagst	Lagtim.
216	Arbetare formsättning	128.80		25.00			3,220	1.00					25.00
217	Arbetare armering	123.58		45.00			5,561	1.00					45.00
218	Grovarbetare	116.62		33.30			3,883	1.00					33.30
5171	Armeringsstål						4,770						
5181	Betong						14,800						
6161	Brädform						2,140						
8811	Markarbeten						26,735						
8812	Pålning						12,000						
			Sum										73,110

Bdel 3	Läge H01	1985 2 13 - 1985 2 24	85.00 M2		0	0	1.60	1.60	0	0	0	0	0
			Res	Res. namn									
			(	54	61	Tim	Kostnad	Lagst	Lagst	Lagst	Lagst	Lagst	Lagtim.
216	Arbetare formsättning	128.80		114.70			14,773	1.79					64.00
217	Arbetare armering	123.58		67.50			8,342	1.05					64.00
218	Grovarbetare	116.62		70.80			8,257	1.11					64.00
5171	Armeringsstål						8,586						
5181	Betong						16,000						
5201	Betong-element						5,000						
6163	Skivform						13,435						
			Sum										74,393

Figur 5:5

Exempel på kalkyl med aktiviteter
 Källa: Övningsexempel, Skanska

5.3.3

Centrala datorsystem

De äldre och mer omfattande systemen för kalkylering och projektuppföljning är uppbyggda kring en för företaget gemensam centraldator bestående av en eller flera minidatorer. Dessa system började utvecklas i slutet av 70-talet.

Ett exempel på detta är Diös datasystem. Det består av ett antal samverkande program för bl a bokföring, personaladministration, projektkalkyler och projektuppföljning. Systemet utvecklas allt eftersom.

Idag ovanliga tillämpningar som kan komma att införas i de större systemen är

- automatisk mängdning från ritning m h a digitaliseringsbord, "fristående mätpuck"
- automatisk tidsplanering enligt manuellt definierade aktiviteter.



Du får anledning til å ta fatt på andre viktige oppgaver!

Elektronisk bestilling er enklere enn du tror - en kort informasjon og du kan danne deg et bilde av hva denne terminalen vil bety av arbeidsbesparelser for deg.

Tid er penger. Varetelling, bestilling, skrijving, prising, utregning og fakturering, telefoner... det tar sin tid!

Med EIFAS' bærbare data-terminal kan du få hjelp til å holde kontroll med lageret. Bestille riktig vare og riktig kvantum, til riktig tidspunkt. Med lesepenntilkoblet terminalen, slipper du å skrive el.nr.

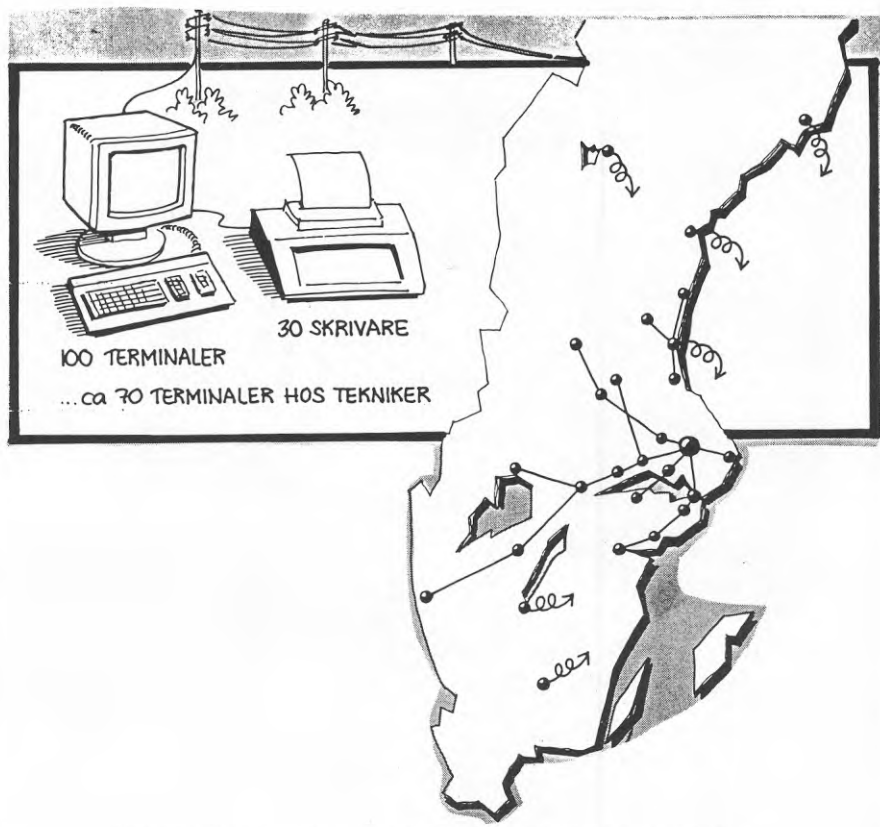
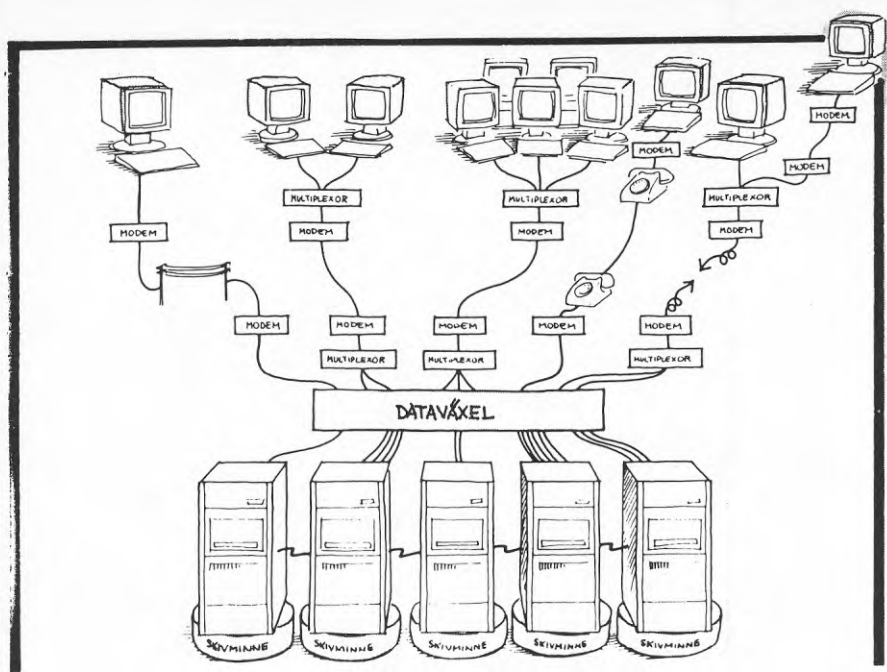
Alt dette på et minimum av tid - samtidig som du reduserer faren for feil.

Og ikke minst:

Ønsker du flere opplysninger, så kontakt EIFAS - landets eneste elektrogrossist med bærbar terminal med lesepenntil!

Figur 5:8

Elektronisk inventering og beställning - något för bygget?



Figur 5:8

Exempel på ett centralt datasystem, Diös

5.3.4

PC

En ny utvecklingslinje markeras av utvecklingen av ett antal persondatorbaserade system för byggplanering och styrning. Denna utveckling bygger på att persondatorernas kapacitet har ökat vilket innebär att en fristående persondator kan räckas för att planera och följa upp ett enskilt projekt.

Därmed har vägen öppnats till att de uppgifter som finns i datorn ska kunna användas på bygget. Detta har blivit tekniskt genomförbart, men inte organisatoriskt.

Det som blir gemensamt för företaget är programmet, dvs sättet att dela upp och beräkna uppgifterna. Man kan då välja att göra kalkylen centralt och sedan ta med "projekt-databasen" ut till bygget för administration och uppföljning.

En av grundtankarna är att det kommer inte att kunna gå att åstadkomma en detaljerad uppföljning på bygget om inte arbetsledningen har en direkt användning av de uppgifter man matar in.

Det finns åtminstone två exempel på sådana persondatorbaserade program:

- det BFR-stödda "Byggstyrning för alla" och
- Skanskas "Byggprogrammet"

Det finns naturligtvis möjlighet att på sikt utveckla en sammankoppling mellan företagets centrala databaser och persondatorbaserade byggstyrningsprogram.

5.3.5

Databaser

Det finns, som stöd för det enskilda företaget ett antal gemensamma databaser. Allt fler av de kan idag fås överförda på data - över diskett eller telefon. Exempel på sådana databaser är:

- Produktregister (Byggdok)
- Maskinlistor (Byggentreprenörerna)
- Prislistor (Byggdok)

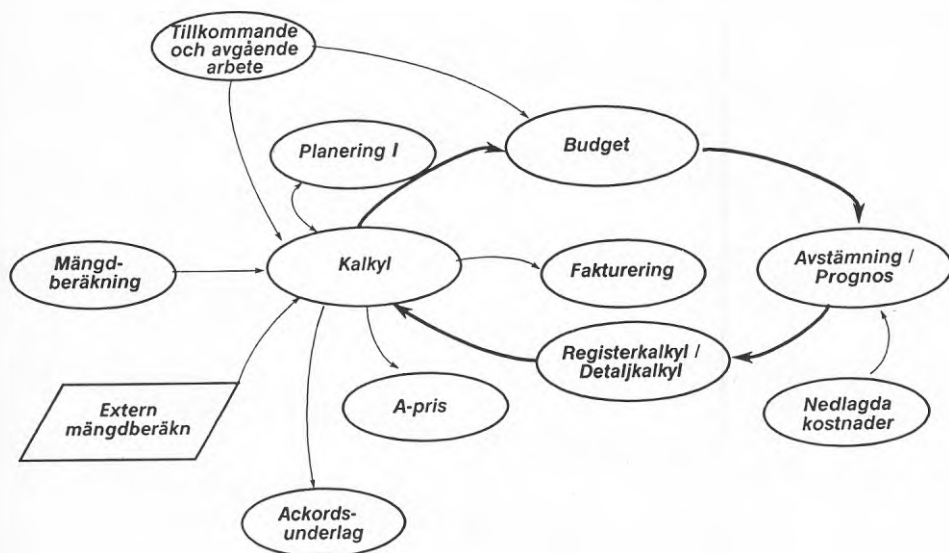
Även normer kan komma att utges på data. Planverket och arbetarskyddsstyrelsen undersöker möjligheterna att informera om gällande byggnormer respektive arbetsmiljöregler på datamedium.

Anledningen till att utvecklingen av gemensamma databaser har varit svår är bristen på standard i kodningen av materialet.

		Manuellt	Datorstöd
Anbud	Mängdavgtagning	100	100
	Tidsättning	100	70
	Prissättning	100	70
Byggstart	Budget	100	10
	Inköp	100	70
	Planering	100	70
	Ackordsunderlag	100	20
Produktion	Avstämning	100	60
	Ändrings- och tilläggsarbeten	100	70
	Justering budget	100	40

Figur 5:10

Det lönar sig att lägga ner tid på en noogran tidig kalkyl menar många entreprenörer. Här i Adedata's version



Figur 5:11

"Byggprogrammet". Skanskas PC program för byggplanering och styrning

5.4 Några viktiga aspekter på byggstyrning och datorstöd ur byggets perspektiv

5.4.1 Uppföljning - den svaga länken i den datorstödda produktionsstyrningen

Uppföljning innebär att man beskriver läget i byggprojektet. Det görs alltid efter avslutat projekt men kan också göras efter hand. Målet med uppföljningen kan vara att ge bättre underlag för planeringen av nästa objekt eller styra fortsättningen i samma projekt.

Det är principiellt olika sätt att tänka som dessutom ställer olika krav på uppföljningssystemet.

"Om karta och verklighet skiljer sig åt - då gäller verkligheten"

Att uppföljningen syftar till att korrigera underlaget för kalkylen och planeringen innebär att uppföljningen ska göras i samma termer som kalkylen. Det vanligaste är att man följer upp "recept" (konstruktionstyp och ingående resurser per enhet - m², m³ o dyl).

Man mäter upp resursåtgång för en enskild aktivitet. Man kan också räkna fram generella måttetal t.ex kostnad per m³ för kontorshus, andel arbetskostnad per lägenhet vid ombyggnad av bostadshus osv.

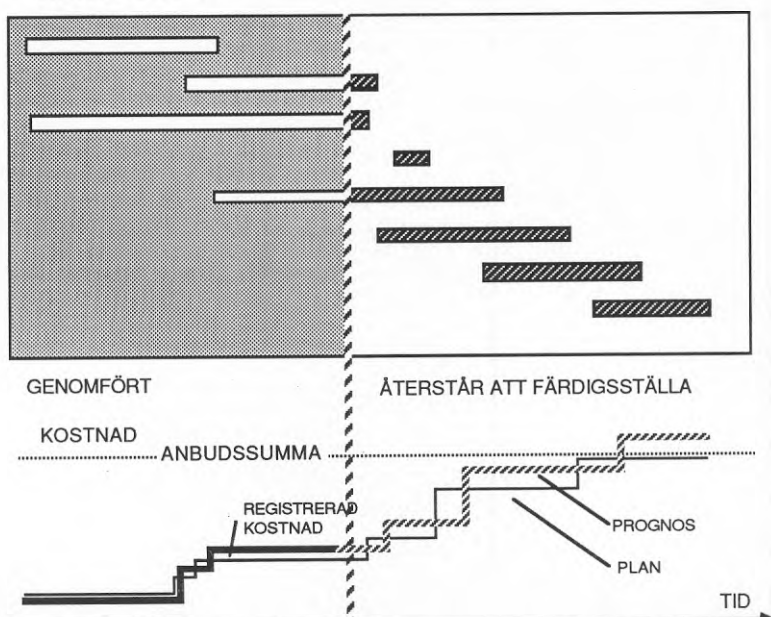
Denna typ av uppföljning är det som behövs för att kunna lämna en kostnadsuppskattning och planera ett bygge. I fall med löpande räkning skulle det vara tillräckligt. En sådan uppföljning behöver normalt vara färdig förrän bygget är avslutat eftersom det ska användas först i kommande objekt.

Framåt med ett öga i bakspeglarna

Ett annat mål med uppföljningen är att få en lägesbeskrivning under byggets gång. Den är till för att styra fortsättningen av samma projekt. Det säger sig självt att en sådan uppföljning måste vara snabb.

Att styra ett bygge bara genom uppföljningar kan liknas vid att köra bil genom att titta främst i bakspeglarna. Ett långt tidsavstånd mellan den tidpunkt som redovisningen avser och verkligheten kan på samma sätt liknas vid att bakspeglarna ersätts av en av kikare - och det kan man bara göra om farten är måttlig och sikten fri (jämför med en roddbåt).

AKTIVITETSPLAN



Figur 5:12

Det är den återstående vägen som är intressant. Uppföljningen ska hjälpa till att lokalisera kommande problem

Det är förståeligt att platsledningen prioriterar det som leder framåt, till ett färdigsställande, jämfört med att lägga ner energi på att dokumentera hur bygget har framskridit.

En användbar uppföljning måste sannolikt innebära att de olika mätvärdena gäller en och samma tidsperiod och aktivitet. Detta är inte lätt att åstadkomma i dag. Uppföljningen av de olika resurserna är knuten till olika rutiner och är till stor del en bieffekt av andra administrativa och ekonomiska förlopp. Idag sker därför uppföljningen med olika tidsintervall och olika noggrannhet för olika poster. T ex bokförs normalt:

<u>Resurser</u>	<u>per</u>
Material och maskiner	projekt, leverantör och månad
UE	projekt, avtal
Byggnadsarbetare	projekt, ök, avstämnings- period (12v)
<u>Resultat</u>	
Material och maskiner	inte alls
UE	avslutat uppdrag
Byggnadsarbetare	uppskattad färdigställandegrad /byggdel
<u>Aktiviteter</u>	
Material och maskiner	inte alls
UE	inte alls (inte relevant?)
Byggnadsarbetare	endast i enstaka fall

Orsaken till att man vill ställa så höga krav på uppföljningen är att den ska kunna användas som underlag till byggstyrningen och det är nödvändigt ju större kraven på effektivitet blir: mindre vinstmarginaler, kortare byggtider, komplicerade byggnader, många inblandade. Uppföljningen måste alltså göras av någon som är insatt i kalkylens uppbyggnad och dessutom har möjlighet att följa byggets framskridande på nära håll. En sådan person måste förmodligen ingå i platsledningen men ha god kännedom om planeringen. Det är förmodligen frågan om en delvis ny arbetsuppgift.

5.4.2

Målstyrd byggstyrning - ett alternativ?

CPM och nätplanering är aktivitetsorienterade. Det innebär att verksamheten bryts ner i detaljer. Är planeringen tillräckligt fint indelad ska man kunna styra ett projekt rätt.

Men det finns ett annat angreppssätt också. Det är att överlåta ansvaret för genomförandet på de olika deltagarna. Det kräver ett rättsligt/ekonomiskt system som ger de olika deltagarna fördel av att åstadkomma rätt resultat samtidigt som de minimerar kostnaderna. Det förutsätter i sin tur att deltagarna har möjlighet att styra sina egna insatser.

På ett övergripande plan är ju själva entreprenadsystemet med sitt anbuds-förfarande och mer eller mindre fasta priser ett sådant målstyrt system. Rätt konstruerat, har incitamentavtal en liknande effekt.

Ett långtgående sätt att utnyttja anbudssystemet är användningen av allt fler men mindre underentreprenader som har blivit vanligt. Det är, för totalentreprenören, ett tryggt och bekvämt sätt att säkra kostnaden och slippa en stor del av ansvaret för arbetsplaneringen. Detta system innebär att totalentreprenören i princip kan nöja sig med en grov kalkyl och engrov aktivitetsplan. All detaljräkning och planering överläts till underentreprenörer. Det datorsystem som behövs är förmodligen ett relativt enkelt kalkylsystem och ett motsvarande uppföljningssystem. Även med automatisk tidplanering bör det vara frågan om mycket enklare datorsystem än de omständiga planeringssystemen för projektplanering som beskrivs ovan.

På en annan nivå är ackordssystemet en liknande konstruktion. Problemet är här att ackordet inte tar hänsyn till de totala kostnaderna, utan endast arbetskostnader. Det har gjorts försök att konstruera ett system som skulle ge byggnadsarbetare fördelar vid en bättre totalekonomi - t ex i form av mindre materialkostnader. (försök bl a vid ABV i Göteborg). Ett datorprogram utvecklat av T.Grenberg och J.Juriado (Byggkalkyl för alla) försöker beräkna arbetsförtjänsten på ett sätt som tar hänsyn till projektets hela ekonomi.

5.5 Förslag på utvecklingsinsatser

5.5.1 Undersökning av nyare planeringssystem och deras konsekvenser för byggarbetsplatsen

Datorstödet i byggplanering och styrning har hittills inriktats på de tidiga skedena: mängdning, och kalkylering. Oberoende av detta har personaladministration och ekonomistyrning utvecklats. En hel del ansträngningar görs för att koppla ihop olika datortillämpningar - från CAD till ekonomistyrning, byggstyrning och uppföljning.

När det gäller inriktningen av datorutveckling uppges som mål en långt driven datorisering CIB (Computer Integrated Building) av byggnadsproduktion.

En sådan utveckling kommer sannolikt att påverka alla yrkesgrupper i branschen från projektörer till byggnadsarbetare, från materialtillverkare till förvaltare. Det är också sannolikt att det kommer att utvecklas olika etapplösningar eller kanske alternativa utvecklingslinjer som kanske bygger på andra idéer när det gäller byggandets organisation än de CIB gör.

Syfte och inriktning

Syfte bör vara att belysa utvecklingen av datorstödda byggstyrningssystem och bör inriktas på att spåra och beskriva tendenser i den pågående utvecklingen.

Huvudfrågan bör vara:

Hur påverkar systemet förhållandena på byggarbetsplatsen - nu och i framtiden?

Några andra viktiga frågor är:

- o Vilka ansträngningar görs för att integrera olika planerings- och styrningsmoment?
- o Vilka moment prioriteras härvidlag?
- o På vilken detaljeringsgrad ligger planering, styrning och uppföljning? Finns det olika strategier?
- o Vilka krav ställer de datorsystem som utvecklas på övriga moment - som projektering, styrning, uppföljning?

Aspekter och avgränsning

Nuvarande byggplanerings och byggstyrningssystem utgör inte ett sammanhängande och heltäckande datorstöd. Många moment görs manuellt, även i företag som har motsvarande datorstöd.

Användningen varierar med projektets typ, storlek, skede i projektet och enskilda personers datorintresse och kompetens.

Det är därför nödvändigt att studera olika datorstödda verktyg var för sig. Därutöver kan man sammanställa mer eller mindre initierade bedömningar av en framtida utveckling.

De aspekter som kan lägas på nuvarande system är:

- Funktioner: nätplanering, resursutjämning, rullande tidplanering, materialadministration, uppföljning, ackordavstämning.

Dessutom kan diskuteras möjligheter att sammankoppla planeringen med: löneberäkning, kostnads- kalkyl, bokföring, CAD mm.

- Typ av objekt: Industri, bostäder, kontor mm, anläggning, ROT.

Det är oklart om objektets typ är avgörande för användningen av datorstöd. I övrigt är det sannolikt stor skillnad i möjligheterna att planera ett nybyggnads-, resp ombyggnadsprojekt.

- Objektstorlek. Det är sannolikt mindre motiverat att använda avancerat datorstöd i de minsta objekten. Gränsen för objektstorlek i förhållande till dagens datorstöd bedöms dock inte vara en viktig fråga i detta sammanhang.
- Typ av företag: stort, mindre med specialintresse för datorstöd, projektledningsföretag.
- Entreprenadform: egen regi, totalentreprenad, generalentreprenad, underentreprenad.
- Delbransch: exempel på tidig utvecklat datorstöd och speciella tillämpningar finns inom bl.a VVS, anläggning och grossistföretag. Parallell utveckling och och samordning med andra delbransher kan bli aktuella.
- Användarkategorier: projektledare, planerare, arbetschef, platschef, arbetsledare, lagbas, ackordsförhandlare m.fl. (Gäller både huvud- och underentreprenörer)
- Skede: anbud, planering, byggstyrning

Det är ganska väldokumenterat att användningen av datorstöd är mest utbredd i de tidiga skekena av projekten och berör främst vissa centrala funktioner. En enkätintervju utförd av Skanska 1987 visar att planerare och projektledare använder datorstöd 2-3 ggr mer än arbetsledningen på bygget.

I enkäten tror de tillfrågade att datorstödet kommer till bygget inom de närmaste fem åren.

De olika kategoriernas uppfattning om befintliga datorprogram och deras användbarhet samt deras synpunkter och krav bör vara en av de viktigaste punkterna i undersökningen. Ännu mer centralt för konsekvensbedömningen är de olika kategoriernas erfarenheter av och synpunkter på användning av datorer i skedena före, vilka påverkar deras egna arbetsvillkor.

- Övriga: utvecklare, leverantörer, finansiärer, forskare, branschorgan. Alla dessa har en övergripande erfarenhet av datorutvecklingen i branschen och är av strategisk betydelse.

5.5.2

Arbetsplatsplanering med stöd av CAD

I Sverige, eller den övriga norden, finns inget pågående projekt när det gäller att använda CAD för byggplatsens planering. Detta framgår av en inventering som det nordiska ministerrådet har låtit göra (Björk, 1986). (Användning av CAD-stationer på eller i närheten av byggplatsen som ersättning eller komplement till ritningsarkiv räknas inte hit.)

De anpassningar och kompletteringar av ritningsmaterialet som bygget initierar kan leda till att:

- a projektören gör kompletteringar till handlingarna och skickar rättelser, vilka godkänts av byggherren är juridiskt bindande eller att
- b projektören får ett särskilt tilläggsuppdrag åt entreprenören, t ex beräkningar om alternativa konstruktioner eller att
- c arbetsledningen gör egna planer, förklarande skisser eller markeringar på kopior.

Dessa sista betraktas som "förbrukningsmaterial". De dokumenteras sällan trots att de kan vara viktiga för t ex relationsritningar och senare underhåll och reparationer.

Behövs det då ritningshjälp till bygget?

Det anses allmänt i branschen att arbetsplatsens planering och arbetsberedningen är av central vikt för att åstadkomma en smidig produktion. Samtidigt anses de korta tidplanerna leda till att just det förberedande arbetet blir eftersatt.

Det borde finnas utrymme för att utveckla bättre arbetsmetoder och smidigare hjälpmedel för att bearbeta inte bara mängdförteckningar utan även ritningsmaterialet utifrån byggets egna produktionsbehov. Planeringen av tillfälliga anordningar och installationer, byggnader och transportsystem,

stödkonstruktioner och skyddsanordningar borde kunna systematiseras och skötas direkt från bygget. Med professionella hjälpmedel.

Ex: CAD i planering av byggplatsen
- ett utvecklingsprojekt från USA

I USA har gjorts försök att använda CAD för att planera byggplatser (Rad, 1982). De skäl som anges är möjligheterna att effektivisera transporter: material och maskiner flyttas smidigare och åtgången av arbetstid för förflyttningar inom arbetsstället minskas.

Ett interaktivt CAD-program som steg för steg leder planeraren genom de olika planeringsuppgifterna har utvecklats vid Clemson University. Den arbetsgång som skisserats är följande:

- Ange byggets avgränsning,
- Välja och placera tillfälliga anläggningar från färdig lista (T ex olika kontor, olika personalutrymmen, olika verkstäder, vägar, p-platser m m)
- Överlappningar markeras av datorn. Planeraren kan välja att flytta önskade enheter.
- Välja och placera maskiner från färdigt urval (tio större maskiner: kranar, grävmaskiner, lastbilar m m),
- Maskinerna kan placeras, flyttas så att en av deras rörelsemönster kan studeras.

Både arbetsplatsen och utrustningen kan visas i 2- eller 3-dimensionella bilder(!). Kollisioner och överlappningar kan studeras i både plan och höjd.

Det här CAD-programmet är ett prototyp. Arbets sättet förefaller ännu omständigt, t ex att planeraren anger koordinater och koder i stället för den mer användarvänliga metoden att peka på skärmen eller på en meny.

5.5.3

Datorstöd för planering och styrning på byggarbetsplatsen

Teknisk utveckling kräver resurser och den som har resurser kan bestämma vilken utveckling som ska ske. I det långa loppet kommer den alltid att inriktas på utveckling som ger effektivare produktion.

På sikt kan man tänka sig två strategier för datoranvändning i branschen:

- o Verksamheten breddas mot andra skeden etc., kan innebära hårdare knytningar både vertikalt (mellan skeden, mellan led i produktionskedjan) och horisontellt (mellan olika underentreprenörer etc).
- o Datorstöd kan användas i en isolerad tillämpning i en speciell metod eller nisch.

Vilka valmöjligheter finns?

Datorisering är inte ett mål i sig för byggbranschen utan ett medel för att bli åstadkomma effektivare organisation, styrning och återföring av erfarenheter. Datorisering kan tänkas driva på utvecklingen mot mer förtillverkning. Detta av två skäl.

CAD-projektering gör det lättare för projektör och tillverkare att kommunicera med varandra i bägge riktningarna. Det är också ganska lätt att göra mängdberäkningar på färdiga styckvaror utifrån CAD-ritningar.

Datorstödd kalkylering underlättas. Om dessutom monteringen på bygget kopplas till materialleveransen blir det lättare att datorisera byggplanering och byggstyrning.

Platsbyggandet kan, å andra sidan, konkurrera med flexibilitet dvs med en väl fungerande, lätt omställbar organisation. Beställaren ska på ett sent stadium kunna göra ändringar och det ska vara möjligt att bygga med stor variation.

Allt detta kommer att påverka arbetsförhållandena på byggsplatsen. De viktigaste aspekterna av datoriserade planeringssystem är:

- Möjligheten till planering av och kontroll över det egna arbetet
- Möjligheten till överblick av den totala arbetsituationen och därmed samarbete med andra i jobbet
- Möjligheten att bevaka sin egen och andras fysiska säkerhet före och under arbetets utförande
- Möjligheten att bevaka mer långsiktiga fysiska risker som utslitning och kemisk påverkan
- Möjligheten att följa upp, lära sig och förmedla vidare de erfarenheter och lärdomar som arbetet kan ge.

Mål

Planeringsverktyg ska inriktas på byggplatsens löpande planering och styrning. Man kan ställa upp har följande generella mål:

- God psykosocial arbetsmiljö genom stort mått av egen styrning/ansvar för de olika inblandade grupperna med verktyg för planering, bedömning, uppföljning och analys inom det egna området.
- Meningsfullt arbete genom möjlighet till samordning och överblick av det gemensamma resultatet i tid och pengar i förhållande till kvalitetsmål.
- God fysisk arbetsmiljö, dvs säkerhet genom tidigt deltagande i planeringen, egen kompletteringsplanering samt uppföljning.

Problem, mål, krav och funktioner

- fyra problemråden att analysera.

Vi kan betrakta byggplaneringen som ett antal problem med stigande komplexitet:

1. Information: representationsproblemet.
2. Planering: det logistiska konfigureringsproblemet.
3. Styrning (= planering + uppföljning + korrigering): strategier för styrning handlar om olika aktörers tumregler eller "grundkonfigurationer" för att nå målet.
4. Kunskapsuppbyggnad och erfarenhetsåterföring: uppföljning, analys, revidering eller utveckling av strategier samt spridning av den nyvunna kunskapen.

Skiss till egenskaper hos det framtida datoriserade planerings- och styrningsverktyget

Planeringsfasen innebär att i tiden ordna aktiviteter, att specificera kostnader utifrån kalkyler och att definiera en leveransplan. Denna fas ska alltså vara genomförd till en viss detaljeringsnivå innan bygget sätts igång. Det kan därför vara tveksamt om projektet i första hand ska arbeta med ett datoriserat stöd för planering av denna typ eftersom det är stöd på byggarbetsplatsen som är i fokus för projektet.

Utförandefasen innebär att den i förväg uppgjorda planen utförs. Det bl.a. innebär att detaljeringsgraden ökar. Det är viktigt att klargöra att denna detaljering av planen utgör en del av genomförandet, dvs att det utförs på bygget och bör fortsätta att göra så.

Då arbetet börjar kan avvikelser uppstå. En diagnos eller *felsökningsfas* tar då vid. Resultatet av en felsökning kan innebära att planen behöver revideras i något avseende. Detta kallar vi för en *revideringsfas*.

Användarcentrerat

En ytterligare aspekt av det framtida systemet är på vilket sätt systemet kan anpassas till och understödja användarens modell av verkligheten. De frågor man bör analysera i detalj handlar i grunden om egenskaper i människa-maskin interaktionen.

Utöver att vara ett beslutsstöd ska systemet vara ett visualiseringsstöd. Det förra stödjer vad vi kan kalla den operativa delen av arbetet vid bygget. Det senare stödjer den kommunikativa delen av arbetet.

En stor del av arbetet måste ligga på att utveckla ett verktyg som kommer att accepteras ute på byggarbetsplatserna. Det måste vara tillräckligt enkelt för att inte skapa för stora krav på specialkunskap om datoranvändning. Tillgängligheten är också viktig, dator och skrivare får inte isoleras hos en enda användare.

Verktyget måste på ett enkelt sätt anpassa sig till vilken nivå i planen man vill gå in och titta eller revidera. En naturlig uppdelning följer den hierarki som planen har.

(UR förslag projektprogram inom MDA-programmet - Jäbeck m fl 1988)

6- Rationalisering

Produktionsteknik och datorisering i byggbranschen

Detta kapitel handlar om vilken betydelse datoriseringen kan få för produktionstekniken.

Kapitlet inleds med en beskrivning av sambandet mellan produktivitet, arbete och teknik. Särskilda problem finns när det gäller möjligheterna att fastställa produktiviteten i byggbranshen.

Byggande är dock inte bara resultatet av det arbete som utförs på byggarbetsplatsen. En stor och förmodligen växande del av värdet av byggnadsinvesteringarna produceras inom materialindustrin. Fördelningen mellan fabrikstillverkning och platstillverkning kan komma att påverkas till datorisering.

Kapitlet bör ses som en bakgrund till nästa kapitel, som behandlar frågan om automatisering på byggsplatsen.

6.1 Produktivitet och teknisk utveckling

6.1.1 Produktivitetens utveckling i Sverige

För att kunna beskriva vad just datoriseringen betyder för produktiviteten måste vi först beskriva hur olika ekonomiska faktorer hänger ihop.

Produktionsvolymen har mätts upp kontinuerligt inom Sveriges nationalräkneskaper sedan 1870. Produktionsvolymen har ökat med i genomsnitt 3 % per år mellan 1870 och 1964. Av detta beror endast 14 % på en ökning av mängden arbete dvs antalet arbetade timmar. Resten, 86 %, utgör ökad arbetsproduktivitet (Drambo, 1983, s 34, tab 1).

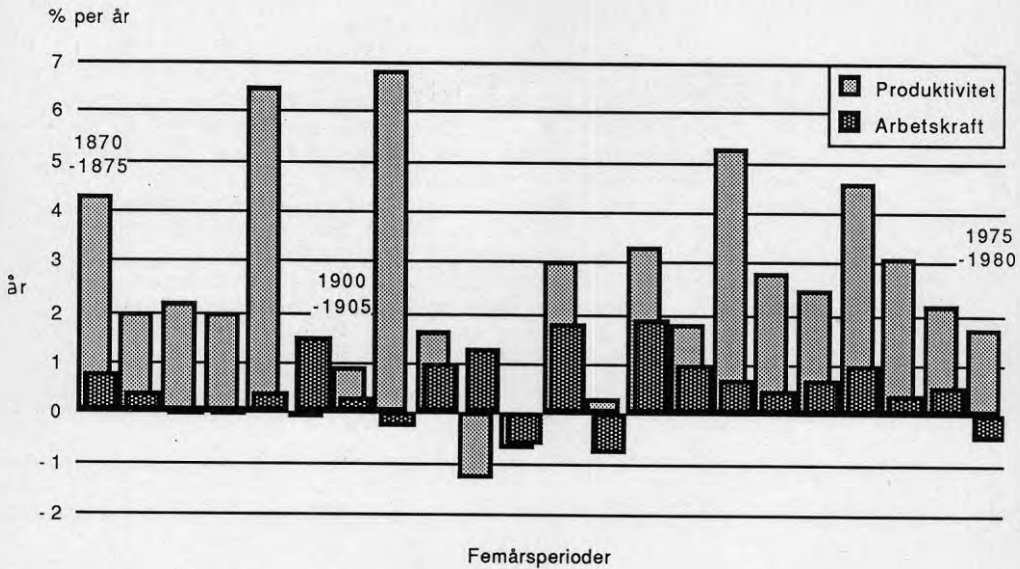
Följande figur är en översikt av de termer som brukar användas för att beskriva produktionsfaktorerna.

Produktionsvolym	<p>summan av alla varor och tjänster som produceras. Produktionsvolymen brukar mätas per år. Förändringarna är oftast positiva och kallas därför för "tillväxt". Uttrycks i %.</p> <p>Produktionsvolymen kan mätas för t ex ett land eller för en bransch.</p>
Produktivitet	<p>egentligen "arbetsproduktivitet" dvs hur stor del av produktionsvolymen som har åstadkomits per arbetstimme. Det innebär att man tar hänsyn till förändringarna i sysselsättning.</p> <p>Produktiviteten har brukat öka under 1900-talet främst beroende på att man har använt allt fler och allt effektivare hjälpmedel. Vilken betydelse dessa hjälpmedel har haft mäts genom att ta hänsyn till följande faktorer:</p>
Kapitalintensitet	<p>är ett mått på hur mycket kapital, dvs byggnader och maskiner som ingår i produktionsapparaten. T ex hur mycket investeringar ligger i kranar i byggbranschen.</p>
Kapacitetsutnyttjande	<p>Hur kapitalet har utnyttjats. T ex hur mycket kranarna i byggbranschen har varit i drift.</p>
Teknikfaktor eller "Investeringsbunden teknisk utveckling"	<p>Hur mycket bättre kapitalet har blivit. Vad betyder det för produktiviteten i byggbranschen t ex att av de 17 milj som branschen hade bundet i maskiner 1980 var sannolikt (bara) ca 10 % nyinvesteringar i modernare maskiner?</p>
Organisationsfaktor eller "övrig teknisk utveckling"	<p>Hur mycket av produktiviteten beror på att man lyckats organisera arbetet på ett effektivare sätt, kanske i samband med införande av ny teknik, men oberoende av investeringen.</p>

Figur 6:1

Produktionsfaktorena

Produktiviteten har varierat kraftigt under den uppmätta perioden, särskilt vid seklets början. Ytterligheterna utgörs av -10.5 % år 1901 och +21.1 % år 1905. Genomsnittet för hela perioden är en ökning med 4.3 % per år vilket alltså förklarar största delen av produktionensökningen (Drambo, 1983, s 18, tab 3 och s27, tab 6).



Figur 6:2

Arbete och produktivitet i Sverige 1870-1964

Källa: Drambo, 1982 - s 27, tabell 6

6.1.2

Teknikens betydelse för produktiviteten i Sverige

"Utvecklingsfaktorn", dvs teknikens kvalitativa förbättring, har svarat i genomsnitt för hälften av produktivitetsökningen i Sverige medan kapitalintensiteten, dvs teknikens kvantitativa ökning, svarat för en tredjedel och kapacitetsutnyttjandet för resten (siffrorna gäller 1953-1980). (Drambo, 1982, s 44).

Det finns jämförbara siffror för OECD-länderna som täcker perioden 1953-1980. I Canada, USA, Japan och Danmark svarar utvecklingsfaktorn för ca 30-40 % av förändringen av produktionsvolymen. Motsvarande andel i Frankrike, Västtyskland och Sverige är 50-60 % medan Storbritanien ligger högst på över 80 %.

6.1.3

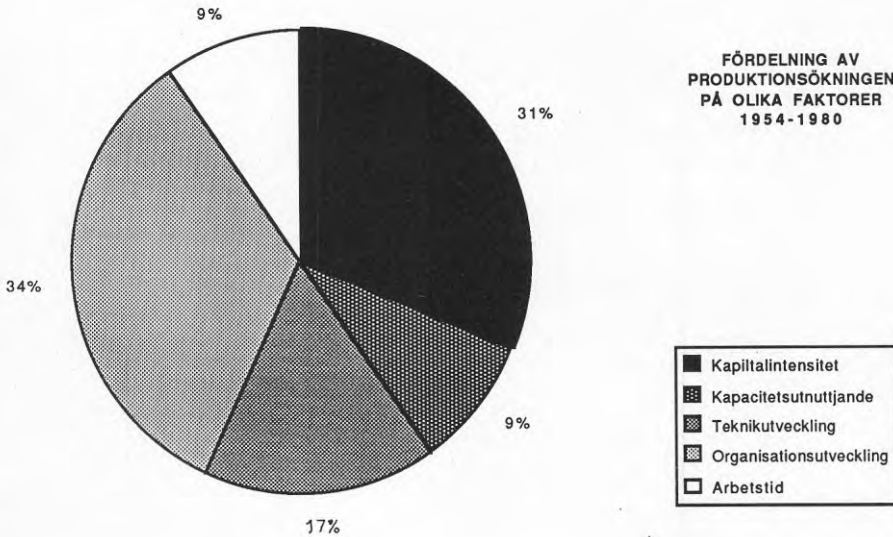
"Teknikfaktorn" och "organisationsfaktorn"

Dataeffektutredningen delar i sitt slutbetänkade upp utvecklingsfaktorn i två komponenter: organisationsfaktorn och teknikfaktorn:

I teknikfaktorn inkluderas endast rent tekniska förbättringar, t ex övergång från en datorgeneration till en annan. Organisationsfaktorn, däremot, avspeglar produktivetsbidraget till följd av organisatoriska förändringar som t ex att de an-

ställda får utbildning på de nya datorerna så att dessa kan utnyttjas på ett effektivt sätt.

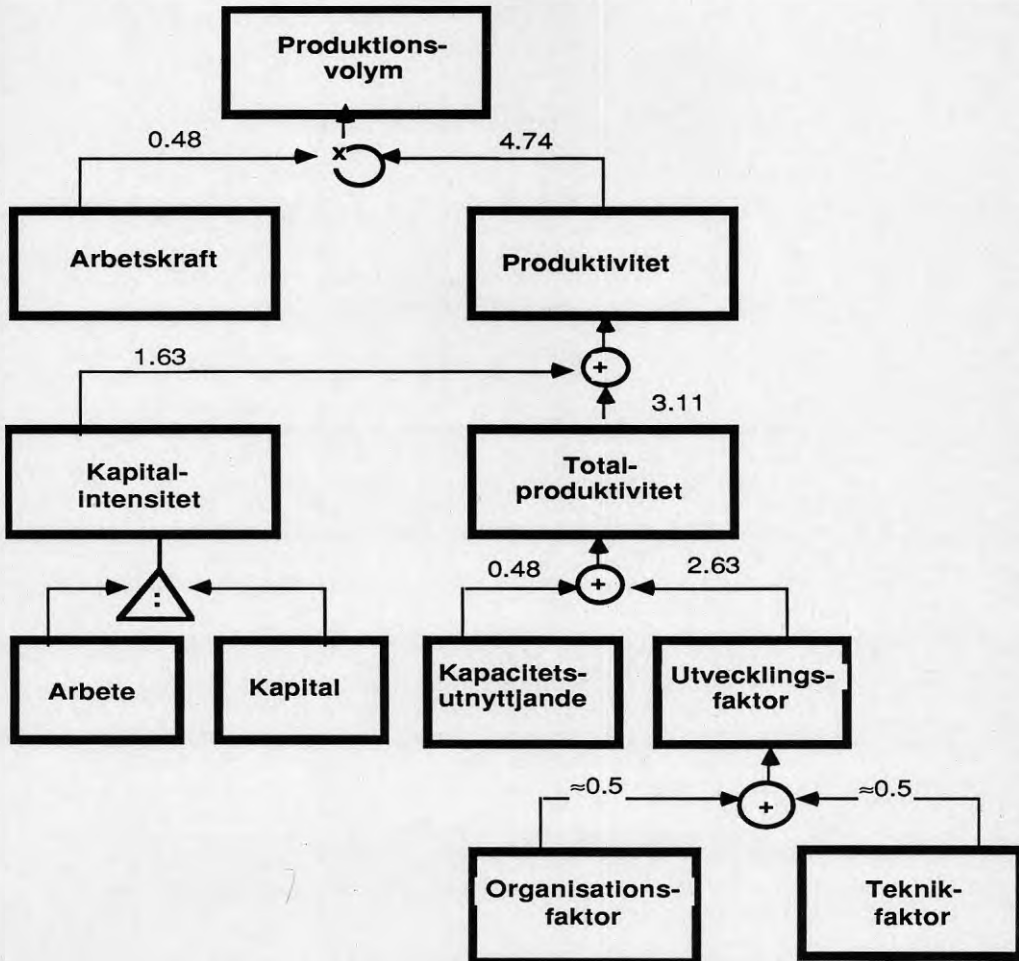
Ett diagram över utvecklingsfaktorn och dess två komponenter mellan åren 1963 och 1981 presenteras (SOU 1984:20 s 130). De två komponenterna är av samma storleksordning vid periodens slut. Teknikfaktorn har haft en jämn tillväxt under perioden. Organisationsfaktorn däremot, steg snabbt fram till 1976 för att praktiskt taget stagnera därefter. Utredningen kommenterar: "Organisatoriska förbättringar, utbildningsstandard, vardagsrationaliseringar, arbetsmiljöförhållanden m m skulle med andra ord betytt mera för produktivitetsutvecklingen än ny teknik, införd direkt via investeringar."



Figur 6:3

Teknikutvecklingens andel av produktionsökningen i Sverige 1953-1980

Källa: Drambo 192 s 41 samt SOU 1984:20 s 130.



Figur 6:4

Produktivitetsmodell

Samband mellan produktionsvolym och olika produktionsfaktorer i den svenska ekonomin.

Källa: Drambo, 1982- s 40, figur 2.

6.2

**Produktionsutvecklingen
i byggbranschen**

Detta avsnitt handlar om teknikens betydelse för produktiviteten i byggbranschen och på vilket sätt användningen av datorer kan påverka valet av produktions sätt.

En viktig del behandlar den osäkerhet som det statistiska materialet för byggbranschen är behäftat med.

6.2.1

Byggproduktionen och arbetskraften

Företagen i Sverige är placerade inom var sin näringsgren i SCB's statistik (enligt SNR eller SNI). Det gör det möjligt att sammanställa samma typ av produktionsmått för de olika branscherna som för landet som helhet: produktion, arbetskraft, produktivitet, investeringar osv.

Givetvis kan gränsdragningsproblem uppstå eftersom ett företag kan bedriva flera typer av verksamheter. För byggbranschens del är detta särskilt problematiskt eftersom praktiskt taget alla företag kan bedriva viss byggnadsverksamhet internt trots att företaget befinner sig i en annan näringsgren. Det blir t ex svårt att bestämma hur mycket byggnadsarbete som utförs totalt. Egenregi-verksamhet utanför byggföretagen ingår i det statistiska materialet t ex normalt reparationsarbeten - dock inte inom kommunerna.

Ett annat problem består i att bestämma storleken av byggandets resultat, dvs byggproduktionen. Det vanliga är att en bransch's omsättning är ett mått på summan av de varor och tjänster som produceras i branschen. Dvs summan av alla utgående fakturor plus lagerinvesteringar. Detta sätt att räkna är inte möjligt att tillämpa på byggbranschen pga att en stor andel av arbetet görs i form av underentreprenader. Samma arbete faktureras alltså flera gånger inom branschen. Det som skulle behövas är rena "kundfakturor".

För att undvika denna dubbelräkning utgår man i stället från summan av de investeringar i byggnader och anläggningar som övriga branscher redovisar, (plus en beräknad korrigeringsfaktor för privatpersoners investeringar i byggnader och anläggningar). Detta sätt att räkna leder dock till ett annat problem: man kan inte veta om de resurser som byggs in i byggnadsinvesteringarna verkligen har passerat byggbranschen. Har alltså de arbetstimmar, de maskiner och det material som har redovisats som byggverksamhet verkligen lett till just den byggproduktion som har beräknats från andra håll?

6.2.2

Produktionsvolym och produktionspris i byggbranschen

Förändringar i byggproduktionens storlek kan härledas från priset på byggnadsinvesteringarna genom justering med byggprisindex (BPI). Beräkningarna innehåller dock vissa systematiska fel.

Byggprisindex är ett mått på priset per m² byggnadsyta. I beräkningarna försöker man justera med hänsyn till kvalitetsskillnader, dock inte komplexitetsgrad. Komplexitetsgraden har ökat under senare tid.

Justeringen för kvalitetsskillnader infördes 1968 och gjordes om 1980. Justeringens effektivitet har sjunkit med åren - 75 % 1980 till 60 % 1984. Dessa två förhållanden gör att BPI kommer därför att tendera att underskatta prisutvecklingen och därmed överskatta produktionsvolymen (Regional kostnadsutveckling, 1985, bilaga 6:1).

6.2.3

Produktiviteten i byggbranschen

Osäkerheten i den totala produktionen och samstämmigheten mellan produktionsresurserna och resultatet gör att även beräkningar om branschens produktivitet blir osäkra.

PRODUKTIVITETEN I BYGGBRANSCHEN 1963-1981

Byggverksamhet	2,33 % per år
Näringslivet	2,66 % per år
Sverige	2,12 % per år

Figur 6:5

Produktivitet 1963-1981

(Produktion minskad med bidrag från sysselsättningen) Underlag: Åberg, 1985

(Produktiviteten ovan är beräknad med utgångspunkt från SM N- produktion inom näringsgren SNR 5000, i fasta priser och antal arbetstimmar. AMS redovisar andra siffror: Under perioden 1970-1980 anges att produktiviteten har utvecklats med 3.8 %/år. (Balansproblem på byggaretsmarknaden, 1985 s 33)

Arbetsproduktiviteten steg under 70-talet mest för de platsbyggda systemen. Detta kan ha samband med att andelen ROT ökade vilket ledde till att stora ansträngningar gjordes för att effektivisera denna del av byggandet. Införande av kranar, maskiner och transportutrustning på byggarbetsplatsen har samtidigt lett till att platsbyggen har framgångsrikt kunnat konkurrera med förtillverkade byggsystem

(Byggmaterialindustrin under 80-talet, 1980, s 39). Detta visar sig också i att produktiviteten för platsbyggen ökade betydligt snabbare än för monteringsystem.

Det finns ganska goda möjligheter att följa upp produktionen inom delar av branschen, nämligen den statligt belånade bostadsproduktionen. Det har gjorts ett antal studier kring dessa vars resultat har fått utgöra ett närmevärde för byggandet i övrigt också (t ex Salaj, 1982 och Regional byggkostnadsutveckling, 1985).

Några kommentarer om produktiviten

Dessa siffror som inte är särskilt betydande när det gäller effektiviteten i arbetsmetoder och organisation eller branschens mekanisering. Ändringen i objektstorlekarna och byggnadernas produktionsvänlighet under och efter miljonprogrammet spelar en stor roll för åtgången av resurser i byggandet.

Objektstorleken i bostadsproduktionen sjönk t ex under 70-talet med en 1/3, från 35 900 m³ till 23 100 m³. (Salaj, 1982, s 54) Större byggnadsobjekt främjar produktiviteten generellt men detta är mest accentuerat vid hantverksmässig produktion. Vid monteringsystem konkurrerar de små objekten väl i produktivitet. (Detta antyder att effekten av långa serier är viktig på byggplatsen. I byggnadsmaterialindustrin uppnås ju långa serier mer oberoende av objektesstorlek.)

"Produktionsvänligheten" hos den arkitektoniska utformningen, dvs upprepning och enkelhet i byggnadsutformning, har minskat efter miljonprogrammets utgång, vilket har ökat byggpriserna och arbetsinsatsen med uppskattningsvis 10-20 % (Salaj, 1982 s 71).

Byggkostnadsutredningen redovisar några komponenter i byggnadernas komplexitet: medelyta/lägenhet, takyta/lägenhet, Yttervägg/lägenhet, värmesystem, övrig utrustning (Regional kostnadsutveckling, 1985).

De sammanfattande tabellerna (tabell 20 och 21) antyder att det är dyrare att bygga i Stockholmsområdet oavsett hur komplicerat objektet är. Skillnaden mot övriga landet är faktiskt större när det gäller enkla objekt. Kostnadskillnaderna mellan Stockholm och övriga landet hade dock inte ökat mellan 1978 och 1984, däremot hade andelen komplicerade objekt i Stockholm ökat.

6.2.4

Sammanställning av produktionsfaktorerna

Arbete
+ Kapital
+ Material
+ Överskott
<hr/>
= PRODUKTION

Ovanstående ekvation kan användas som en beskrivning av delposterna i den färdiga byggproduktionen. I ett givet läge har de olika komponenterna givna proportioner. En tumregel säger t.ex att kostnaden för arbete och material i ett normalt bygge är lika stora.

I ett längre tidsperspektiv består utvecklingen av produktionsmetoderna just i den ena, mer produktiva faktorn växer på bekostnad av den andra.

Kostnadsutvecklingen för de olika faktorerna finns redovisad för flerbostadshus.

KOSTNADSUTVECKLING I BYGGBRANSCHEN 1968-1984

Material	384 %
Underentreprenader	360 %
Arbetslöner	429 %
Tjänstemannalöner	390 %
Maskiner	310 %
Transporter	400 %
Elkraft o drivmedel	500 %
Övriga kostnader	344 %

Figur 6:6

Prisändringar 1968-1984 för olika kostnadsslag i FPI (Faktor pris index)
 Källa: Regional byggkostnadsutveckling, 1985.
 Bilaga 6.1

Kostnadsutvecklingen för de olika faktorerna har varit av samma storleksordning. Prisökningen inom de olika grupperna har dock skett vid olika tillfällena. Det har också inträffat förskjutningar mellan de olika kostnadsslagen på detaljnivå - t ex kan andelen material ha ökat i alla typer av objekt samtidigt som en större andel ROT-byggande med högre andel arbete har verkat åt motsatt håll.

Resultatet har också blivit ganska oförändrade andelar för de olika kostnadsslagen.

BYGGPRODUKTIONENS FÖRDELNING PÅ OLIKA FAKTORER 1968 OCH 1984

	% 1968	% 1984	% 1984 justerad för respektive prisändring	
Material	36	37 (+1)	37	(+1)
Underentreprenader	15	16 (+1)	14	(-1)
Arbetslöner	22	26 (+4)	23	(+1)
Tjänstemannalöner	12	9 (-3)	9	(-3)
Maskiner	5	4 (-1)	5	(0)
Transporter	1	4 (+3)	4	(+3)
Elkraft o drivmedel	2	1 (-1)	2	(0)
Övriga kostnader	9	5 (-4)	6	(-3)

Figur 6:7

**Prisändringar 1968-1984 för olika kostnads-
slag i FPI (Faktor pris index) Källa: Regional
byggkostnadsutveckling, 1985. Bilaga 6.1**

Av den justerande jämförelsen framgår att användningen av maskiner resp energi är oförändrad. Både arbetsvolymen och materialvolymen har ökat något (1%) medan transportvolymen har ökat mer (3%). Volymen underentreprenader har minskat. (Allt detta gäller byggande av flerbostadshus med statlig belåning.)

	%	1974	1982
	Arbete 1)	36	33
+	Kapital 2)	9 (10)	9 (11)
+	Material 3)	41	35
+	Överskott 4)	11	14
	Rest	3 (2)	9 (7)
=	PRODUKTION 5)	100	100
1) Arbete=	löner inkl koll avg (SN M app 4)		
2) Kapital=	kapitalförflitning (SN M app 4)		
	+ reparationer mm (=0.4 * kapitalförflitning)		
	(Byggföretagens maskinresurser, 1979)		
	+ investeringar		
(Kalpital) =	Kapital enl ovan		
	+ andel inhyrda maskiner (SBEF) * kapitalkostnader		
3) Material =	Sind 1977:5 och Lindroth, 1985 (se figur 2-21		
4) Driftsöverskott	(SN M app 4)		
5) Produktion			
1982=	Produktion (SN M)		
1974=	Uppgift om produktion saknas.Omräknat från förädlingsvärde 1974 med samma förhållande förädlingsvärde - produktion som 1975.		

Figur 6:8 **Produktionens resursefaktorer i bostadsbyggandet**

Ett försök till total beskrivning av de olika faktorerna för hela byggbranschen presenteras ovan. Beräkningarna bygger i huvudsak på nationalräkneskaperna justerade med några parametrar för att komplettera bilden i brist på bättre underlag.

6.3

Mekanisering

En viktig aspekt för den här utredningen är vilken roll mekaniseringen har haft i byggbranschen. Det finns tyvärr inte några säkra statistiska uppgifter som beskriver mekaniseringsgraden. I nationalräkneskaperna redovisas "kapitalstockar" och "kapitalinvesteringar" båda fördelade på dels byggnader och anläggningar och dels maskiner, drivmedel och inventarier.

Posten "Byggnader och anläggningar" kan antas utgöras av dels lokaler för administration och materiallager och dels direkta affärsinvesteringar i fastigheter under byggnad eller för uthyrning. Den här posten kan inte utgöra ett mått på den tekniska utvecklingen.

Posten "maskiner, drivmedel och inventarier" är sannolikt att betrakta som produktionsmedel. Men även denna post är missvisande som mått på den produktionstekniska utvecklingen i branschen. En väsentlig del av summan utgörs sannolikt av bodar, alltså personallokaler.

I en studie utförd av SBEF har maskinresurserna i 5 byggföretag granskats mellan 1975 och 1979. Studien visar att 40-45% av maskininvesteringarna utgjordes av bodar, vagnar och elutrustning - vilket kanske avspeglar en tillfällig uppräckning p.g.a ökade krav på personal- lokaler (Byggföretagens maskinresurser 1979, 1980. Kap 1.)

Men även om kapitalposten "Maskiner, drivmedel och inventarier" i stort sett utgör av produktionsmedel är den i stället ett otillräckligt mått: viktiga poster som saknas för bedömningen av teknikutvecklingen.

En stor och växande del av byggföretagens maskiner hyrs nämligen från andra företag. Dessa maskinuthyrare är inte alltid klassade som företag inom branschen. Deras ursprung kan ha varit som tillverkare av utrustning, transportföretag o.dyl och de ingår i sina gamla branscher trots att de står för den kanske viktigaste parten av nyinvesteringarna i produktionsutrustning för byggbranschen.

Kapitalvolymens bidrag till produktiviteten har beräknats av Åberg:

KAPITALVOLYMENS BIDRAG TILL PRODUKTIVITETEN
I BYGGBRANSCHEN 1963-1981

Byggverksamhet	0.66 % per år
Näringslivet	1.04 % per år
Sverige	0.97 % per år

Figur 6:9

**Kapitalvolymens bidrag till produktiviteten
i byggbranschen 1963-1981** Källa: Åberg, 1985

6.3.1

Kapacitetsutnyttjandet i byggbranschen

Kapacitetsutnyttjandet, som kan vara ett stort beräkningsproblem i andra branscher bör vara av mindre betydelse inom byggandet. I SBEF's maskinstudie visas att maskinerna utnyttjades i närmare 80% av de kalkylerade dagarna (med beräknad bortfall för reparationer, mm). Om man justerar för maskinernas värde har utnyttjadetiden varit nära 90% av den kalkylerade - dvs att de nyaste och mer avancerade maskinerna har utnyttjats mest.

I och med att andelen hyrmaskiner ökar bör kapaciteten ha kunnat utnyttjas i än högre grad. Det mått på kapacitetsutnyttjande som kan beräknas ur nationalräkneskapernas uppgifter är:

KAPACITETSUTNYTTJANDETS BIDRAG TILL
PRODUKTIVITETEN 1963-1981

Byggverksamhet	0.35 % per år
Näringslivet	-0.05 % per år
Sverige	-0.11 % per år

Figur 6:10

Kapacitetsutnyttjande 1963-1981
(=utnyttjandegrad) Källa: Åberg, 1985

6.3.2

Utvecklingsfaktorn i byggbranschen

"Utvecklingsfaktor" är en beteckning för resultatet av de investeringsanknutna produktivitetsförändringarna - den s.k teknikfaktorn - och övriga, icke investeringsbundna produktivitetsförändringarna - den s.k organisationsfaktorn.

(Det är viktigt att påpeka att olika källor använder skilda beteckningar på produktivitetsfaktorer. Inte sällan används samma benämning på olika mått!)

 UTVECKLIINGSFAKTORNS BIDRAG TILL
 PRODUKTIVITETEN 1963-1981

Byggverksamhet	1.95 % per år
Näringslivet	2.50 % per år
Sverige	2.28 % per år

Figur 6:11

Utvecklingsfaktor 1963-1981 ("teknikfaktor")
 Källa: Åberg, 1985

En förklaring till den relativt låga investeringsvolymen och investeringstakten kan ligga i flexibilitetsaspekten. Möjligheten att anpassa arbetsstyrkan till uppdragsvolymen har varit större än möjligheten att anpassa maskinkostnaderna. Genom objektsanställningen har man alltså kunnat avskeda folk medan räntorna på inköpta maskiner har dragit räntekostnader.

Objektsanställningen har möjligen varit till hinder i teknikspridningen även på ett annat sätt. Man har satsat i första hand på maskiner som man med säkerhet har vetat kan bli använda - dvs konventionella, kända produkter.

I framtiden kan förutsättningarna förändras. Dels på maskinsidan genom att maskiner hyrs i större utsträckning, dels på arbetskraftssidan genom att byggnadsarbetare är tillvidare-anställda. En modell för kapacitetsutjämning som kan bli aktuell även för entreprenörerna är in/utlåning av personal för att klara tillfälliga volymförändringar - en modell som konsultbranschen använder sig av.

6.3.3

Teknikfaktorn i byggbranschen

Investeringar och avskrivningar

Investeringarna redovisas i nationalräkneskaperna för hela branschen (SNR 5000). Ett mått på det rena kapitaltillskottet kan fås genom att justera de årliga investeringarna med hänsyn till prisutvecklingen på maskiner.

Avskrivningarna redovisas som kapitalförslitning. Avskrivningarna skulle kunna vara ett mått på kapitalstockens ålder. I den ovan nämnda studie räknar SBEF att avskrivningarna motsvarade 1.3% - 1.5% av företagets fakturering. I samma studie redovisas maskinernas ålder: ca 10% hade inköpts under det senaste året, ca 50% var under 5 år och ca 25% var äldre än 10 år (Byggföretagens maskinresurser 1979, 1980. Kap 1.).

6.3.4

Organisationsfaktorn ?

Det finns inga färdiga uträkningar av organisationsfaktorns betydelse för byggbranschen. Ändå står det klart att förmågan att organisera verksamheten på byggplatsen effektivt utgör byggnadsindustrins praktiskt taget enda konkurrensmedel i förhållande till byggmaterialindustrin - och en förutsättning för fortsatta uppdrag. Alternativet kan annars vara att byggherrar avstår från att investera i byggnader och söker klara sig längre tid med befintliga anläggningar.

Organisationsfaktorn brukar beräknas som en restpost. Osäkerheten i övriga siffror angående byggbranschen gör det dock önskvärt med andra mått.

Här ska endast nämnas några förslag utan anspråk på att dessa mått är rena och uttömmande:

- Utvecklingen av m²-priset i komplexa byggnader i förhållande till övrigt byggande.
- Utvecklingen av m²-priset i ROT i förhållande till övrigt byggande.
- Utvecklingen av m²-priset inom fasta objektsstorlekar i förhållande till övrigt byggande.

Byggmetoderna indelas enligt Salaj i tre typer:

- traditionella metoder,
- rationaliserade traditionella metoder och
- monteringsfärdiga system

Med "rationaliserade traditionella" metoder menar Salaj de starkt mekaniserade byggmetoder som tillämpades företrädesvis vid de stora objekten. Deras andel av byggandet sjönk i takt med nybyggandets nedgång under 70-talet.

Byggmetoder	1971	1975	1977	1980
Traditionella	9.5	12.9	17.3	24.4
Rational. traditionella	74.2	78.2	76.9	69.0
Monteringsfärdiga	16.3	8.9	5.8	6.6

Figur 6:12

Byggmetoder under 70-talet
Källa Salaj, 1975 tab 6:3

6.4 Förtillverkning

6.4.1 Ett försök till definition

Förtillverkningen är en speciell form av mekanisering, arbetet flyttas till fast industri. Hur förhåller det sig med förtillverkningen i byggandet? Något enkelt svar finns inte att få och problemen är många. Det första gäller att definiera vad som menas med förtillverkning. Ur byggplatsens synpunkt är det frågan om hur stora insatser som krävs för att få de byggvaror som köps på plats.

En sammanräkning i pengar av andelen materialkostnader skulle kunna vara ett mått på andelen förtillverkning.

Det problem som uppkommer här är att skilja ut den eventuella standardhöjningen eller produktkvalitén från "rena" förändringar av produktionsmetoderna. Det kan vara frågan om att beställaren väljer större andel fast utrustning på bekostnad av inredning, att modet på ytskikt ändras från t.ex målning till träpaneler osv, vilket skulle kunna påverka andelen materialkostnad i byggandet. Sådana ändringar kan å andra sidan vara påverkade av om förtillverkade produkter är konkurrenskraftiga. Konkurenskraften kan ses på olika sikt, som ren byggkostnad, föränderbarhet eller underhåll.

6.4.2 Förtillverkningen fram till idag

Tills vidare finns endast ett fåtal siffror att tillgå. Andelen byggmaterial av de totala byggkostnaderna minskade samtidigt i byggproduktionen från 41% 1974 (SIND 1977:5 s 50) till 35% 1982 (Lindroth, 1985 s 20). Branschens förädlingsvärde av bruttoproduktionen var 1974 38% och 1982 34%. (Siffrorna är kanske överaskande och borde utredas vidare. Beror den mindre materialåtgången på ROT-byggandet? Beror den lägre förädlingsgraden på ett annat sätt att räkna, redovisa eller samla in uppgifter?)

	1974	1982
Andel byggmaterial	41%	35%

Figur 6:13

Förtillverkning i byggnadsindustrin

Andel insatt byggmaterial av det totala produktionsvärdet samt byggnadsindustrins förädlingsgrad. Källa SIND 1977:5 och Lindroth, 1985

Nu vet vi att byggverksamhetens inriktning har ändrats på ett sätt som kan ha påverkat graden av förtillverkning utan att byggnadstekniken i sig behöver ha ändrats. Ett annat, och kanske mer relevant mått på förtillverkningen skulle kunna vara andelen material för nybyggnad resp ombyggnad av samma typ av objekt och i samma sotrleksklass. Underlag till sådana bedömningar saknas idag. Faktum att ombyggnadsarbetet har rationaliserats tyder på att även en större andel prefabricering kan ingå i ombyggnaderna idag.

Men skilnader i byggverksamhetens inriktning kan innebära att det efterfrågas andra typer av produkter. Några typer av förtillverkning är:

- Material, t.ex lösvirke
- Halvfabrikat, t.ex kapvirke, skivor
- Element, t.ex modulelement, lättreglar
- Komponent, t.ex väggkomponent (hel rumsvägg)
- Delsystem. t.ex stomsystem, undertakssystem
- Komplet system

Ett mått på förtillverkningens koppling till byggteknik kan fås genom att följa olika typiska produktgruppers volym t.ex stommateriäl, stomkompletteringar, inredning och beklädnadsmateriäl, installationer och anläggningar. SIND arbetar f.n med att utreda byggmaterialindustrins produktion och framtid. Man följer 32 olika materialgrupper och deras användning i olika typer av objekt inom nybyggnad respektive ROT. Resultatet blir ett antal koeficienter som kan bilda underlag för prognoser för marknaden för byggmaterial vid olika förändringar av byggproduktionens inriktning. SIND går tillbaka i tiden till mitten på 70-talet i sina statistiska bearbetningar.

6.4.3

Förtillverkningen i framtiden

Förtillverkningen i framtiden bedöms komma att öka. SIND anför ett antal skäl till detta.

Funktionsorienterade krav från beställaren antas ersätta allt mer detaljprojekterad upphandling. Det borde öka intresset för systemutveckling inom materialindustrin. Prefabriceringen kommer att inrikta sig mer mot småelement som kan hanteras med mindre maskiner på bygget, och även i ROT-projekt. Däremot kompletteras systemen med tillbehör, anvisningar och de specialverktyg som hör till.

Traditionella material kommer att kunna hanteras mer rationellt och nya produkter av komposittyp (skikt av olika material) som svarar mot nya funktionskrav utvecklas. Kraven på god arbetsmiljö på bygget medverkar till att material som kräver mindre bearbetning kommer att användas i högre utsträckning, t.ex kvarsittande form eller

flytbetong.

Förtillverkning inom de i framtiden aktuella produkttyperna (blandad produktion av kontor, allmänna byggnader, mindre institutioner; stor andel ombyggnad) och objektstorlekarna (mindre storlekar) förutsätter förtillverkning av en annan typ en hittills. SIND räknar räknar upp ett antal utvecklingsområden för byggmaterialindustrin:

- mindre enheter
- färdigbehandlade enheter
- anpassbara enheter.

7 Automatisering

Automatisering

7.1

Robotar på byggplatsen?

I detta avsnitt redogörs för läget i utvecklingen av automatiska system för byggbranschen och de konsekvenser som kan skönjas nu. Diskussionen utgår ifrån robotar, som utgör en långtgående automatisering - robotarna antas kunna arbeta "självständigt" i stor utsträckning. Andra automatiska maskiner kan sägas utgöra steg på vägen. De diskuteras som alternativ till robotarna i olika avseende. Det är en accepterad sanning att byggbranschen är eftersatt när det gäller robotisering och andra automatiska tillverkningssystem. Tillverkningsindustrin ligger långt "före".

Flera skribenter klagar på att byggnadsindustrin satsar så lite på forskning och utveckling av maskiner. Orsaken anses ligga i branschens organisation. Branschen är splittrad i många typer av företag. Dessa är ofta små och saknar utvecklingsresurser. Dessutom arbetar byggföretagen oftast med projekt vilket tenderar att göra deras satsningar kortsiktiga. Det hela försvåras av att byggverksamhet erbjuder ovanligt svåra förhållanden i form av klimatpåfrestningar, tunga enheter och en ständigt varierande miljö.

Inte heller tycks de svenska robottillverkarna vara särskilt intresserade av att utveckla system för byggbranschen. Som exempel anges att på det 13:e internationella symposiet för robotar 1983 presenterades 260 robotar. Ingen av dessa var avsedd för byggnadsindustrin. (Boyd 1983). Ett annat exempel att av ett uppskattat antal av 300000 robotar i världen i början av 80-talet användes knappast någon kommersiellt inom byggbranschen (Warszawski, 1985-3). Å andra sidan har kanske inte robottillverkarna heller resurser att satsa på svåra och alltför osäkra projekt. Av ca sextio robottillverkare i USA visade endast sju företag vinst 1984. (Reinschmidt, 1985).

Den utveckling som pågår, med åtföljande diskussioner och bedömningar sker idag i de stora industriländerna - Japan, USA, Frankrike. Därifrån kommer också huvuddelen av den litteratur som har använts i detta kapitel.

En utgångspunkt för diskussionen är att hitta hindren för en utveckling av automatiska system. Man utgår från arbetsmomenten i branschen och försöker därifrån definiera kraven på automatiska system.

Nästa steg är att utveckla prototyper för att lösa olika delproblem. Flera stora företag och forskningsinstitutioner arbetar med detta.

Utvecklingsarbetet ger underlag till att bedömma kostnader och vinster med automatisering. Kan det bli lönsamt? Vilka är problemen?

Man arbetar samtidigt från motsatt håll: vilka förhållanden skulle underlätta automatiseringen på byggplatsen? Resultatet blir skisser av framtida byggteknik och produktionssystem.

7.1.1

Olika typer av datorstödda tillverkningsystem

Det förekommer olika indelningar av datorstödda och mer eller mindre automatiska maskiner i litteraturen. En av dessa, som förefaller mest klar och användbar relateras här (Reinschmidt, 1985):

Robot	är en maskin med en tillhörande programmerbar dator som kan översätta sina instruktioner till användbara rörelser. Roboten skiljer sig från datorn genom att datorn bara behandlar information utan att utföra några rörelser.
Automat	eller automatiskt, programmerbart verktyg innehåller ingen dator. Den utför endast en rad inbyggda funktioner eller givna instruktioner.
Fjärrstyrd maskin	betecknar en maskin eller verktyg som manövreras på avstånd av en människa.
Telerobot	utgör en mellanklass av maskiner som kan styras dels av den egna inbyggda datorn och dels fjärrstyras av en människa.

Vad gör då robotar?

Ca hälften av de robotar som används i industrin idag utnyttjas för plockningsarbete. I övrigt används robotar främst för verktygstillverkning, svetsning, målning, gjutning och skärning, på- och avlastning.

För att utföra dessa operationer har robotar följande typer av beståndsdelar:

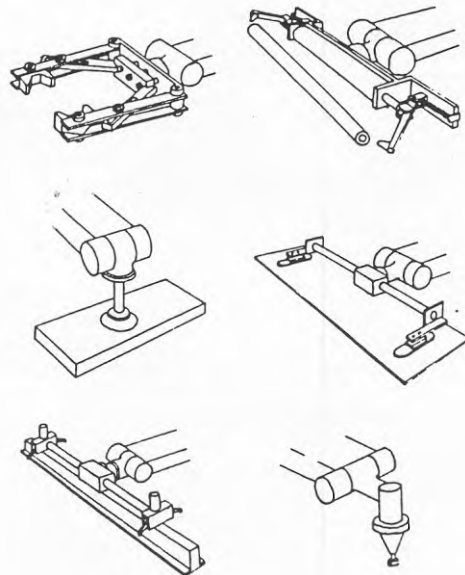
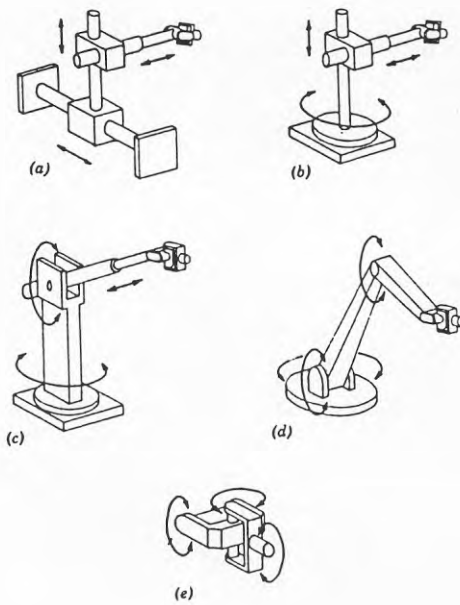


Fig 7:1

Robotarnas uppbyggnad: exempel på manipulatorer och gripdon

Manipulatorer främst bestående av en "arm" och en "vrist". Det finns stora variationer i räckvidd, lyftförmåga och rörlighet. En speciell typ utgörs av den svenska roboten från "Spine robotics" som snarare bör jämföras med en ryggrad. Roboten har extremt bra rörlighet och åtkomlighet i trånga utrymmen.

Gripdon motsvarar handen hos människan och används för att gripa tag i de objekt som ska hanteras. Det finns olika typer av klor och hållare anpassade till olika behov.

Förflyttning krävs vanligtvis inte av robotar i den fasta industrin. Roboten installeras i ett fast läge och man använder olika transportsystem för att förse den med arbetsmaterial. Det skulle dock kunna gå att göra roboten flyttbar genom att montera den på ett rörligt underrede.

Styrssystem kontrollerar maskinens rörelser. Roboten programmeras för att utföra de rörelsesekvenser som ingår i olika arbetsuppgifter. Man kan skilja på i huvudsak två typer av styrssystem: öppna respektive slutna förlopp ("open loop" respektive "closed loop"). Öppna förlopp är mottagliga för impulser från omgivningen som startar, avbryter eller ändras rörelseskemat. Slutna system har ett förprogrammerat handlingsmönster som måste startas av människor och kan inte påverkas av impulser under gång. Gränsen kan vara flytande beroende på hur långa sekvenser maskinen utför utan att ta in ny information. De öppna systemen är givetvis mer avancerade.

Den information som behövs till styrningen av roboten kan hämtas från olika källor. Dessa kan vara:

- CAD-baserade bygghandlingar
- CAD-baserade "relationsritningar" ("as built"), dvs uppmätning av det som faktiskt är byggt. Detta kräver att sådana exakta handlingar upprättas kontinuerligt under bygget.
- Sensorer, dvs maskinens känselspröt. Det kan gälla orientering i rummet, förmåga att undvika kollisioner, förmåga att känna igen olika objekt, färger mm. Sensorerna kan bygga på olika tekniker som lasermätning, ultraljud, värme, ljus, ljud, struktur osv. En enklare användning består av att maskinen stannar då den sensorer ett bestämt utslag. En mer avancerad tillämpning innebär att den modifierar rörelsemönstret i enlighet med sensors mätvärden.
- Direktstyrd start och stopp.
- Fjärrstyrning som startar, avslutar eller ändrar rörelseschemat.

- Uppmärkning av komponenter. Det innebär att material och byggdelar märks upp på ett sätt som tillåter roboten att identifiera dem (jfr streckkoder eller sjömärken som reflekterar radiovågor). Dessa signaler kan användas av roboten för att identifiera sin position eller lokalisera material.

De system som följer ett förutbestämt mönster eller förutsätter ett mänskligt ingripande i styrningen blir givetvis enklare än de som själva anpassar sig till miljön.

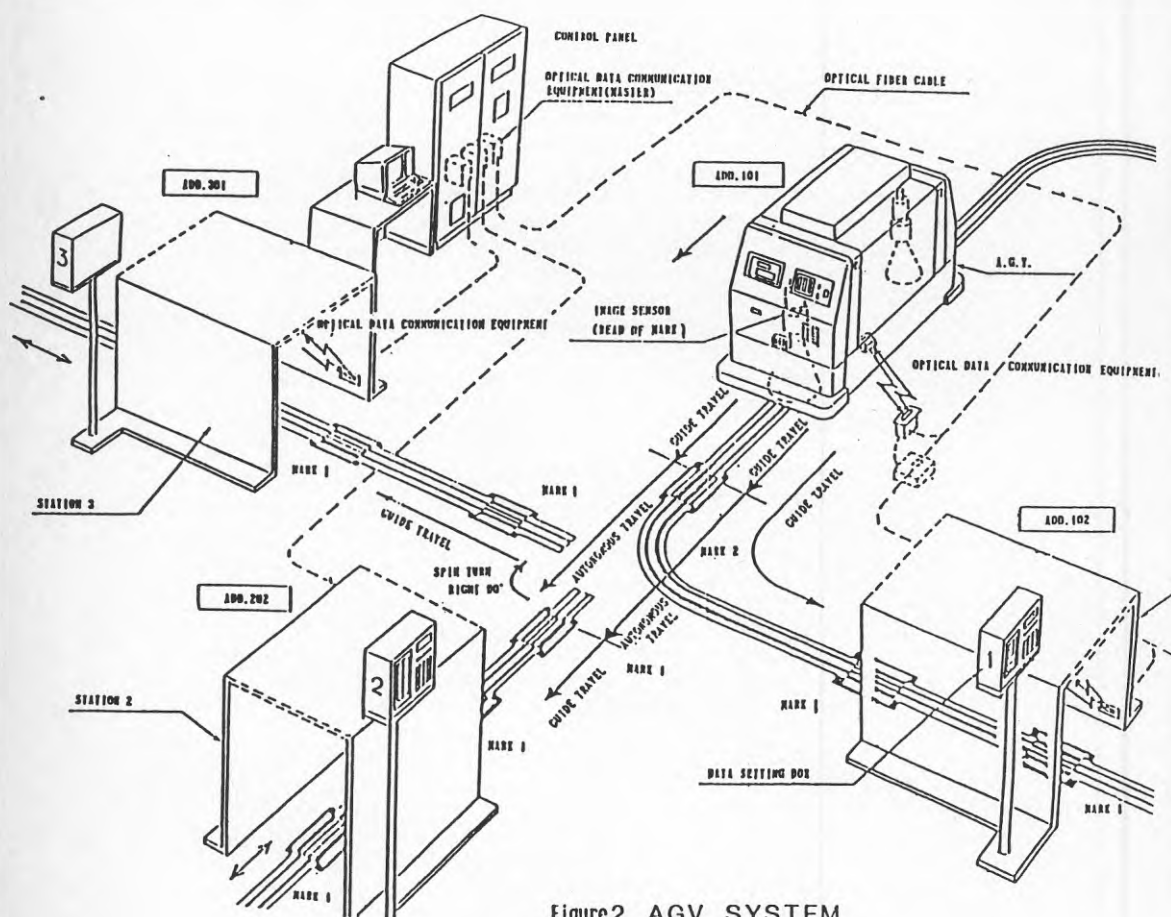


Figure2 AGV SYSTEM

Figur 7:2

Självorienterande robot. Roboten "ser", den följer en i förväg markerad slinga försedd med reflektorer, eller kan förses med ett bildtolkningssystem. Källa A. Nakamura, AI 87, Osaka Japan

7.2

Vilka krav ställer byggandet på automatiska produktionssystem

Olika forskningsprojekt har arbetat med att definiera vilka speciella krav byggnadsindustrin kan ställa på egenskaperna hos en robot. Utgångspunkten är givetvis att roboten ska ersätta hela eller delar av arbetsmoment som människor skulle behövt göra. Inte oväntat visar det sig att byggnadsarbetet ställer extrema krav i många avseenden.

Flera forskare utgår från en uppdelning i olika arbetsmoment inom byggandet för att få fram en lista på egenskaper hos robotar för byggbranschen.

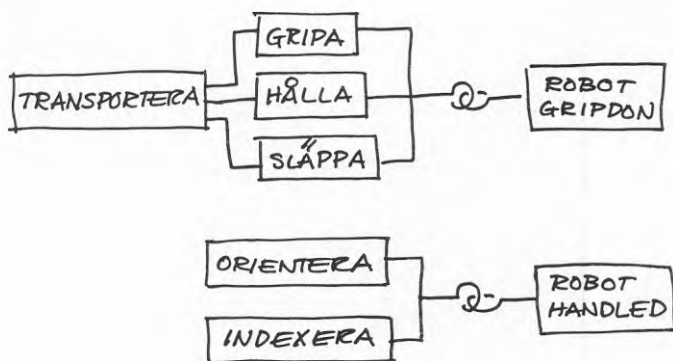
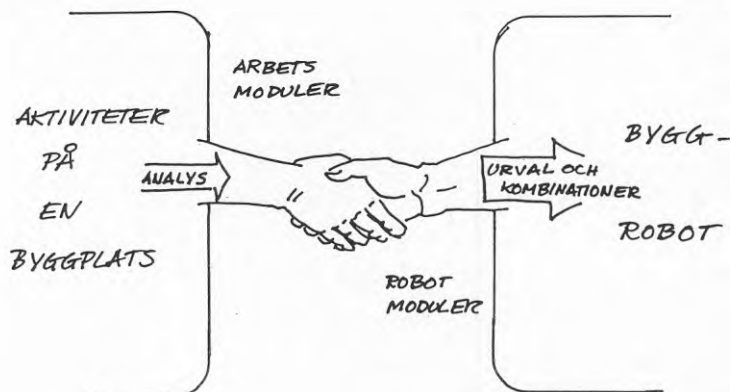
Aktivitet	Beskrivning	Exempel
Positionering	Placera ett stort objekt med en viven orientering	Rensning av stålstomme, ihopfogning av prefab
Förening (förband)	Fästa en komponent på en yta	Spika, bulta, svetsa
Fästa	Positionera och fästa ett objekt på en yta	Fastsättning av gångjärn
Slipning (finishing)	Kontinuerlig mekanisk påverkan	Polera, slipa, borsta
Bestrykning	Belägga en yta med flytande material	Målning, putsning, limspridning
Gjutning	Betonggjutning i form	Pelare, väggar
Bygga	Lägga block på varandra i önskat mönster	Tegel, stenar
Inläggning	Lägga mönster på en yta	Kakel, golvplattor, brädor
Täckning	Rulla ut material över en yta	Tapeter, golv
Hopfogning	Fogar mellan element	Svetsning, murning

Figur 7:3

Uppdelning i robotfunktioner med exempel på motsvarande arbetsmoment.

Källa: Warzsawski, 1984, tabell 4-1.

Utgående från en liknande uppdelning av arbetsmoment har bl.a den japanska professorn Yukio Hasegawa presenterad en modell för översättning av de olika rörelserna till motsvarande maskinkomponenter.



Figur 7:4

Samband mella "arbetsmoduler" och robotens "hårdvarumoduler".
Källa: Hasegawa & Tamaki, figur 4

Olika forskare har definierat krav som kan ställas på robotar i byggbranschen. Warszawski's redovisar följande kriterier (Warszawski 1985-1):

Manipulatorer

- lyftförmåga inomhus på 10-30 kg.
- lyftförmåga utomhus - större men kan kombineras med konvensionella kranar el.dyl.

Gripdon

- gripdon för plockningsuppgifter
- verktyg för speciella arbeten som svetsning, målning, pustning mm.

Styrning

- förprogrammerade sekvenser kan komma till praktisk användning i materialindustrin eller på stora ytor som målning, betonggjutning mm.
- samarbete människa-robot krävs i övriga fall

Sensorer

- de viktigaste "sinnerna" är ytkänsl, avståndsbedömning och syn
- de viktigaste uppgifterna för sensorer är att undvika kollisioner, kontrollera sitt läge i förhållande till de uppgifter som ska utföras, kontrollera resultatets kvalité och styra mot en önskad punkt.

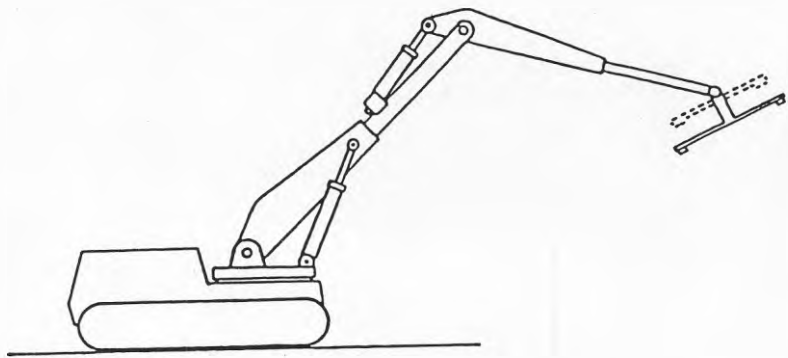
Warszawski föreslår fyra typer av robotar:

1 Monteringsrobot

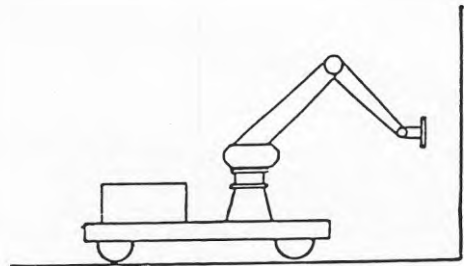
Roboten skulle användas för sammankoppling av förtillverkade element. Räckvidden behöver vara 20-25 m och den bör lyfta 1-3 ton. Armen behöver ha 3-4 FG (frihetsgrader dvs rörelseriktningar) och gripdonet ytterligare 2-3 FG. Gripdonen kan bestå av krokar eller magneter. Arbetsmaterialet måste sannolikt placeras noggrant på plats. Roboten skulle kunna ersättas av en fjärrstyrd maskin, t.ex en utvecklade kran. (Kommentar: monteringsarbete är inte idag robotiserat i någon större grad ens i den fasta industrin.)

2 Generell robot

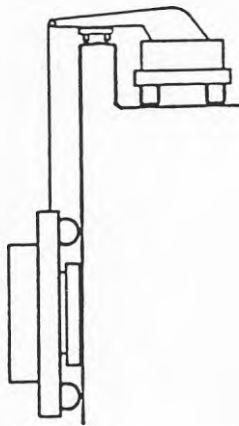
Roboten skulle användas för arbeten inomhus som målning eller spikning. Roboten skulle behöva installeras tillfällig på varje nytt arbetsutrymme. De arbetsuppgifter som är aktuella kräver att armen har 5-6 FG och vristen ytterligare 3-4 FG. Räckvidden har satts till 3-4 m vilket bör räcka till ett vanligt rum. Lastförmåga behöver antagligen inte överstiga 20 kg.



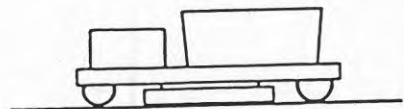
1a. Assembly Robot



1b. General Purpose Robot



1d. Exterior Wall Robot



1c. Floor Finishing Robot

Figure 5-1: Construction Robots

Figur 7:5

Fyra robotar för olika tillämpningar inom byggbranschen

Idéprojekt för utveckling av robotar.
Carnegie-Mellon universitetet, USA.
Källa: Warszawski 1984, fig 5-1)

Den bör kunna förse med olika verktyg. Styrningen kan göras genom förprogramering eller lärande (en människa för robotens arm varvid roboten spelar in rörelseschemat och upprepar det).

Det kan vara intressant att nämna att den svenska "rygggradsroboten" har ungefär de egenskaper som beskrivs ovan. Vid ett samtal med firman 1985 hade man fått förfrågan från ett byggföretag om att anpassa roboten till målning på bygge. Man konstaterade då att det var inte någon ekonomisk lösning. Rummen skilde sig från varandra i olika detaljer, vilket roboten inte kunde "se". Roboten skulle visserligen kunna måla ett rum något fortare än en människa men flyttning och nyinstallation kunde räknas i timmar. En enklare flyttning t.ex på vagn eller från en byggställning skulle bli för dyrt. Åtminstone vid den tidpunkten...

3 Robot för ytbehandling av golvytor

En sådan robot skulle kunna användas för borstning, limspridning mm på stora golvytor. Roboten avses vara monterad på en vagn där också materialet lastas. Robotens arm behöver en viss, begränsad rörlighet. "Roboten" skulle kunna vara fjärrmanövrerad eller förprogramerad och "ledd" genom kritiska punkter. De kritiska punkterna skulle utgöras av speciella tillfälliga hinder eller inbyggda kontakter.

4 Robot för ytbehandling av fasader

Denna typ av robot skulle kunna användas för målning, putsning och instektion av ytskiktets kvalitet på större fasadytor. Roboten avses bli placerad på en vagn som hängs ner från takfoten. Vagnen skulle röra sig upp och ner efter fasaden samtidigt som robotarmen har en rörlighet som tillåter den att täcka en remsa av 2-4 meters bredd.

Även denna maskin skulle kunna vasra fjärrstyrd. Alternativt skulle den kunna styras av seende sensorer eller kontaktsensorer.

7.3 **Hur långt har man kommit**

7.3.1 **Pågående utveckling**

Evans sammanfattar ett antal angränsande projekt redovisade på en konferens i USA 1985 (Evans, 1985 - avsnitt 2)

- Analytisk fotogrametri - ett tre dimensionellt mättningsverktyg för industrin. Kan bidra till utvecklingen av sensorer. (Fraser vid Geodetic Services inc.)

- Macrometri - mätteknik för stora strukturer (Haight vid Martin Marietta Aerospace)
- Motorolas positioneringssystem för automatisk materialhantering (Gans vid Gans&Pugh associates)
- Automatisk kontroll av datafångst för byggutrustning - dvs automatisk uppföljning av byggets framskridande (Boyd & Paulson på Stanford university)
- Mätningsteknologi mm. Fem projekt som stöd för utveckling av intelligenta robotar för byggnadsbranschen: kontaktsensorer, magnetiska sensorer, sensorer för att följa element under ytan (t.ex ledningar under mark), ljudsensorer och seende sensorer. (Oppenheim vid Carnegie Mellon univertyy)

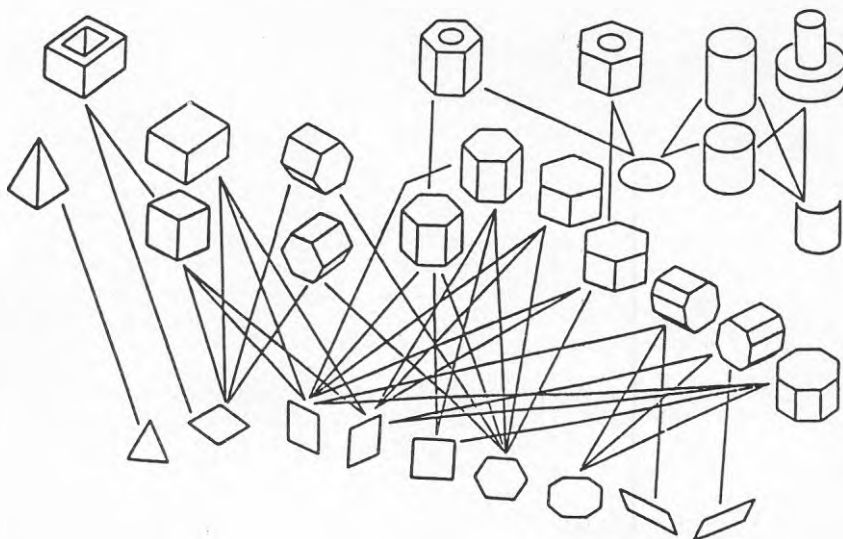


Fig 7:6

Roboten kan läras att känna igen tre-dimensionella föremål från en platt bild, t.ex förmedlad av en kamera. Den skulle kunna hitta bultar i en konstruktion och skruva på muttrar. Ett av många projekt kring bildtolkning.

Källa M. Ishizuka, Tokyo universitet.

Trots att det anses inte ekonomiskt lönsamt idag, pågår det trots allt försök att bygga robotar och andra automatiska system för användning på byggplatsen. Listor på pågående utvecklingsprojekt finns publicerade i facktidsskrifter. Reinschmidt har följande sammanställning (Reinschmidt, 1985 - tabell s 7):

Tillämpning

Utvecklare

Sprutmålningsrobot för stålstommar	Taisei
Automatisk grävmaskin	Kajima
Betongsprutningsrobot	Kajima
Betongslipningsrobot	Kajima
Betongslipningsrobot	Hitachi
Armeringsrobot	Kajima
Jetstråleskärare för tunnlar	Kajima
Robot för takinspektion	Kajima
Amfibie bulldozer	Komatsu
Undervattensrobot på åtta ben	Komatsu
Bevakningssystem för sjöbotten	Komatsu
Horisontell betongfördelare	Takenaka
Robot för sprutisolering	Shimizu
Laserkontroll för grävning	Spectra-Physics
Grävrobot	Carnegie-Mellon
Murningsrobot	Carnegie-Mellon
Robot för tunnelutsättning	Carnegie-Mellon
Målningsrobot	Normed (Frankrike)
Självstyrande fordon	Martin-Marietta
Terränggående maskin med sex ben	Ohio State
Fred: "hydrolasing teleoperator"	Hodges robotics
Moose: fjärrstyrd betongblandare	Pentek
Surbot: fjärrstyrt övervakningssystem	Remote technologies
Odex: fordon på sex ben	Odetics
Terregator: fjärrstyrd fordon för kartläggning av gruvor	Carnegie-Mellon

Figur 7:7

Exempel på utvecklingsprojekt för robotar inom byggandet.

Källa: Reinschmidt, 1985 - tabell s7

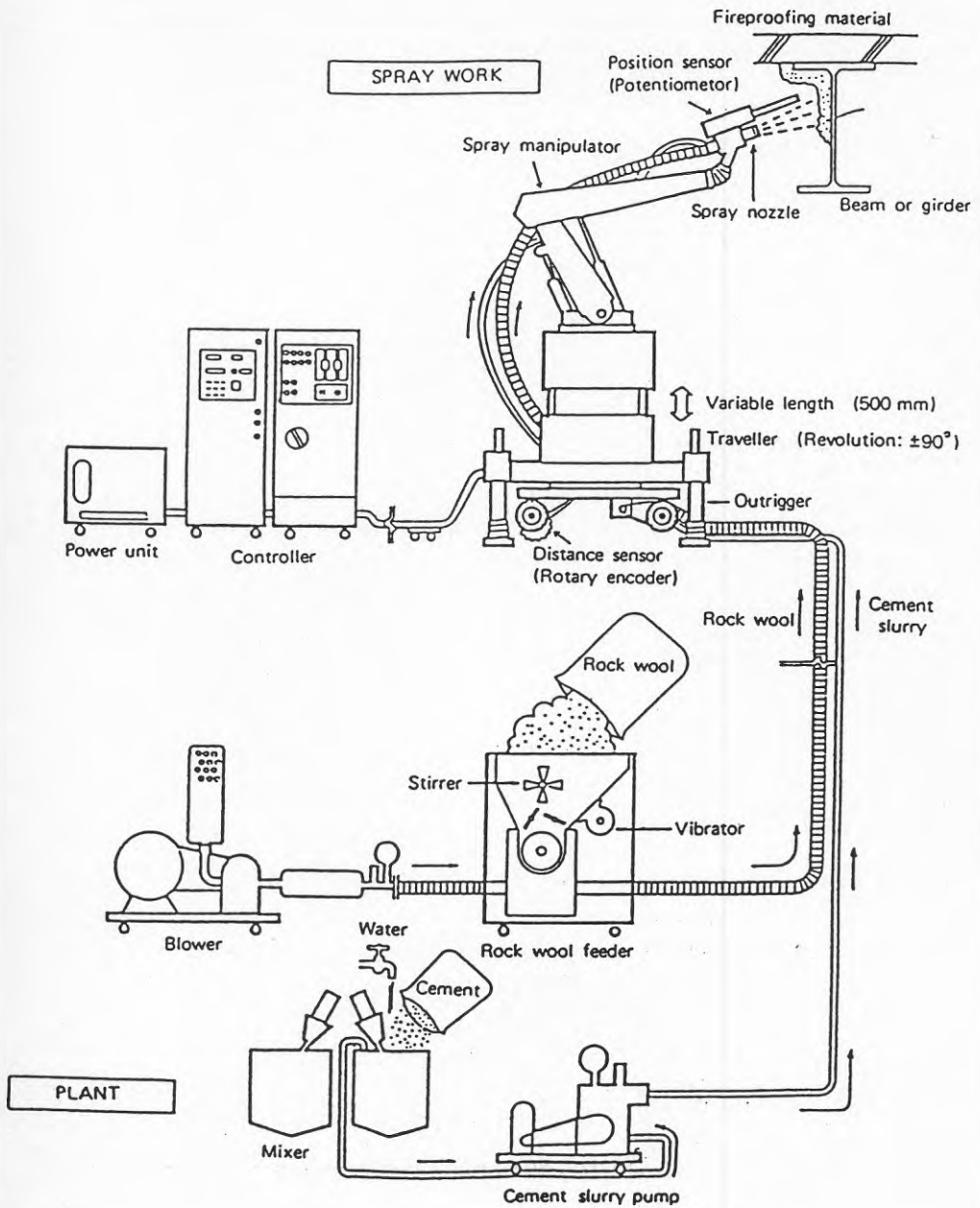


Fig 7:8

Robot för sprutisolering, Shimizu, Japan

7.3.2

Vad anser experterna om den tekniska utvecklingens inriktning i framtiden?

Vid en konferens 1985 med ca femtio experter från affärsföretag, industrier och universitet i USA genomfördes en s.k Delphi prognos (Evans, 1985). Experterna rankade man betydelsen av olika utvecklingsriktningar enligt följande:

- 1 Databaser, särskilt löpande uppföljning direkt till CAD- baserade relationsritningar.
- 2 Lagerstyrning
- 3 Mätteknik för byggplatsen
- 4 Mätteknik för automatisk styrning av maskiner, särskilt sådana halvautomatiska system där arbetsoperationer är automatisk men där människor bestämmer startläge och starttid.

Reinschmidt anger följande områden som intressanta för automation:

- 1 Svåra, giftiga miljöer
- 2 Höga krav på precision och kvalité i kombination med repetitiva arbeten
- 3 Speciella tillämpningar där det krävs att roboten plockas isär eller måste överges efter avslutat arbete (t.ex svetsning ett rör inifrån)
- 4 Repetitiva moment som kan utföras i en robotiserad fältvrkstad

Arbetsintensiva uppgifter anser Reinschmidt minst lämpat för robotisering.

Warzawski anser att många arbetsmoment skulle kunna robotiseras med befintlig teknik (Warzawski, 1985-2). Dessa är:

- I första hand ytbehandlande moment som målning, limspridning, putsning.
- I andra hand operationer som kräver rörelser i förutbestämnda mönster som spikning, bultning, hopmontering, tapetsering och mattläggning.

Vidare hävdar Warzawski att robotisering skulle kunna införas punktvis, med de ovan nämnda tillämpningarna som de första stegen.

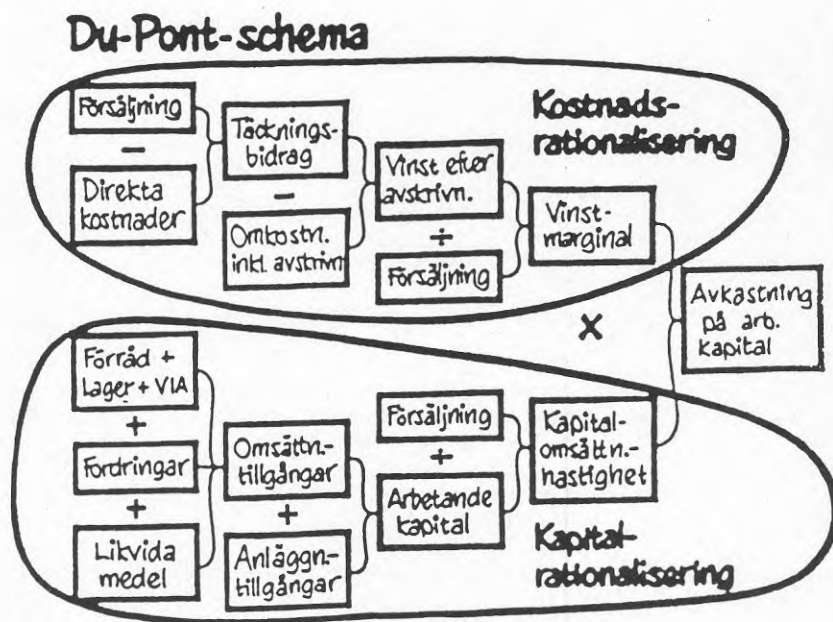
I rapporterna från de svenska tekniska attachéerna förekommer ständigt rapporter om nya forskningsprojekt i Japan, USA och Frankrike. Inriktningen har skiftat något från allmänna produktivitetshöjande tillämpningar mot uppgifter som människor har svårt att klara.

7.3.3

Olika skäl för mekanisering och automatisering

För att kunna göra en bedömning av utvecklingen i framtiden måste vi undersöka drivkrafterna för att utveckla och använda ny teknik.

För att förändringar ska genomföras krävs att det finns något att vinna på förändringen. Skälet att mekanisera/automatisera har oftast varit att öka produktiviteten per anställd. Lönsamheten av en investering eller annan förändring kan illustreras av ett s.k Du-Pont schema.



Figur 7:9

Du-Pont schema för bedömning av investeringars lönsamhet.

Besparingar

Det är naturligtvis de största posterna som det är mest angeläget att påverka. De olika posternas vikt varierar med t.ex räntans storlek, löneläget, maskinparkens storlek, andelen material mm.

De stora besparingarna som kan göras ligger normalt i minskade lönekostnader och på kapitalsidan. Med högre utnyttjandegrad av utrustning, kortare genomloppstid och snabbare anskaffningstid frigörs kapital för investeringen. Om ergonomiska faktorer tas med, i form av effektivitetsvinster och minskade personalkostnader kan även "arbetsmiljöaspekter" räknas in. (Byggergonomi laboratoriet har utvecklat en metod för sådana beräkningar).

Flexibilitet

Men det finns även andra aspekter än rent ekonomiska. En sådan är flexibilitet. Man kan skilja på två typer av flexibilitet:

- | | |
|------------------------|--|
| Kapacitetsflexibilitet | Att kunna klara ändringar i tillverkningsvolymen |
| Produktflexibilitet | Att kunna klara många produkter med samma utrustning |

Inom byggnadsindustrin flexibiliteten en central faktor, både för produkter och kapacitet.

De metoder som används för att åstadkomma "kapacitetsflexibilitet" är att minska de fasta resurserna. Projektanställning av byggnadsarbetare är ett sätt. Andra sätt är att hyra maskiner, bodar mm och att anlita underentreprenörer eller använda sig av förtillverkade komponenter. Investeringar i dyra maskiner, t.ex robotar skulle alltså motverka den här aspekten. Sådana investeringar skulle i stället behöva göras av de som har möjlighet att jämna ut kapacitetsförändringar t.ex maskinyrhyrare eller specialföretag med fast personal. Att effektivisera den fasta personalens arbete genom t.ex datoriserade hjälpmedel för planering skulle kunna "räknas hem".

Produktflexibilitet innebär att varje enskilt objekt måste planeras i detalj. För att spara kostnader kan man minska skillnaden mellan byggnadsobjekten. Man kan bygga likadana hus, använda enhetliga byggsystem eller rationalisera arbetsmetoderna i projektering och produktionsplanering. Mekanisering och automatisering kan komma i fråga i alla dessa led. Det blir dock mer lönsamt där serierna är långa, t.ex i tillverkningen av byggnadsmaterial och förtillverkade byggdelar.

Övriga motiv för förändringar

Ett av de vanligare skälen för automatisering här är arbetsmiljön, t.ex asbestsanering eller arbete i radioaktiva miljöer.

Ett annat motiv är önskan att följa teknikens utveckling, egentligen en långsiktigare investering i utbildning och flexibilitet och ett sätt att dra till sig kompetent personal.

7.3.4

Ekonomisk bedömning av robotiseringen

En försök till beräkning av robotars lönsamhet på byggplatsen har gjorts av Warszawski (Warszawski 1984 och 1985-2). Förhållandena gäller USA. Huvudpunkterna i resonemanget redovisas nedan.

På **intäkts-sidan** tas upp:

1. Arbetskostnader
 - 1.1 Minskad arbetstid och därmed lönekostnader, skatt, försäkringar, verktyg, personaladministration. Genomsnittskostnaden per timme blir ca \$24. En inbesparad arbetare värderas till ca \$36000 per år.

Arbetsintensiva moment skulle därmed vara intressanta att automatisera.

- 1.2 Unvikande av övertidsarbete. Den amerikanska statistiken visar att ca 20% av arbetstiden utgörs av övertid och att denna betalas med i genomsnitt 50% mer än normaltiden. Kostnaden för övertid motsvarar alltså ca 10% av lönesumman.

(Kommentar: Detta förutsätter att roboten kan användas i just sådana uppgifter som kräver övertid, t.ex kontinuerliga gjutningar eller färdigställande i projektets slutskede.)

2. Ökad kvatité. Robotar antas kunna bidra till högre precision, färre fel och misstag, mindre kostnader för reparation och underhåll, längre livslängd hos byggdelarna, färre klagomål och missnöje hos användaren.

Något försök att sammanfatta dessa synpunkter i en enda siffra görs inte. Däremot citeras expertåsikten att ca 50% av produktivitetsvinsten med robotar skulle kunna hänföras till högre kvalitet hos produkten.

3. Minskad mänsklig insats i farliga och olämpliga arbetemoment

- 3.1 Minskade kostnader för arbetsolyckor. Beräkningen baseras på försäkringstaxorna, som i USA baseras på det enskilda företagets olycksstatistik (jfr bonus på bilförsäkringar) samt en uppskattad kostnad för produktionsstörningar i samband med olyckor av 4-17 ggr de direkta kostnaderna. Summan uppskattas till ca 20% av lönesumman. Speciellt *farliga moment* skulle vara intressanta att automatisera.

(Kommentar: Detta förutsätter att roboten inte skadas av motsvarande olyckor. Dessutom måste vinsten av minskade olyckor tillfalla den som investerar i roboten - eller andra skydd.)

- 3.2 Unvikande av minskad produktivitet p.g.a svåra klimatförhållanden. Den minskade produktiviteten vid mänskligt arbete vid olika temperaturer har studerats i USA. Produktiviteten hos de studerade grupperna minskade med upp till 60% beroende på klimatet. 20-30% av arbetstiden anses påverkas av klimatförhållandena.

Ytterligare en aspekt av vikt för klimatets betydelse är störningar och förseningar. 1 månads försening bedöms motsvara 0,4% i ökad investeringskostnad.

I ett beräkningsexempel sammanfattas klimatkostnaderna till ca 6% av lönesumman. Robotar skulle därmed vara särskilt intressant när det gäller resning av *stomme och klimatskal*.

(Kommentar: Detta förutsätter att roboten tål klimatet och dess produktivitet inte påverkas.)

- 3.3 Undvikande av andra förhållanden som bl.a sätter ner effektiviteten. De exempel som nämns är geografiskt höga höjder (över 3000 m) och de flesta andra arbetsmiljöfaktorerna som buller, vibrationer, dålig belysning, obekväma arbetsställningar, kemisk påverkan osv. Dessa faktors betydelse har inte översatts till ekonomiska termer.

Robotar borde sättas in i de arbetsuppgifter som är mest olämpliga för människor.

(Kommentar: I och för sig ingår dessa faktorer i den genomsnittliga arbetsproduktiviteten.)

På **kostnads-sidan** tas upp:

1. Utveckling
2. Investering
3. Introduktion inkl installation och utbildning
4. Underhåll
5. Drift
6. Indirekta kostnader genom förändringar i den övriga arbetsprocessen

De olika kostnadsposterna relateras inte här. Det är intäktsidan som utgör ramen för en eventuell investering.

Robotens värde för den som investerar beräknas på som en funktion av robotens relativa effektivitet (hur många människor den ersätter), den ekonomiska livslängden, räntenivån och med hänsyn till arbetsförhållandena.

Det intressanta i resonemanget är inte de exakta summorna (vilka blir snabbt inaktuella) utan hur de varierar med hänsyn till de olika faktorerna ovan.

Inbesparade
arbetskostnader

Robotens värde för ägaren

Ekonomisk livslängd	3 år		5 år	
	10%	7%	10%	7%
Reél ränta				
1 årsarbetare	81	88	119	136
1,5 årsarbetare	156	170	229	261
2 årsarbetare	230	251	339	386

Figur 7;10

Robotens värde med hänsyn till inbesparad arbetskraft, ekonomisk livslängd och ränteläge. Siffrorna avser tusentals USA \$. Siffrorna är avrundade till jämna tusental.

Värdet är beräknat efter avdrag för alla löpande kostnader. Det framräknade värdet är lika med det inköpspris som en byggnadsfirma skulle kunna betala för att köpa roboten.

Källa: Warzsawski, 1984, tabell 6-1)

Av beräkningen framgår att räntan spelar relativt liten roll för lönsamheten hos en robot medan antalet inbesparade arbetare betyder mest.

Den andra ekonomiska uppskattningen gäller förhållandet mellan arbetsproduktiviteten och robotens värde. Här görs antagandet att arbetsproduktiviteten sjunker i olika grad under ogynnsamma förhållanden som dåligt väder, obekväma arbetsställningar mm.

Robotens värde ökar ganska väsentlig om den används vid de mest lönsamma tillfällena, då den kan konkurrera ut människor.

Minskning av arbets-
produktiviteten*

Robotens värde för ägaren**

	Reél ränta	7%	10%	Värdeökning
0%		261	229	0%
10%		298	262	14%
20%		336	295	29%
30%		373	328	43%
40%		411	361	57%

Figur 7:11

**Variationer i robotens värde med hänsyn
tsjunkande arbetsproduktiviteten. Siffrorna
avser tusentals USA \$.**

* 1,5 arbetare/robot, dvs roboten 50% effektivare

** 1500 arbetstimmar per år och 5 års livslängd för
roboten.

Källa: Warszawski, 1984, tabell 6-4)

(Kommentar: den antagna längre livslängden stämmer
inte överens med förutsättningen att det avser
arbete i mindre lämpliga miljöer!)

7.3.5

Organisatoriska synpunkter på robotiseringen

Det är dock inte så enkelt att organisera arbetet
så att de mest lönsamma förhållandena för robotar
uppstår. Vid ett genomsnittligt bygge kommer
"otjänlig väderlek" att inträffa under en begränsad
del av tiden. Likaså uppträder olämpliga arbets-
ställningar mest i enskilda moment. Det innebär att
en generell robot inte kommer att toppa i lönsamhet
under ett helt bygge.

Warszawski visar också att värdet minskar propor-
tionellt med sjunkande utnyttjandegrad. En robot
som används en tredjedel av tiden får bara kosta en
tredjedel av priset mot en som används ständigt. En
ökning av antalet förflyttningar mellan våningarna
på ett bygge från 100 st till 200 minskar robotens
värde med 10-15% (\$30000-\$35000)

Ökat underhåll spelar en relativt liten roll.

Den högre lönsamheten blir förbehållen därför för
speciella tillämpningar - t.ex spikning av gips-
skivor i tak eller målning med någon hälsofarlig
färg. Ska en sådan robot uppnå en godtagbar utnyt-
tjandegrad måste den förses med sådana arbeten.

En möjlighet blir att hyra roboten för de speciella
moment då den är lönsam, Detta under förutsättning
att arbetet kan organiseras i den följden (jfr hyra
av ställning) och att det är lätt att lära sig att
använda den. I annat fall får man lägga ut arbetet

på en underentreprenör som kan använda den och har förutsättningar att hålla en jämn sysselsättning.

Här ska påpekas att vid rundringning till prefab-tillverkare i Sverige 1985 ansåg en tillverkare av förtillverkade badrum inte att en automatiering skulle vara lönsam. Serierna var inte tillräckligt långa.

Maskiner som kan finnas på byggplatsen måste vara relativt generella för att uppnå ett högt utnyttjande. Enligt Warszawski's resomemang måste de samtidigt vara billigare än specialmaskinerna.

Slutsats:

Användning av robotar ställer stora krav på byggets organisation och leder sannolikt till ökad specialisering.

Det är tveksamt om en generell robot kan uppnå lönsamhet (Kostnad/användbarhet/utnyttjandegrad).

7.4

Påverkar robotarna bygget?

7.4.1

Robotar och andra automatiska maskiner - ett led i en större förändring av byggnadet

Många forskare som har skrivit om robotisering i byggbranschen kommer fram till att robotisering inte är en enskild, fristående teknik. Den drar med sig - och förutsätter - andra större förändringar.

1. Datorintegrerat byggnade

Reinschmidt och Boyd talar båda om CIB - Computer Integrated Building (Datorintegrerat byggnade) som en parallell till CIM - Computer Integrated Manufacturing (Datorintegrerad tillverkning) i den fasta industrin. Robotisering ses som en länk i en lång kedja av datoriserade arbetsmoment, i praktiken en av de sista länkarna.

De väsentligaste ingredienserna som utgör förutsättningar för en fullständigt införande av robotar i byggandet är:

- o Datorstöd projektering och beredning (CAD/CAE - "design" "engineering")
- o Datoriserade databaser
- o Uppföljning genom datoriserade relationsritningar ("As-built data")
- o Automatiserad materialhantering
- o Artificiell intelligens

Även Boyd trycker mycket på byggets förberedelse och uppföljning med stöd av datorer.

2. Byggplatsen - en monteringsfabrik

Även Warszawski och Evans godtar delvis resonemanget ovan. De pekar också på en annan möjlig förändring, nämligen ökande förtillverkning.

Några av de förändringar som användningen av robotar kräver (Warszawski, 1985-1 s 273):

- o Färre och större byggelement. Byggmaterial med mindre dimensioner bör monteras ihop på fabrik till större element.
- o Tillfälliga stöd ska inte behövas. De prefabricerade byggdelen ska konstrueras så att de står utan stöd, stagningar och andra tillfälliga anordningar, mm
- o Speciella beslag ska gjutas in för att underlätta orientering, passning och hopkoppling av elementen.
- o Kopplingen mellan elementen ska göras så enkel som möjligt.
- o Ytbehandlingen ska anpassas till robotar genom stora, enhetliga ytor.
- o Ytbehandling ska göras så homogen som möjligt dvs att arbetet ska kunna utföras i en följd utan att roboten behöver gå tillbaka till ett tidigare behandlat ställe.
- o Alla delar av byggnaden ska kunna nås av roboten.

Evans relaterar olika krav som ställs på projekteringen av byggnader som ska byggas med hjälp av robotar. Generellt kan sägas att projekteringen måste göras mer fullständig. 3D är en nödvändighet. Installationernas läge måste projekteras i detalj. Även utrymmet för transporter inom byggnaden av skrymmande material, t.ex långa rör, måste projekteras. Trots det ter sig en total automatisering av installationer avlägsen.

Sammanfattning

Robotiserat byggande framstår för många forskare och experter som ett steg in i en betydligt högre grad av industrialisering av byggnadsverksamheten. Användning av robotar förutsätter en mängd informationsbehandling som underlag till styrning av bl.a robotarna.

Man skulle kunna uppfatta sensorer och artificiell intelligens som ett alternativ till noggrann och

fullständig beredning av produktionen. De flesta forskare ser dock snarare robotarna som flexibla och exakta automater än som intelligenta människo-liknande maskiner.

Det innebär att användning av robotar kräver för-
enklingar och standardisering, inte bara i sorte-
ringen och överföringen av information utan också i
själva byggnadernas konstruktion och utformning.

7.5

En egen titt i framtiden

7.5.1

Sannolikhet för att automatisering kan införas

"Det tar minst 10 år innan vi ser robotar på byggen någon kommersiell användning" - så kan initierade uttalanden från omkring 1985 om robotarnas framtid inom byggbranschen sammanfattas.

Vid den ovan nämnda expert-konferensen 1985 i USA genomfördes en s.k Delphi prognos (Evans; 1985). De olika experterna fick bedöma vid vilken tidpunkt de trodde vissa förändringar skulle vara genomförda. Deras bedömningar sammanställdes i form av tidsaxlar på vilka man markerade den tidpunkt då 25%, 50% resp 75% av experterna trodde att förändringen skulle vara genomförd. 50% av deltagarna trodde bl.a att:

- Halv-automatiska byggmaskiner skulle användas i 5% av nybyggena omkring 1990 och i 50% av dem omkring 1995
- Sensorer och styrsystem skulle finnas vid 5% av de kommersiella byggprojekten omkring 1995 och vid bostadsbyggande omkring 2010
- Databaser för löpande relationsritningar skulle finnas i 5% av de kommersiella projekten 1995 och i bostadsbyggandet ca 2010
- Databaserna skulle byggas upp med hjälp av mät-sensorer i 5% av byggena redan 1995.

En egen titt i framtiden leder oss till följande slutsatser:

Det finns ett antal strategier för att effektivisera byggproduktionen, dvs att sänka kostnaderna. De områden som man kan angripa är:

- A. Tillverkning, bearbetning och montering
- B. Materialhantering och lagerhållning
- C. Produktions- och materialstyrning

Robotisering är f.n inte den mest lönsamma sättet att förbättra produktivitet på bygget inom något av dessa områden.

7.5.2

Tillverkning, bearbetning, montering

Automatisering av tillverkningen kan göras mest lönsam i materialindustrin. Detta gäller även eventuella robotar, vilka kan komma att bidra till att varianter och anpassade produkter kan tas fram lättare.

Robotisering och annan automatisering med stöd av CAD-ritningar kan också styras lättare inom den fasta industrin. Det kan leda till en högre grad av ömsesidig anpassning av ritningar och produktions-system.

De arbetsuppgifter som kan komma att automatiseras först *på bygget* är:

- Automater för två-dimensionell bearbetning - målning, limning mm.
- Specialmaskiner för farliga moment
- Fjärstyrd utrustning.

7.5.3

Materialhantering och lagerhållning

Materialhantering står idag för en stor del av de förslitningsskador och olycksrisker som hör ihop med byggnadsarbetet.

Kostnaderna för material i lager och för materialspill anses vara stora.

Det finns därför många skäl att rationalisera materialhanteringen, utan att för den skull hindra att arbetet kan utföras effektivt p.g.a av materialbrist. Det finns flera metoder, mer eller mindre utvecklade för att underlätta materialhanteringen.

Det finns alltså stort utrymme för rationalisering av materialhanteringen. Utvecklingen på byggmaskinsidan under 80-talet har också handlat i stor utsträckning om transport- och hanteringssystem.

Metodval	Exempel på befintliga och möjliga lösningar
Pumpa/Blåsa	murbruk, puts, betong, vatten, spik, skruv
Suga	damm, skräp, tugga och därefter suga ut
"Kit"	färdiga satser med material tillräckliga för en enhet
Kärror	självgående, trappgående, programmerade
Hissar	fasadarbeten, utomhus och inomhus, flyttbara, arbetsplan t ex murning
Kranar	automatstyrning för ökning av hastighet (jmf. båtar)
Transportörer	koppla till automatiska hissar, rullbanor, transportband exempelvis i små hopsättbara moduler
Modulstorlekar för transporterat material	förenklade kärror av färre storlekar, möjliggör standardtransportörer
Undvika ompackning	direkt från fabrik till montageplats'
Prefabricering	Minskat antal transporterade enheter, mindre manuellt arbete på bygget

Fig 7:12

Tekniska lösningar på materialhantering

7.5.3

Produktions- och materialstyrning

En viktig fråga i byggandet i dag är att kunna kontrollera bygget. D.v.s att man kan binda upp kvantité, kvalitet, tid och kostnad. Många förändringar i strategier och organisationsformer kan förklaras i dessa termer.

Byggrprocessen har blivit så komprimerad i tiden att sammanhanget och "flytet" mellan olika skeden är viktigare än att varje del blir så billig som möjligt. Det intressanta är att utnyttja resurserna så att totalresultatet blir det bästa. Resultatet kan illustreras i form av olika kurvor som visar kostnaderna för olika ingående resurser.

Följande figur visar ett underlag till avvägning mellan olika resurser som används i verkstadsindustrin.

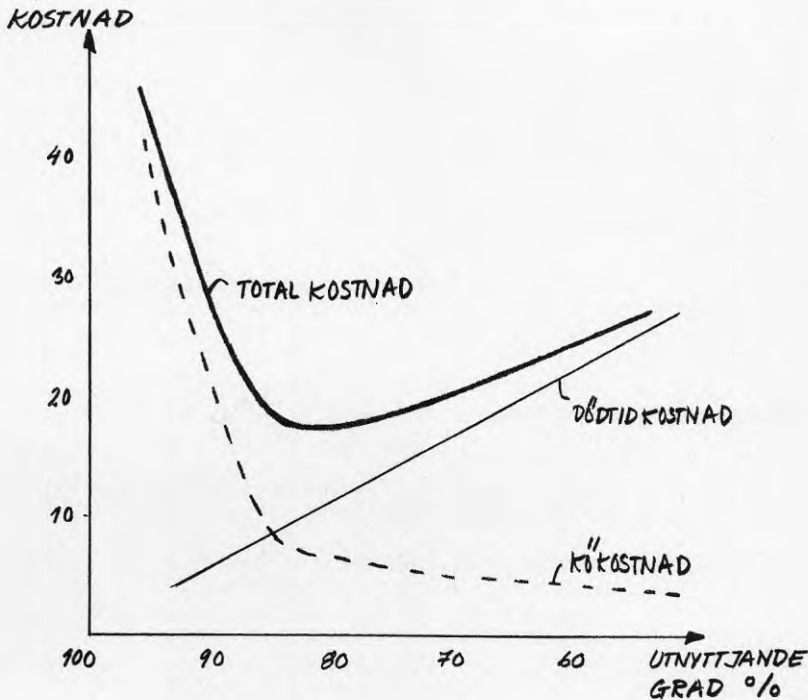


Fig 7:13

Kostnad för kötid resp stillestånd i ett produktionssystem

Figurens innebörd är att det inte är lönsamt att varje faktor för sig effektivieras till 100%. Kostnaden för väntande material översiger t.ex vinsten med att ha full beläggning på maskiner och arbetskraft (dötidskostnad). Kostnadsminimum inträffar istället omkring 85% beläggning på maskinerna.

Diagrammet visar förhållandena i verkstadsindustrin. Höga räntekostnader och hög kassasson på material i lager i byggverksamhet skulle innebära att kostnadskurvan för väntande material skulle ligga högre. Investeringskostnaden däremot är lägre i byggbranschen (ca 1/4) medan arbetskostnaden är av samma storleksordning som i industrin. Det innebär att kurvan för "dötidskostnad" hamnar klägre. Den totalt optimala nivån på väntande maskiner och människor skulle ligga, för byggbranschen, hamna lägre än 85% - och detta samtidigt som den totala kostnaden skulle minimeras.

Ett optimalt system åstadkoms då all inblandade har gemensamt intresse av att det totala resultatet blir det bästa. Det är viktigt att alla inblandade har kunskap, intresse och möjlighet att dra åt samma håll.

Där det finns möjlighet att utföra aktiviteter enligt alternativa tidsföljder bör dessa hållas öppna för att öka flexibiliteten. Läsningar i ordningsföljd bör diskuteras av de som berörs så att de kan bidra med sin erfarenhet och få tillfälle att utveckla sin planeringsförmåga.

7.5.5

Sammanfattning

Ovanstående resonemang innebär samtidigt att förbättringar kan sannolikt kunna åstadkommas lättare på andra områden än robotisering.

Ett område är materialhantering. Administration, transporter, och lagerhållning är sannolika intressanta områden att effektivisera.

Ett annat område är bättre verktyg och tekniska förbättringar. T.ex

- o Enkel, flexibel mekanisering t.ex specialmaskiner, sladdlösa verktyg
- o Kombination av operationer t.ex självborrande skruv
- o Förbättrad materialhantering genom prefabricering, lägenhetsförpackningar mm
- o Förbättringar och förenklingar i konstruktion och utformning t.ex åtkomlighet för transport och montering, material som inte behöver efterbehandlas på plats
- o Planering som tillåter alternativa tidsföljder utan att öka material i lager.

Byggbranschen och datoriseringen

- en sammanfattande översikt

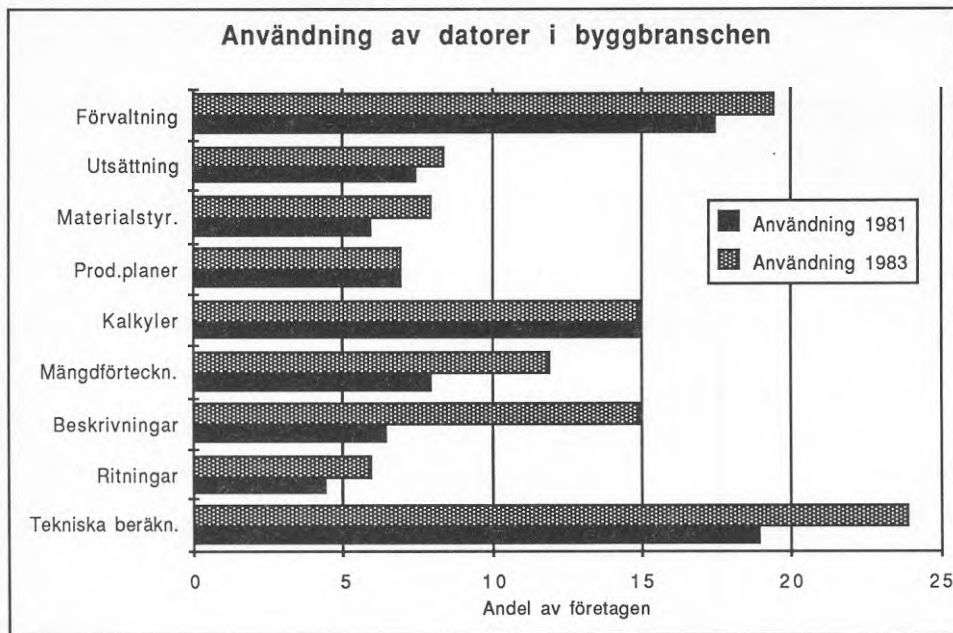
8.1 Utvecklingen hittills

8.1.1 Datoriseringstakten

Det finns ett fåtal sammanställningar som belyser datoriseringens utbredning i branschen. Den mest omfattande är en enkätundersökning av Svensk Byggtjänst. Enkäten har utförts i två omgångar, 1981 och 1983, och belyser dels datoranvändningen inom olika typer av företag, dels användningen för olika ändamål. Den förväntade ökningstakten 1981 var en tredubbling av datorstödet (räknat i antalet terminaler/persondatorer) inom två år. Uppföljningen, två år senare, visar dock att ökningen i verkligheten bara blev en procent för de flesta tillämpningar (Byggtjänst, 1984 se artikel i Datorn i byggandet 1-85).

På grundval av denna undersökning kan man göra några intressanta iakttagelser om utvecklingen mellan 1981 och 1983:

- Inom inget område var datoranvändningen högre än 25% av arbetsvolymen, 1983.
- Företagens egna förväntningar om ökad datoranvändning mellan 1981 och 1983 förverkligades inte.
- De områden där datoranvändningen ökade mest mellan 1981 och 1983 var "volymuppgifter": beskrivningar, mängdförteckningar och förvaltning, samt redan tidigare välutvecklade områden som tekniska beräkningar. Detta blir ännu mer markant om man ser på de olika företagstypernas svar. Varje kategori ökar datoranvändningen mest inom sitt eget huvudområde: konsulter ökar datoranvändningen inom tekniska beräkningar, fastighetsägare inom förvaltning, entreprenörer inom mängdförteckningar osv.
- Inom områden där samarbete och problemlösning utgör viktiga inslag har datoriseringen gått relativt långsamt. Det gäller produktionsplanering, materialstyrning - på entreprenörssidan och ritningar - på arkitektföretag.



Figur 8:1

Användning av datorer för olika arbetsuppgifter i byggbranschen Källa: Svensk byggtjänstdata

En annan, motsvarande enkät genomfördes av Byggstandardiseringen 1983 (Roslund, 1984). Svarsprocenten i denna enkät var endast ca en fjärdedel men resultatet stämmer bra med Svensk Byggtjänsts undersökning i övrigt.

Ytterligare en undersökning av datoranvändningen har gjorts 1984 för "vägsektorns" del av den svenska delen inom den Nordiska vägtekniska förbundet (Eriksson, 1985). I undersökningen ingick dels beställare och dels entreprenörer och konsulter, de senare är till en del gemensamma för hela byggbranschen. Drygt hälften av de 90 tillfrågade svarade. Över lag framstår andelen datoranvändare som högre i denna undersökning än i Svensk Byggtjänsts (som gjorts ett år tidigare).

I vägtekniska förbundets undersökning behandlas även datoriseringen i framtiden. I enkäten sammanställs redan beslutade kommande investeringar i datorer. De planerade investeringarna är störst hos de företag och organisationer som redan har datorer och uppgår där till mer än en fördubbling av antalet terminaler/persondatorer. Datortätheten bland tjänstemännen i vägsektorn var 1984 ca en dator för 15 tjänstemän, men dubbelt så högt bland konsulterna.

Däremot var användningen av datorerna, per användare, ganska låg. Hälften av användarna utnyttjade

datorer mindre än 8 timmar per vecka, bara 30% arbetade med datorn mer än 16 timmar i veckan.

Skäl för datorisering:

Införandet av datorer kan ha många skäl (Eriksson, 1985), t.ex:

- efterfrågan på svårare, mer komplexa projekt
- kravet att svara upp mot konkurrenternas ökade effektivitet
- behovet att utveckla arbetet för att kunna behålla kompetent personal

Hinder för datorisering:

Införandet av datorer har gått långsammare än prognoserna och företagens planer har gett uttryck för. Datoriseringen har hindrats dels av branschens bristande strukturering och dels av de dåliga konjunkturerna som har minskat utrymmet för utvecklingsinvesteringar i ny teknik.

SIF anger i sin utredning om introduktion av datorer i byggbranschen några skäl för att datoriseringen i branshen går långsamt (Geijerstam, 1983):

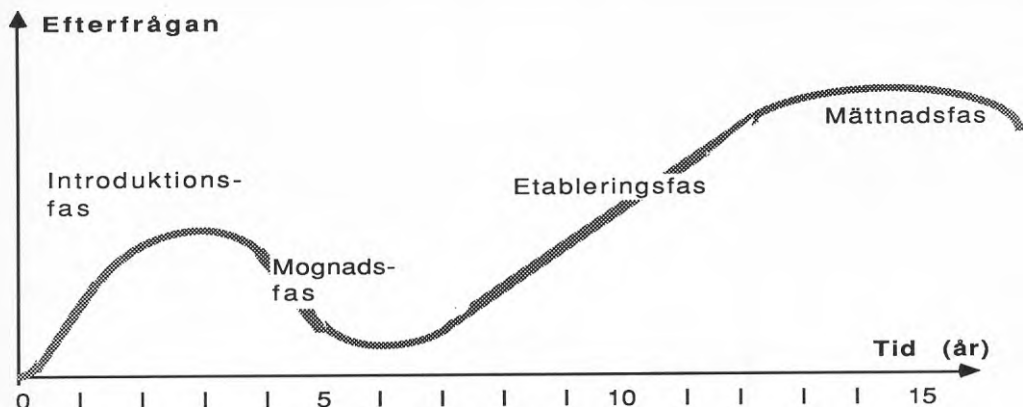
- varje objekt är unikt
- relativt få standardiserade komponenter
- den splittrade strukturen i branschen med många aktörer
- mindre detaljerad produktionsberedning
- dålig spridning av erfarenheter och innovationer

8.1.2

Den framtida utvecklingen

Spridningen av datoranvändning i byggbranschen har inte gått så snabbt och smärtfritt som många hoppats. Å andra sidan var det inte heller sannolikt att så kunde ske. Erfarenheter från introduktion av andra tekniker visar att det finns olika faser i utvecklingen. Mekanismen bygger på att tekniken släpps ut på marknaden utan att tillämpningarna är anpassade till de avsedda användningsområdena. Utvecklingen sker så att säga i samarbete med, eller under kritik av marknaden. Det är både tekniska och ekonomiska faktorer som spelar in.

När tekniken finns bildas olika konstellationer av användare, tillverkare och forskare som kritiserar tekniken, definierar krav och initierar nya tankar. De första försöken är alltid kostsamma och ofta olönsamma.



Marknaden för ny teknik

Kurvan representerar, med små skillnader i tidsskalan, utvecklingen för t.ex. industrirobotar, fiberoptik och CAD/CAM-system. För holografi har etableringsfasen i stort sett utblivit i brist på lönsamma tillämpningar.

Källa Bertil Hård, CW FUCUS NR 9/1986.

Figur 8:2

Spridning av ny teknik

I och med att de nya förbättrade tillämpningarna utvecklas till massprodukter kommer en "ekonomisk prövning" då produkterna ska få sin eventuella spridning som vanliga arbetsredskap.

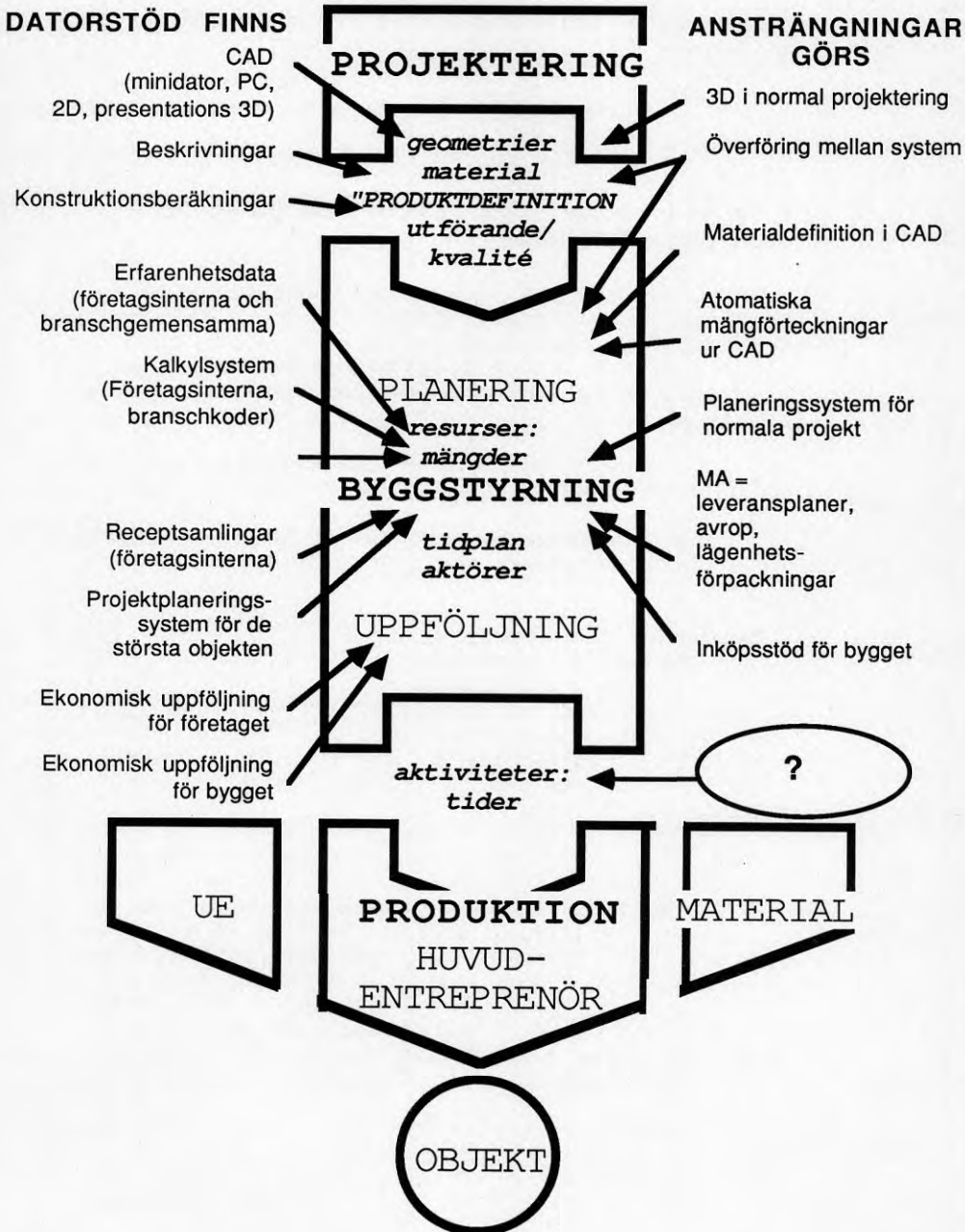
Bertil Hård skildrar denna utveckling i tidskriften *Computer Sweden* 9/86. CAD-vågen i byggbranschen kan dateras till början av 80-talet. Efter en period av "stillastående", dvs intern utveckling med dålig lönsamhet, kan en begynnande ökning av satsningarna på CAD skönjas fr.o.m 1986. Detta sammanfaller med goda konjunkturer i branschen.

8.1.3

Vad datoriseras?

Datoriseringen hittills i byggandet har berört främst de två första punkterna: informations- och mätteknik. Automatiserade system för byggproduktion förekommer inte än i Sverige (1987), vare sig på byggplatsen eller inom fabriksmontering. Utveckling pågår inom alla tre områdena, både i landet och utomlands.

För kalkyler och uppföljning låg starten några år tidigare - i slutet av 70-talet. I mognadsfasen har ingått både företagsintern utveckling och ett branschgemensamt utvecklingsarbete från entreprenörernas sida. Etableringsfasen kan kanske dateras även här till mitten av 80-talet.



Figur 8-3

Datorhjälpmedel i byggbranschen idag och i framtiden

Den vidare utvecklingen mot byggstyrning kan sägas vara inne i en mognadsfas. En ny generation system är på väg att utvecklas. Dessa bygger på nya kraftfulla datorer och man söker utnyttja uppgifter från ritning och kalkyl.

Automatisering och robotisering befinner sig föra kurvans start. Det är i stort sett frågan om forskning.

8.2 Hypoteser om datoriseringens påverkan på byggbranschen

Detta avsnitt tar, sammanfattningsvis, upp några övergripande frågeställningar kring frågan om hur datoriseringens infogar sig i byggbranschen i Sverige. Utifrån en beskrivning av branschens utveckling och framtid och datoriseringens utveckling hittills diskuteras:

- hur kommer datorer att påverka byggbranschen i stort och
- hur kommer byggbranschens struktur att påverka datoriseringens spridning och inriktning?

8.2.1 Byggandet och datoriseringen i en ömsesidig påverkan

Datoriseringen har hittills haft ganska marginellt inflytande på byggandet. Man har framför allt datoriserat redan befintliga arbetsrutiner. Datorerna har därför inte inneburit några omvälvningar i branschen hittills.

Prognoserna för det framtida behovet av byggande och anläggning visar på en fortsatt kärv marknad för branschen. Det kan innebära en snabbare utslagning av företag och fortsatt press på nya, effektivare metoder. Kapital- och arbetskrävande datasatsningar kan generellt hindras. Å andra sidan kan de mest framgångsrika företagen få utdelning på sina datorstödda rationaliseringar som ytterligare skärper deras konkurrensfördelar. Två strategier kan bli intressanta när det gäller datoranvändning:

- att bredda verksamheten mot andra skeden eller
- att hitta en nisch eller speciell metod att utnyttja datorstöd i en isolerad tillämpning

Exempel på båda strategierna finns.

Datorernas allt större minne och förmåga att snabbt sammanställa nya kombinationer efter givna regler kan komma att betyda mer för byggbranschen i

framtiden. Man kan förvänta sig att datorer kommer att bidra till

- vertikal integration
- horisontell integration
- ökad flexibilitet
- förskjutningar mellan de olika parterna.

8.2.2

Vertikal integration mellan olika byggsleden - de stora elefanternas dans

Erfarenheterna hittills pekar på att det är svårt att utnyttja datorer för att planera och organisera produktionen om man inte har kontroll över kommande skeden. De fördelar som datorstödd projektering skulle kunna ge kan inte utnyttjas i någon större utsträckning om man inte kan planera tillverkningen av de ingående byggkomponenterna och uppförandet av byggnaden.

Det bör ligga en ekonomisk vinst i att kunna utnyttja ritningar, beräkningar, listor, erfarenhetsvärden från ett skede till ett annat. Datoranvändning ger fördelar till den som kan kontrollera flera skeden i tillverkningsprocessen. Exempel på vertikal integration i byggbranschen är idag olika former av byggande i egen regi, totalentreprenader, nyckelfärdiga byggnader, systembyggande. Andra exempel är kombination av byggande med förvaltning och underhåll. Dessa former kan främjas av datoriseringen.

Datorer kan leda till att fördelen med en samlad styrning av hela produktionen kan öka i förhållande till uppdelad upphandling med konkurrens i varje skede. Tyngdpunkten förskjuts då mot de tidiga skedena, till den som kan lägga fast förutsättningarna för produktionen - materialtillverkare, stora entreprenörer.

Att bemästra hela processen ger även andra fördelar. Det ger möjlighet att planera, bestämma priser, anpassa metoder m m. En viktig strategi för byggnadsentreprenörer är att, oberoende av datoranvändning, öka byggandet i egen regi.

7.2.3

Horisontell integration mellan olika företag - en otidsenlig inriktning

Horisontell integration innebär att parallella aktiviteter samordnas. Exempel inom byggbranschen är totalprojektering och generalentreprenad men också företag som innehåller enheter med olika specialiteter som byggande, vvs, måleri, byggservice m m.

Datorer skulle kunna användas för att optimera resursanvändningen mellan de olika grenarna inom ett horisontellt integrerat företag. Det innebär i praktiken en stark centralstyrning vilket kräver i

sin tur dels att förutsättningarna för produktionen kan behärskas centralt och dels att information från produktionen snabbt kan återföras.

De datorsystem som finns och utvecklas idag har inriktats på informationshanteringen. De används till att öka informationstakten i byggföretag genom att samla olika tekniska och ekonomiska data. Informationen blir aktuell, anpassad till olika användare och lättillgänglig.

Förutsättningarna för en effektiv centralstyrning finns däremot inte idag. Sannolikt kräver den här strategin mer resurser för planering och uppföljning. Allt för mycket av processen är beroende av bedömningar på plats. F.n är utvecklingen inom byggbranschen på väg åt motsatt håll - mot allt mer självständiga och specialiserade enheter.

8.2.4

Flexibilitet och modulisering - en stark tendens

En total flexibilitet kan leda till lönsamhet om man ständigt kan optimera processen. Detta kan ske genom att frigöra sig från alla bindningar - ägoförhållanden, färdiga organisationsformer, gjorda investeringar, projektering med sikte på en speciell metod eller produkt osv. Varje del kan då upphandlas till lägsta pris i konkurrens. Ju större del av processen som kan lämnas öppen till sena beslut, desto större frihet att optimera varje del. Exempel på den här typen av organisation i byggbranschen är byggstyrningskonsulten som styr projekteringen mot en starkt uppdelad entreprenad.

En sådan organisationsform förutsätter att de ingående komponenterna och aktörerna är jämförbara och utbytbara. Ju mindre enheterna är desto effektivare blir processen, förutsatt att alla kan inordnas i den gemensamma styrningen. Den stora svårigheten ligger i att undvika störningar och deras effekter. Ett sätt att åstadkomma detta är att tvinga alla deltagande att hålla sig till den gemensamma planen - t.ex genom kraftiga ekonomiska konsekvenser vid avvikelser. Eller genom att välja en så störningssäker produktionsform som möjligt, t.ex med stort inslag av förtillverkade standardvaror.

Datorerna har sin uppgift här främst för att snabbt *sammanställa konsekvenserna* av olika alternativ, främst vad gäller kostnader mn också vad gäller tidplan m m. Det förutsätter att de olika alternativen kan beräknas på ett tidigt stadium med tillräcklig säkerhet. Nyttan av datorer ökar ju större andel kända lösningar som används. Standardiserade varor, metoder, kvalitéter främjas i en sådan process. *Databaser*, både företagsinterna och offentliga kan spela en stor roll i den här typen av organisation. Både byggkonsulten och de ingående projektörerna, leverantörerna och underentrepren-

nörerna tjänar på att ansluta sig till någon standard. Standardisering leder till mindre arbete i anbudsgivningen och säkrare kostnadsbedömningar.

Denna byggorganisation främjar nyckelaktören - organisatören. Den främjar också de effektiva specialiserade företagen - både stora och små. Genom de snäva ramarna och detaljuppdelningen leder den här organisationsformen till att de inblandade parterna arbetar med korta perspektiv, vilket kan ses som hög flexibilitet men också som bristande planering eller hög risknivå. Möjligheterna att utveckla nya metoder blir snäva för alla deltagare i processen - utom möjligen för byggkonsulten. De större, bredare förbättringarna måste göras utanför den här organisationen.

8.3

Datorernas betydelse för förskjutningarna mellan parterna inom branschen

Datorer kan vara hjälpmedel för säkrare planering, bedömning och uppföljning av projekt. De som har resurser att skaffa sig, utveckla och anpassa sin verksamhet till dessa nya hjälpmedel borde kunna göra en effektivitetsvinst och vinna kontroll över större del av byggandet. Det finns dock en hel del hinder, främst när det gäller att investera i utvecklingen av sådana system. Ingen part i byggandet idag är självskriven i den rollen, branschen är alltför splittrad och diskontinuerlig för det.

Hur kan datorer komma att påverka förhållandet mellan de olika aktörerna - och, i slutändan, byggnadsarbetarnas arbetsmarknad?

8.3.1

Konsulter eller entreprenörer

Användningen av datorstödd har gått trögt inom konsultbranschen. Störst spridning har beräkningar och beskrivningar fått. Orsaken är givetvis de höga kostnaderna för datorsystem, utbildning och utveckling av projekteringsrutiner.

CAD utgör en relativt dyr datortillämpning. Samtidigt ligger fördelarna främst i de senare delarna av byggprocessen och inte hos projektören.

Entreprenörerna har också satsat på visst inbördes samarbete när det gäller CAD-utvecklingen, medan projektörerna har arbetat var för sig i hög grad. Detta innebär att projektörerna kan komma att bli tvungna att arbeta med datorsystem utvecklade för entreprenörer och ägda av entreprenörer. De kan bli tvungna att anpassa sig till entreprenörens arbetsrutiner och förlora en del av sin självständighet.

8.3.2

Materialtillverkare eller byggare

Man har i flera omgångar förutspått att andelen förtillverkning skulle komma att öka. Denna utveckling har dock inte varit så smidig och problemfri, framför allt efter omsvängningen mot ROT. Andelen material minskar här till förmån för arbete i rivning och ytbehandling.

Med datorerna är det möjligt att förtillverkningen får en ny skjuts. Två bidragande orsaker kan tänkas:

A. CAD bidrar till mer förtillverkning:

Sambandet mellan projektering och förtillverkning kan stärkas genom datorstödd projektering. Sambandet kan stärkas i båda riktningarna. Dels kan tillverkaren, i reklamsyfte, förse projektören med datorbaserade underlag eller erbjuda beräknings-tjänster för att dimensionera olika konstruktioner med de egna produkterna. Den första typen förekommer i England medan den andra finns även i Sverige. Dels kan projektören lämna ett underlag som kan behandlas för tillverkning. Detta förutsätter att man använder sig av system som kan kommunicera med varandra.

B. Mängdning med stöd av CAD lämpar sig bäst för styckvaror dvs byggsystem och förtillverkade enheter

Sambandet mellan materialtillverkare och entreprenörer eller byggledare kan stärkas genom de datorstödda system för mängdberäkningar och materialstyrning som håller på att utvecklas. Mängdberäkning på grundval av CAD-ritningar är lättast att genomföra när det gäller färdiga styckvaror medan yt- och volymeräkningar kräver betydligt mer utveckling på både projekterings- och mängdnings-sidan. Det innebär att datorstödd kalkylering kan genomföras lättare med förtillverkade produkter än med platsbyggda. Kopplas dessutom monteringen till materialleveransen kan byggplanering och -styrning datoriseras i större utsträckning. Mängderna placeras in i tidplanen i form av underentreprenader utan att arbetsinsatserna behöver planeras.

8.3.3

Byggledarföretag eller större entreprenörer?

Datorernas betydelse för balansen mellan entreprenörer och byggledarföretag ligger på det organisatoriska planet. Resultatet beror på hur mycket bättre detaljering och kvalitét entreprenörernas egna databaser ger utöver de allmänna uppgifter som finns att tillgå i offentliga statistiska sammanställningar och de överslagssiffror som byggledare kan skaffa sig ur sin egen verksamhet.

Byggföretagens interna databaser över egna produktionsmetoder och erfarenhetsvärden utvecklas inom

de större företagen. Det krävs dock en stor mängd jämförbara projekt för att erfarenheterna ska kunna generaliseras och hållas aktuella och samtidigt ge mer information än ackodsprisdlistor och materialtillverkarnas prislitor kan ge.

Frågan är om och när de större företagens egna "receptsamlingar" kan leda till en säkrare bedömning av byggkostnaderna än byggledarföretagens mer generella uppgifter.

Fördel byggledaren?

De områden som har utvecklats mest är ekonomi-styrningssystem. De utgör ett lättanvänt och tillräckligt styrinstrument för att definiera och handla upp avgränsade delar inom ett projekt. Kombinerade med inte alltför avancerade datorstödda projektplaneringssystem, kan dessa användas för planering, styrning och uppföljning av underentreprenörernas insatser.

I ett sådant system är det en fördel för bygg/ projektledaren om de enskilda entreprenaderna är små. Priskonkurrensen i upphandlingen blir stark. De olika entreprenaderna kan följas upp och diskussioner om vad som ingår eller ej unviks. Dessutom ger anbudssiffrorna byggledaren underlag för att bygga upp en lagom detaljerad databas av erfarenhetspriser för framtida bruk.

Det är klart att "byggledare utan egna byggnadsarbetare" är en av strategierna idag, både i form av speciella byggledarföretag och bland f.d "traditionella" entreprenörer.

8.3.4

Stora eller små entreprenörer

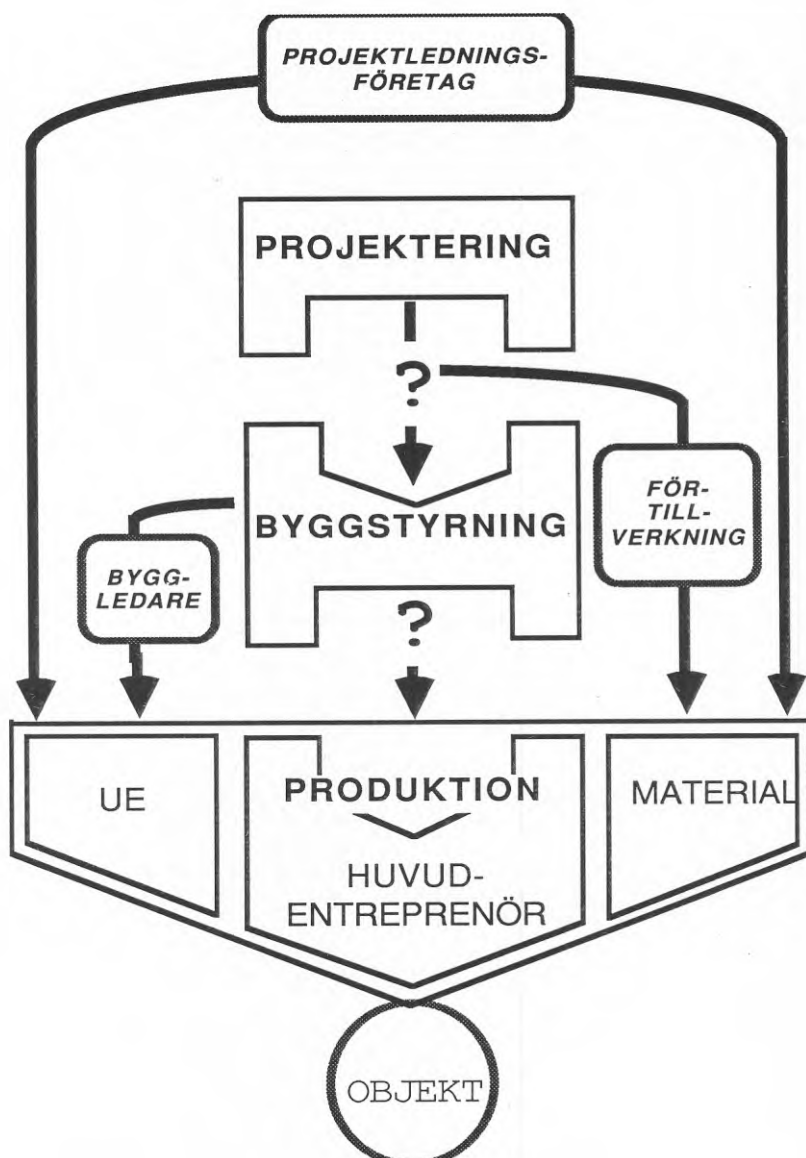
Hittills är användningen av datorer mer utbredd bland de stora entreprenörerna, vilka ofta har utvecklat sina egna system till stora kostnader.

Det är endast de stora entreprenörerna som, delvis gemensamt, har satsat på att utveckla samband mellan datorstödd projektering och materialstyrning. I förlängningen planerar man att utveckla en mer heltäckande byggplanering och byggstyrning. det är rimligt att anta att dessa utvecklingsprojekt inte kommer att ge användbara resultat förrän om några år- projektplanerna sträcker sig fram till slutet på 80-talet och kräver stora resurser. I den mån dessa planer lyckas kommer de att stärka de stora entreprenörernas ställning, främst när det gäller totalentreprenad och i samband med eget ekonomiskt engagemang i projekten.

Men redan idag arbetar de små entreprenörerna i stor utsträckning som underentreprenörer. De behöver inte den omfattande projektstyrningsapparat som totalentreprenörerna utvecklar. Med sina mindre over-head-kostnader kan de komma att hävda sig

mycket väl inom sina marknader - underentreprenader och självständiga mindre entreprenader.

Mindre företag kan specialisera sig på en "nisch" där datorer kan användas på ett särskilt effektivt sätt eller där datorer löser ett enskilt problem för andra parter. Exempel på sådana nischer kan vara byggledning och byggorganisation, ombyggnad med finansiering eller ombyggnad med driftansvar, mängdning och uppmätning, byggservice och materialhantering.



Figur 8:4

Förtillverkning och Underentreprenörssystem har ett gott stöd i dagens datorhjälpmedel

I framtiden kan även avanserade maskiner eller robotar utgöra en grund för specialiserade under-entreprenörer.

8.3.5 **Byggherren tjänar på alla förbättringar men styr inte aktivt**

Mycket av de rationaliseringar som utgör målet med datoriseringen har skett i en krympande marknad. De utgör ett konkurrensmedel mellan olika alternativa projektorganisationer.

Från flera länder påpekas att byggherrarna idag ställer större krav på resultatet. Det gäller kortare tider, bestämda kostnadsramar, kvalitets-säkring, hänsyn till underhållsaspekter, längre garantitider osv. Användningen av datorer i olika skeden syftar till att uppfylla dessa krav. Med andra ord: projektstyrning.

Trots att det är på prislappen och i driftsskedet som processens egentliga vinster uppstår (se vinstutvecklingen i förvaltning i förhållande till den övriga byggsektorn), har byggherrarna hittills intagit en mycket passiv roll när det gäller användning av datorer i tidigare skeden.

Det är egentligen främst i byggande i egen regi som alla fördelar ned en effektivare byggprocess kan samlas på en hand. Här borde finnas både anledning och resurser att satsa på en utveckling.

8.3.6 **Branschstandard = allas lycka?**

Idag arbetar många byggföretag, stora och medel-stora, på att utveckla en vissa gemensamma standard för projektredovisning och datakommunikation. Denna standardisering kan utnyttjas av alla: byggföretag, projektörer, byggledare, byggherrar. Dessa redovisningsformer kommer i sin tur att användas för att förbättra erfarenhetsåterföringen.

Liknande försök görs på andra områden, t.ex över-föring mellan CAD-system.

Samarbete är dock inte det som branschens företag prioriterar högst. Hellre då att det egna systemet blir "standard"...

Del C

Hur kan
byggnadsarbetarna
komma att
påverkas av
datoranvändningen
i branschen?

Ingress

Vad kan datoriseringen komma att innebära för byggnadsarbetarna?

Det första steget försöket att svara på frågan var att söka beskriva vad datoriseringen skulle kunna innebära för branschen som helhet, för dess storlek, produktionsteknik och organisation (kap 8).

Nästa steg blir att söka reda ut vad den skisserade utvecklingen kan betyda för byggnadsarbetarna. Vad har hänt i andra branscher i jämförbara situationer?

Ämnet är alltså framtiden. Ingenting av det som redan har hänt kan helt tillämpas framåt. Det blir frågan om fragment och skisser, ett indiciemål. Syftet är inte heller att lyckas med en riktig pronos - utan att peka på de kritiska punkterna, farorna och möjligheterna.

Detta block är indelat i olika ämnen:

- Sysselsättning (kap 9)
- Inflytande och yrkesinnshåll (kap 10)
- Fysisk arbetsmiljö (kap 11)

Kap 12 utgör ett försök till sammanfattning.

Arbetsmetoden har varit att jämföra förhållandena i byggandet med andra branscher som har nått längre i datorisering och automatisering. Vad vet man om hur datoriseringen har påverkat arbetsförhållandena i allmänhet och på vilket sätt skiljer sig byggandet från andra näringsgrenar? Kan samma utveckling förutsättas? Eller ställer byggandet andra krav som måste leda till andra tekniska och organisatoriska lösningar?

Ett viktigt inslag i detta block har varit att gå vidare och försöka hitta och föreslå användningssätt och användningsområden där datorer kan bidra till bättre arbetsförhållanden i olika avseenden. Dessa resonemang har i sin tur lett till de pilotprojekt som har genomförts parallellt med denna studie. Sådana förslag ingår i varje kapitel. Slutligen finns även en rad förslag till fortsatt forskning (kap 13).

9-Sysselsättning

Datoriseringens påverkan på sysselsättningen i byggbranschen

Syfte

Följande kapitel syftar till att reda ut hur datoriseringen i byggbranschen kan komma att påverka byggnadsarbetarnas sysselsättning. Det första steget blir att beskriva vad som är känt om motsvarande utveckling i samhället i stort och inom andra, mer datoriserade branscher (9.1).

Andra steget blir att analysera hur motsvarande utveckling av datorer inom byggbranschen kan påverka sysselsättningen, vad som talar för minskande sysselsättning (9.2.1) och vad som talar emot (9.2.2) samt vilken typ av arbetsuppgifter det kan bli frågan om (9.2.3).

9.1 Datorisering och sysselsättning

9.1.1 Teorier om teknik, produktivitet och sysselsättning

Datateknik kan betraktas som ett av många tekniker att *rationalisera produktionen* av varor och, inte minst, tjänster. Rationalisering innebär att produktionen sker på ett effektivare sätt, att det krävs mindre resurser, dvs arbete eller energi för att producera en vara. Effektivare produktion innebär i sin tur billigare varor och är därmed till fördel för det företag som lyckats med detta. Att produktionen blir effektivare kan bero på olika typer av åtgärder: tekniska och organisatoriska. Användningen av datorer för att rationalisera produktionen innebär, definitionsmässigt, att samma produkter kan framställas med mindre arbete. Sysselsättningen sjunker.

Men också andra faktorer påverkar produkternas slutliga pris, t ex planering, produktval, finansiering, försäljning. Man kan göra bättre prognoser av efterfrågan, bli skickligare i att producera och sprida information, göra produktionen mer flexibel, rationalisera kapitalflödet, osv. Datorer kan användas även i dessa sammanhang. Datorerna används för att *effektivisera administrationen*. De

besparingar som görs behöver alltså inte innebära mindre sysselsättning, vare sig i produktion eller administration. Det kan i stället leda till mindre risktagande i de olika besluten, och kanske till och med ökad sysselsättning i administrations- och tjänstesektorn.

Men datateknik kan också vara *en produkt i sig*, eller ingå som en del av förbättringen av andra produkter - elektronik. Användningen av elektronik kan öka efterfrågan genom att skapa nya eller bättre produkter. Datatekniken skapar nya arbeten i produktionen.

Datoriseringen kan alltså både minska, öka och förändra sysselsättningen. Vad blir slutresultatet? För att kunna förutsäga detta måste man ha en bra metod att skilja ut effekterna av datorisering från alla andra förändringar som inträffar samtidigt.

9.1.2

Att vaska fram datoriseringens effekter

Arbetsmarknadsdepartementet har, på uppdrag av dataeffektutredningen, genomfört en omfattande studie av hur sysselsättning, produktivitet och teknik - särskilt datateknik samspelar. (Drambo, 1983). De följande resonemangen är hämtade huvudsakligen härifrån och från dataeffektutredningens slutbetänkande, "Datorer och arbetslivets förändring".

Det som i första hand bestämmer sysselsättningen är produktionens och arbetsproduktiviteten. Men även andra förhållanden kan påverka sysselsättningen.

- fördelningen mellan den officiella ekonomin och "fritidsarbetet" vilket kan vara särskilt intressant i serviceyrken och hantverksyrken.
- överföringen av produktion mellan branscher. För byggnadsindustrin är gränsen mot byggmaterialindustrin intressant.
- överföring av produktionen mellan länder. Både export och import kan vara intressant för byggnadsindustrin.
- arbetstidens fördelning mellan individer

9.1.3.

Arbetstidsförkortningen kompenseras delvis

Erfarenheten av förkortningen av arbetstiden är hittills att produktiviteten tenderar att öka så att en del av produktionsbortfallet kompenseras inom den resterande arbetstiden. Kompensations-effekten varierar med hur mycket arbetstiden förkortas, dvs att de första timmarna på arbetet är mer effektiva än de sista.

Anledningarna till denna effekt kan vara flera:

- kapitalinvesteringar för att ersätta arbetskraft tidigareläggs, t ex anskaffande av datorer
- åtgärder införs för att effektivisera arbetet som vardagsrationaliseringar, högre arbetstempo, kortare pauser, strängare övervakning av arbetstiden m m
- skiftarbete införs varvid kapitalinvesteringen utnyttjas effektivare, omloppstiderna i produktionen minskar och därmed räntan på kapital bundet i ofärdiga produkter
- arbetet blir mindre ansträngande så att frånvaro pga sjukdom minskar, liksom behovet av ledighet för personliga ärenden, studier m m minskar.
- arbetsmotivationen ökar och arbetsklimatet förbättras. Kortare arbetstid har varit ett högt prioriterat krav i flera branscher.

I en internationell översikt (Evans A, Hours work in industrialised countries, ILO. Geneva 1978/ Drambo, 1983 not 32) sammanfattas följande tendens:

Förkortning av arbetstiden från	kompenseras genom ökad produktivitet
10 till 9 timmar/dag	65 % kompensation
9 till 8 timmar/dag	45 % kompensation
8 till 7 timmar/dag	36% kompensation

Figur 9:1

Produktivitetsökningar i anslutning till arbetstidsförkortningar Källa: Drambo, 1983

9.1.4

Datoriseringens effekt på sysselsättningen i olika branscher och yrken

För att bedöma vad detta kan innebära för byggbranschen kan det vara intressant att titta på hur datoriseringen har påverkat sysselsättningen för några andra branscher och yrkesgrupper.

Under en lång period har ökningen av produktiviten följts av en omfördelning mellan olika näringsgrenar. Den mest dramatiska förändringen har varit omställningen från jordbruk till industriarbete. De senare decennierna har en annan förändring, från industri till tjänster och service ägt rum.

Under åren 1963-1982 sjönk industrisysselsättningen från ca 1/3 till ca 1/4 av de förvärvsarbetande, vilket innebär att industrisysselsättningen har minskat mätt i totalt antal arbetstimmar trots att antalet förvärvsarbetande också har ökat kraftigt.

Samma tendens börjar nu göra sig gällande inom tjänstesektorn.

Elektronik- och databranschen har inte helt absorberat de som har blivit överflödiga inom industrin. Ökningen av den offentliga sektorn och de sociala reformerna har bromsats nu vilket innebär problem med arbetstillfällena för de som slås ut i rationaliseringarna eller dem som inte har hunnit skaffa sig fotfäste på arbetsmarknaden.

Bransch	Andel av förvärvsarbetande i %			
	1950	1960	1970	1982
Jord- och skogsbruk	19	14	8	5
Industri, gruvor	32	34	29	23
Byggnadsverksamhet	8	9	9	6
Samfärdsel och handel	20	23	21	21
Off. och priv.tjänster	21	23	32	43

Figur 9:2

Förändringar i näringsgrenar i Sverige 1950-1980

Källa: *Tendenser i ekonomin och arbetsmarknaden, 1983. (Dataeffektutredningen). PM 83-09-30. Stencil*

9.1.5

Industrin

Inom industrin har datoriseringen bestått av några typer av maskiner och produktionssystem. Gränserna mellan dessa har dock varit svår att definiera pga den snabba utvecklingen. Vi ska ändå nämna några typer:

NC-maskiner (eller NS-maskiner), dvs numeriskt styrda (eller "numerical controlled") - verktygsmaskiner som programmeras att utföra en operation på ett arbetsstycke, t ex borra ett hål av en viss dimension eller fräsa en bestämd profil.

Industrirobotar dvs programmerbara maskiner som kan både förflytta verktyget eller arbetsstycket och utföra en eller flera förprogrammerade operationer - t.ex lyfta upp arbetsstycket ovan från en bricka, borra eller fräsa och ställa det sedan färdiga stycket på ett annat ställe.

PC-system (produktionskontrollsystem - obs! ej persondatorer) dvs datorbaserade programmerbara styrsystem har sin mest avancerade tillämpning inom processindustrin t ex järn och stål, massa, kemisk industri, men också livsmedelsindustri och textil.

NC-maskiner, liksom robotar, kan underställas andra styrsystem, och betjänas av automatiska transportsystem för material och arbetsstycken så att mer eller mindre automatiska produktionssystem erhålls (PBB =produktion med begränsad bemanning). Dessa

kan drivas med reducerad eller ingen bemanning alls under vissa tider, t ex nattpass.

Produktionssystemen kan göras flexibla, dvs att omställning av verktyg och operationer lätt programmeras om (FMS =flexibel manufacturing system), eller styras direkt via datorbaserade konstruktionssystem (CAD/CAM). Även mer integrerade automatiska system finns beskrivna (och vederbörligt betecknade med en lämplig förkortning)- men ännu ej tillämpade.

Industrin i framtiden

I de enskilda fall där datorbaserad utrustning har använts inom industrin kan effekten i form av ersatt arbetskraft beräknas. De mest spektakulära exemplen visar på att med de helt nya produktionssystemen kan produkterna framställas med 5- 10 % av arbetskraften jämfört med traditionell produktion. I andra fabriker, där enstaka produktionsavsnitt automatiserats, har den nya utrustningen, t.ex en robot, reducerat arbetskraften till omkring 20 % (Drambo, 1983, s 57-58). Vilket i och för sig inte är en större ökning av produktiviteten än som har skett inom jordbruket!

Datorstödda produktionssystem har haft störst genomslagskraft vid stora nyinvesteringar. Dels i processindustrin och dels vid tillverkning av nya produkter, t ex elektronikkomponenter, datorer, robotar. I branscher med en äldre fungerande produktionsapparat, blir utbytet av maskiner mindre genomgripande. Det blir därför lättare att beskriva vilka industrigrenar och arbetsuppgifter som kan bli datoriserade än att ange i vilken takt detta kan komma att ske.

Dataeffektutredningen har med hjälp av marknadsbeömningar för robotar och andra datorstödda system beräknat att industrin kan komma att behöva totalt 12 000-45 000 färre årsarbetare 1990 gemfört med 1980 pga datoriseringen. Man säger också att de största avgångarna har inträffat hittills inom de mest rutinbetonade uppgifterna, och att detta är en tendens som sannolikt kommer att fortsätta.

9.1.6

Kontorens automatisering

Trots den stora osäkerhet som råder när det gäller att förutsäga datorernas rationaliseringseffekt inom industrin är prognoserna för kontorsarbetets del ännu osäkrare. De grenar inom tjänsteproduktionen där datorer har använts tidigt och med en stor höjning av effektiviteten, har utvecklats och expanderat kraftigt i sin helhet. Dvs att hela branschen har växt i omfattning och behållit eller ökat sysselsättningen. Detta gäller främst bank- och försäkring.

Liknande effekter kan finnas i företagens administration. De nya datorstödda hjälpmedlen ger möjlighet att beräkna, planera och följa upp produktionen på ett noggrannare sätt vilket visserligen ökar kontorspersonalens effektivitet men minskar inte deras antal.

Dataeffektutredningen har inte slagit fast någon siffra när det gäller den framtida sysselsättningen inom kontorsyrkena. Drambo, å sin sida citerar ett litet fåtal studier som pekar på att datorer kan komma att öka produktiviteten på kontoren med 2-3 % per år eller mer.

9.1.7

Den totala sysselsättningen i framtiden -Österrike

Den mest omfattande studien av datateknikens effekter på sysselsättningen är den som har gjorts i Österrike (Mikroelektronik, 1981/ Drambo, 1982 kap 4.3). I studien beskrivs olika alternativa utvecklingar mellan 1976 och 1990.

Med en relativt hög tillväxttakt, 3 % per år, (jfr Sverige 1.7 % de senaste åren) och oförändrad internationell konkurrenskraft (dvs att utvecklingen blir likartad i de flesta andra länder) skulle behovet av arbetskraft i den Österrikiska industrin reduceras med nära en fjärdedel fram till 1990.

Utredningen visar sedan hur olika åtgärder påverkar effekterna av minskningen i sysselsättning:

Oförändrad arbetstid	»	ger en fyrdubbling av arbetslösheten
Fortsatt minskad arbetstid i samma takt som hittills dvs ca 10 % för perioden 1976 till 1990 genom sänkt veckoarbetstid eller sänkt pensionsålder för de som arbetar nattskift eller har tunga jobb.	»	ger en halvering av arbetslösheten

Industriproduktion	»	0.4-0.7	% per år
därav:			
processindustri	»	1.5	"-"
produkter	»	0.2	"-"
Kontorsarbete	»	0.5	"-"
TOTALT	»	2.2	"-"

Figur 9:3

Mikroelektronikens effekter på produktiviteten i Österrike Källa: Mikroelektroniken, 1981/ Drambo, 1982, s 83)

I den österrikiska prognosen görs en noggrann analys av mikroelektronikens inverkan på näringslivets olika sektorer. Det kan därför vara intressant att betrakta den rationaliseringspotential som denna studie tilldelar datoriseringen.

Dessa siffror gäller alltså inte hur arbetet kan rationaliseras på den arbetsplats där tekniken införs, utan hur sysselsättning i respektive sektor påverkas totalt av att datateknik införs i en, enligt utredningen, sannolik takt. Man utgick därvid från en produktionsökning på 35, dvs samma som genomsnittet för perioden 1976-80. (Denna takt kan vara för hög för svenska förhållanden. Produktionsökningen har i Sverige sjunkit från 5.6 % per år 1960-65 till 1.2 % per år 1975-79)

9.1.8

Den svenska prognosen

Dataeffektutredningen har i sitt slutbetänkande tagit upp datoriseringens effekter på sysselsättningen i Sverige. Utredningen har dock inte har utredningen inte kunnat komma fram till ett entydigt svar:

«Sambanden mellan sysselsättning, arbetslöshet och teknisk utveckling är komplicerade. Enligt vår uppfattning är det med nuvarande kunskapsläge inte möjligt att med någon större grad av säkerhet avgöra om datoriseringen, som enskild faktor, ger upphov till arbetslöshet i samhällsekonomin som helhet. Däremot kan arbetslöshetsproblem uppkomma på kort sikt för vissa grupper inom enskilda branscher och sektorer.» (SOU 1984:20 s 111).

Utredningens slutsats är att rationaliseringarna - i alla former - har i praktiken lett till en totalt minskad sysselsättning. Vidare slås fast att datoriseringen utgör en form av rationalisering och kan därmed antas leda till minskad sysselsättning inom de yrken som den berör. En ökad efterfrågan inom andra yrkesområden kan dock uppstå samtidigt. Nettoeffekten blir sannolikt negativ mest beroende på att sysselsättningsökningen inom den offentliga sektorn har bromsats.

En minskad takt i datoriseringen skulle - å andra sidan - sannolikt inte lösa arbetslöshetsproblemet, anser man i utredningen. Tvärtom, det krävs åtgärder för att underlätta samhällets anpassning till datatekniken. Arbetslivet förmår inte ta vara på datoriseringens möjligheter i tillräckligt hög grad:

«Datoriseringen skapar förutsättningar för en ökad produktivitetstillväxt. Samtidigt förefaller det dock som om vår förmåga att utnyttja den nya teknikens möjligheter på ett effektivt sätt tenderar att släpa efter. Bakgrunden är att "organisations-

faktorns" bidrag till produktivitetsutvecklingen avtagit under senare år. Någon liknande tendens har vi inte kunnat finna för "teknikfaktorns" del.»

För Sverige kan man ur dataeffektutredningens olika bedömningar sammanfatta följande för tiden fram till 1990:

Industri	12.000	-	45.000	arbetande
Kontor	20.000	-	110.000	arbetande

Dessa siffror är som synes mycket vida och rymmer en stor osäkerhet. Osäkerheten gäller dock främst när det gäller utvecklingstakten.

9.1.9 **Arbetstidens längd och förläggning i framtiden**

Trots att utredningar om datoriseringens konsekvenser i olika länder har svårt att nå fram till ett mått på den framtida sysselsättningen eller arbetslösheten kommer alla att sluta med att diskutera olika sätt att fördela ett kommande överskott av arbetstid, dvs en kortare livsarbetstid. Det som diskuteras är:

- kortare veckoarbetstid för alla t ex i samma storleksordning som har skett under 70-talet.
- längre semester
- tidigare pension
- kortare arbetstid/tidigare pension för speciellt ansträngande yrken
- mer avbrott i arbetet för studier, vård av barn m m.

9.2 **Datorer och sysselsättningen i byggbranschen**

I detta avsnitt visas konsekvenser av användning av datorer inom olika områden inom byggbranschen. Först görs några räkneövningar för att belysa konsekvenser av datoranvändning i produktions-teknik, produktionsstyrning och förtillverkning.

Därefter diskuteras några begränsningar för de utvecklingslinjer som skisserats ovan.

9.2.1 **Några räkneövningar**

1. Datorisering i samma takt som övriga branscher

Om arbetet i byggbranschen skulle datoriseras i samma takt som man förväntar sig när det gäller andra branscher borde man kunna likställa tjänste-

mannarbetet med kontorsarbete och byggnadsarbete med annat industriarbete. En sådan schablonberäkning skulle leda till följande prognos:

- antalet tjänstemän minska med 0.5 % per år och
- antalet arbetare minska med 0.2 - 1.5 % per år (beroende på hur processinriktad respektive arbetsmoment kan bli).

2. Automatisering till samma nivå som den fasta industrin

Investeringarna i byggbranschen är på en betydligt lägre nivå än den fasta industrins. Jämfört med verkstadsindustrin låg byggbranschens investeringar 1892 på drygt en fjärdedel. Jämför man endast maskininvesteringarna var förhållandet ca 1:4. (Visserligen har antalet hyrda maskiner börjat öka men samtidigt utgörs en stor del av de befintliga maskininvesteringarna av vagnar och bodar vilket i andra branscher hamnar inom kategorien byggnadsinvesteringar.)

Följande räkneexempel bygger på att

- byggbranschen kommer inom 10 år ikapp verkstadsindustrin när det gäller kapitalintensitet, dvs att teknikanvändningen ökar med extra 300 % under 10 år = en extra årlig ökning med 11-12 %.
- de extra investeringarna består av automatiserad produktionsutrustning för enstaka avsnitt. Enligt studier i den fasta industrin minskar en sådan utrustning behovet av arbetskraft till en femtedel.

Resultatet skulle bli att minskningen av arbetskraft årligen blir 11-12 % högre än i industrin, dvs en extra ökning med 0,02 - 0,15 % per år $[(0,2-1,5) \times 111 \text{ \%}]$. En sådan förändring för hela branschen är mindre trolig.

3. ROT-byggande kommer till samma grad av förtillverkning som nybyggnad

Det innebär t ex måttanpassade, förtillverkade mellanväggar med färdiga ytskikt, utanpåliggande installationer i standardsektioner, fabriksrenovering av befintliga snickerier, ersättning av snickerier istället för renovering osv. En sådan utveckling är inte omöjlig med tanke på att de byggnadsgenerationer som står i tur för ombyggnad är betydligt mer standardiserade än 1870 - 1930 talens produktion som har byggts om hittills. Störst effekt får en sådan utveckling på byggnads-hantverkarna - målare, VVS-arbetare, elektriker.

Om ROT-projekt inom 10 år uppnår samma förtillverkningsgrad (och därmed sammanhängande mekanisering) som nybyggnader skulle bara detta leda till en minskad sysselsättning för byggbranshen med ca 3 % per år.

En del av arbetet överförs till materialindustrin. Man har hitills grovt räknat med att en uppgift som överförs från byggsplatsen till fast industrin klaras av med i stort sett halva arbetstiden och resten ersätts av maskiner (Byggnadsindustri och byggnadsmaterialindustri, 1975).

Monteringen av speciella produkter kan dessutom mekaniseras mer än annat byggnadsarbete eftersom speciellt anpassade verktyg och maskiner kan utvecklas. Dessa specialverktyg leder, i sin tur, till att monteringen utförs i större utsträckning av speciella yrkesmän, antingen dessa tillhör en specialiserad entreprenadfirma eller är anställda av produkttillverkaren själv.

4. Material-administration

Enligt flera bedömare ligger det en stor potential i att rationalisera materialhanteringen på byggsplatserna. Datoriseringen kan underlätta material-administrationen. Det förutsätter att projektering och byggplanering kan integreras och att information kan systematiseras och förmedlas.

Datorisering av materialadministrationen kan leda i första hand till att färre tjänstemän i centrala funktioner behövs, eller att de kan serva byggena på ett bättre sätt. Är det dessutom så att en del av byggnadsarbetarnas tid utgörs av onödigt arbete p.g.a felaktig materialplanering, kan en bättre planering naturligtvis leda till minskad sysselsättning.

9.2.2

Begränsningar av datoriseringens effekter

1. Mekanisering:

Möjligheterna till mekanisering inom byggbranschen begränsas av de höga etableringskostnaderna för en stor produktionsapparat. Sannolikheten är stor för att den huvudsakliga mekaniseringen även i fortsättningen sker inom materialindustrin.

2. Förtillverkning:

Andelen förtillverkning har även tidigare förväntats öka. Detta har inte skett i den takt som förväntats. Det finns nämligen förhållanden som gör att det finns gränser för hur långt förtillverkningen har kunnat gå. En del av arbetet måste trots alla utföras på byggsplatsen i form av monteringsarbete. Erfarenheterna hittills visar att det är nödvändigt att ett tillräckligt antal byggnadsarbetare finns på plats för att kunna styra bygget och klara ändringar och anpassningen mellan många hårt styrda underentreprenörer.

Gränsen för förtillverkningen är olika för olika typer av objekt. Småhus tillverkas t ex numera till övervägande del i form av förtillverkade typhus med ett minimalt inslag av arbete å plats. Detta förutsätter att även monteringen kan förenklas och standardiseras så att icke specialtränade byggnadsarbetare eller rentav amatörer har kunnat klara mycket av platsarbetet.

Andelen småhus i den kommande produktionen är dock oviss. Av övriga byggnadsobjekt kan sannolikt bara enklare industribyggnader göras så enkla och likartade att de kan förtillverkas i stor skala. Tvärtom, utvecklingen har under de senaste åren inneburit en allt större andel unika och komplicerade hus. Kompletteringsbyggandet har ökat och husens utformning har fått anpassas till de speciella förutsättningarna på plats. Byggnaderna har - som försäljningsargument - gjorts mer varierande. Byggnader har i större utsträckning åter börjat användas som symbol för verksamheten i dem, byggnad och affärsidé har kommit att höra ihop.

3. Planering och styrning i byggbranschen befinner sig i en utvecklingsfas:

Andelen tjänstemän i byggbranschen har ökat under senare tid. Man räknar på förhållandevis fler anbud i lågkonjunktur. Byggobjekten är mindre men behovet av planering kan inte minskas proportionellt. Utvecklingen av organisations- och ledningsmetoder har varit långsam och inte kunnat kompensera behovet av ökade planeringsinsatser. Datorer har inte kunnat lösa det problemet eftersom byggbranschen har saknat enhetliga planeringsmetoder. Fortfarande krävs det alltså ett omfattande utvecklingsarbete som kräver resurser.

Planerings- och styrningsarbetet i byggbranschen befinner sig alltså i en utvecklingsfas. Det kommer att kräva bidrag från både planering och byggandet, både de centrala funktionerna och de praktiska erfarenheterna.

10 Inflytande och kompetens

Inflytande och kompetens i en datoriserad bransch

Byggnadsarbetet kännetecknas av en relativt stor självständighet. Det gäller främst uppläggingen av arbetet. Självständigheten är inte bara personlig. Den är knuten till arbetslagets autonomi som bygger på att arbetslaget ofta är en mer varaktig organisationsform än anställningsförhållandena.

Nackdelarna består av den otrygga anställningen och bristen på inflytande i de viktiga tidiga planeringskedena.

Avsikten var ursprungligen att detta kapitel skulle behandla förutsättningarna för byggnadsarbetare att behålla och utveckla denna relativt stora självständighet. Insikten växte dock att inflytande motsvaras av kunskap och intresse för att planera och ansvara för sitt eget och lagets gemensamma arbetsorganisation och arbetsresultat.

Denna kompetens är inte knuten till en person. Lagets förmåga att organisera sitt arbete är en gemensam förmåga, förvärvat i dagligt samarbete. Det är inte heller frukten av utbildning utan främst av praktik och av erfarenhet. Det är en "tyst" kunskap som upprätthålls och utvecklas när den brukas. Det är mycket troligt att en sådan förmåga inte kan bibehållas latent utan förvinns om den inte kan användas.

Detta kapitel är ett försök att belysa två sidor av medbestämmandet: dels byggnadsarbetarnas inflytande över arbetsförhållandena och arbetets organisation och dels yrkets arbetsinnehåll i ljuset av branschens datorisering.

10.1 Organisationen i byggbranschen - några utvecklingstendenser

10.1.1 Branschens organisation

En hel del förändringar skedde under 70-talet, både inom företagen och i branschens struktur. De *små entreprenadföretagen* har blivit betydligt fler medan de medelstora företagen har minskat i antal. (Näringspolitik, 1984, s 30 och Lindroth, 1984 s 33). Genom företagsköp ökade de redan då stora företagen sin andel av marknaden. De första åren av 80-talet inträdde en ny trend - *bolagisering*. Flera av de stora företagen har delat upp sig i geografiska enheter, i flera fall i form av självständiga bolag (Diös, BPA).

En ny typ av företag har etablerat sig - de sk byggkonsulterna eller byggledarföretagen. Dessa åtar sig att, på konsultbasis, eller som affärspartners, fungera som en tillfällig byggnadsavdelning åt byggherren.

Samtidigt har också antalet entreprenörer inblandade i varje projekt - trots att objektstorleken har minskat. (Detta är en uppfattning som framförs i branschen som jag inte har kunnat belägga)

Andelen tjänstemän i byggnadsbranschen ökade under 70-talet vilket kanske kan förklaras till en del av att det har blivit fler och mindre företag och till en del av att tjänstemännen är fast anställda och deras antal har inte kunnat skurits ner i samma takt som byggnadsarbetarnas - kanske beroende på att objekten är mindre och serierna kortare, vilket kräver en större andel planering och administration.

Kategori	Andel i branschens sysselsättning i %		
	1971	1975	1983
Byggnadsarbetare	63.7	63.8	59.0
Tjänstemän	18.3	20.7	24.2

Figur 10:1

Andel byggnadsarbetare och tjänstemän i byggbranschen Källa: *Balansproblem i byggbranschen, 1985 s 11*

Övergången till en större andel ROT-verksamhet kan också ha ökat byggföretagens arbete med byggenas planering på bekostnad av en mindre detaljerad projektering. Ytterligare en orsak kan vara att

byggföretagen sysslar nu i större utsträckning med andra, angränsande verksamheter som förvaltning, affärsutveckling m m.

Flera stora byggnadsföretag "trimmade organisationen" och skar ner personalen i början av 80-talet. Denna utveckling sammanfaller med bolagiseringen och bör ses som försök att få en organisation som är känsligare för marknadens förändringar.

10.1.2

Organisationen inom företagen

Byggnadsföretag arbetar huvudsakligen med projekt vilket avspeglas i företagens organisation. Liksom i andra branscher är det fråga om en *matriss* med stabsfunktioner på ena ledet och produktionens linjeorganisation i det andra.

Det speciella med byggbranschen är att produktions- sidan är relativt liten. Det är främst i staben som kunskapen kan dokumenteras och utvecklas och det är där som erfarenheterna kan omvandlas till tradition och företagskultur.

Även utvecklingen av datorsystem präglas av detta förhållande. Det är de centrala hjälpmedlen för ekonomi och anbuds-kalkyler som utvecklas först.

Byggnadsarbetarna organiseras i *arbetslag*. Arbetslaget består vanligtvis av en relativt stabil grupp byggnadsarbetare med medlemmar inom trä, betong och mur. Murare bildar dock ibland egna lag. Laget söker i möjligaste mån anställning gemensamt. På bygget företräds samtliga SBAF-medlemmar av en gemensam lagbas.

Löneformen är vanligtvis någon typ av ackord. Under 70-talet infördes *gemensamhetsackord* stödfunktioner integrerades i ackordslagen vilket innebär att alla yrkesgrupper går under samma avtal och har del av samma ackordstillägg. Det har stimulerat samarbetet på bygget.

Anställningsformen i byggbranschen har inneburit att de flesta byggnadsarbetare inom nybyggnadssektorn har varit objektsanställda. Sedan 1988 är tillsvidareanställning den normala anställningsformen även för dessa.

Objektsanställningen har anförts som skäl för att varken medbestämmande eller skyddsverksamhet sköts på ett "normalt" sätt. Medbestämmande gäller inte i de tidiga skedena då projekt planeras eftersom byggnadsarbetarna då ännu inte är anställda.

	TILLSVIDARE ANSTÄLLDA %	OBJEKTS- ANSTÄLLDA %
NYPRODUKTION	15	85
ROT	50	50
ANLÄGGNING	55	45
TOTALT	33	67

Figur 10:2

Anställningsformer för byggnadsarbetare (TBM) hösten 1985. Andel byggnadsarbetare med olika anställningsform. Källa: Byggnadsarbetareförbundet-enkät inom avdelningarna.

De senaste åren har en ny samarbetsform införts hos många entreprenörer - *kvalitetscirklar*, vilka väl på ett sätt ska ersätta en del av bristen på erfarenhetsåterföring som den lösa anställningsformen innebär. Cirklarna bidrar till på ett organiserat sätt lösa problem som annars hade förblivit misslyckanden. Lösningarnas användbarhet och genomslagskraft beror på dels hur väl de följs upp och dels av hur de mottas nästa gång, av nästa lag. Antingen blir de med tiden standard i branschen genom arbetslagens rörlighet eller så blir även goda idéer begravda eftersom de som tog fram dem inte finns kvar i organisationen för att följa upp åtgärderna.

Utvecklingsavtalet SAF/LO-PTK har kompletterats med ett branschavtal fr o m mars 1986. I avtalet stadgas bl a att byggnadsarbetarna ska ha möjlighet till inflytande i planeringen av byggen.

Inflytandet gäller skedena B och C, dvs inte anbudsskedet. Inflytandet ska utövas genom representanter vilka kan vara lagbasar, MB-ledamöter eller skyddsombud.

10.1.3

Projektets organisation

Produktionsplaneringen inleds vanligtvis på ett översiktligt sätt i anbudsskedet (A) vid den traditionella generalentreprenaden. Byggherrar som bygger i egen regi med hjälp av egna bygglidare eller bygglidningskonssulter tar över en del av produktionsplaneringen själva. I andra fall består en del av genomförandet t ex byggtiden, evakueringen av eventuella hyresgäster och andra organisatoriska uppgifter i själva verket som kärnfrågor i anbudets utformning och förhandlas med byggherren.

Produktionsplaneringen (B) görs centralt inom byggföretaget i sina huvuddrag, gärna under medverkan av den blivande arbetsledningen. Arbetschefen, arbetsledarna och deras biträden har sedan att i startskedet (C) ytterligare detaljera planerna.

Under byggets gång är det platsledningens uppgift att organisera och kontrollera de olika entreprenörernas insatser, de egna arbetarnas arbetsuppgifter, materialleveranser, maskiner, hjälpmedel, underhåll m m. Detta görs dels i enlighet med planerna, och dels med anledning av ändrade förutsättningar t ex ändringar som byggherren begär, vädret, leverantörer, underentreprenörer osv. Ett välfungerande samarbete med de olika inblandade parterna, underentreprenörer och egna byggnadsarbetare underlättar mycket för arbetsledningen.

10.2 **Organisationsstrategier och datoriseringens betydelse**

10.2.1 **Teorier om styrning och grupporganisation**

Arbetsorganisationen inom industrin har ändrats efter olika teorier för att utnyttja nya tekniska möjligheter, för att motverka den nya teknikens avigsidor och för att anpassa arbetssituationen till samhällets allmänna standard. Teorierna behandlar organisationssystem och styrmedel i företag och organisationer. Ett sätt att beskriva de olika teorierna har utvecklats av Scott (Peters & Waterman, 1982). Scott använder en matris med fyra aspekter:

	DETALJ-STYRNING	MÅL-STYRNING
TEKNISK STYRNING	LÖPANDE BAND	ACKORD VID GIVEN TEKNIK
SOCIAL STYRNING	DETALJERADE ORDER	INCITAMENTS-AVTAL MED VALFRI TEKNIK

Figur 10:3

Olika typer av styrmedel i företag och organisationer enligt Scott. Exempel på olika styrmetoder. Inspirerar av: Peters & Waterman, 1982

Scotts analys innebär att organisationsteorierna har utvecklats efter de båda riktningarna ovan i och med att teknik och företagens storlek har gått framåt. Detaljplanerade, tekniskt styrda system utvecklades 1900-1930. Webers och Taylors sk "scientific management" är de dominerande representanterna för denna utvecklingsfas och MTM-systemet deras mest kända praktiska tillämpning.

Under 1930-1960 utvecklades "Humanrelations" - skolan av bl a Mc Gregor och Mayo. Denna ledningsfilosofi kan betecknas som detaljplanerad men socialt inriktad. Det sociala består av att kontroll och bestraffning ersätts av intresse och belöning.

Under 60- talet kom andra teorier som inriktade sig på de stora multinationella jättarnas problem - att få extremt stora system att fungera ihop. Lösningen blev en hårt strukturerad organisation med enhetliga arbetsformer - en företagskultur. Men med en långtgående decentraliserat resultatansvar, divisioner, utsatta för marknadens tryck. För att klara föränderliga krav på de stora organisationerna utvecklades samtidigt tankar om matrisorganisationen, vilket är ett sätt att koppla varje enhet i två riktningar dels inom en linjeorganisation och dels inom en projekt- eller funktionsinriktad organisation. Denna kombination av organisationsidéer betecknas av Scott som "öppna system med rationellt inriktad styrning". Exponenter för dessa riktningar är Lawrence och Lorch vid Harvarduniversitetet. IBM och Volvo-Kalmarverken kan utgöra ett exempel på dessa idéer.

Utvecklingen de senare åren har inriktats på att försöka eliminera nackdelarna med de stela arbetsformerna och den komplicerade matriststrukturen som har visat sig svår att få fungera i praktiken. I stället har det utvecklats tankar om målstyrning. Idén innebär att individer och grupper inom företag och organisationer har förmåga att arbeta självständigt för ett gemensamt mål förutsatt att målet är känt och accepterat i organisationen och det finns tillräckligt handlingsutrymme.

Ett sådant system kommer att fungera effektivare i förhållande till det gemensamma målet (t ex högre vinster) än ett detaljstyrt system. I viss mån har japanska organisationsidéer påverkat tänkandet. Av amerikanska organisationsteoretiker kan Karl Weick vid Cornell och James March vid Stanford nämnas. I Sverige medverkar Utvecklingsprogrammet i försök med sådana organisationsformer vid SAABs fabrik för personbilar i Trollhättan.

10.2.2

Detaljstyrning har inte varit genomförbar i byggföretag

I byggbranschen har de tidiga teorierna om detaljstyrning som beskrivs ovan inte slagit igenom i någon större utsträckning. Det beror främst på produktionens karaktär av projekt vilket innebär att en alltför långt driven detaljstyrning blir mycket resurskrävande. Vissa försök i den riktningen har dock gjorts då produktkedjan har förfallit tillräckligt lång.

Ett sådant försök skildras i en forskningsrapport som beskriver byggföretagens styrmedel (Docherty m fl, 1981). I det fallet försökte ett företag att bygga en serie barnstugor genom att organisera en kedja av arbetslag med var sin begränsade arbetsuppgift. Arbetslagen skulle flytta mellan de olika objekten och i tur och ordning utföra sin speciella uppgift på varje ställe. Arbetsledningen följde också lagen runt.

Försöket misslyckades och huvudorsaken anges av forskarna ha varit att det saknades ett övergripande ansvar. De fel som uppstod på ett ställe upprepades på nästa objekt. Varje fel innebar dessutom att tidplanen för efterföljande moment sprack för samtliga följande objekt i kedjan. Man hade alltså försökt att överta ett styrningssystem från fast industri utan att införa ett motsvarande uppföljningssystem. Samtidigt hade man gjort sig av med det gängse korrigeringsmedlet i byggbranschen - samarbetet byggnadsarbetarna emellan och mellan dem och arbetsledningen.

Det övergripande målet med detta försök beskrivs av författarna som ett led i ansträngningen att öka "förutsägbarheten" i processen.

10.2.3

"Juridisk" styrning - en allt vanligare styrstrategi i byggbranschen

Byggbranschen arbetar inte mot lager. Man arbetar på beställning. Därför har ett omfattande juridiskt och organisatoriskt system utvecklats som syftar till att garantera beställaren att resultatet motsvarar förväntningarna.

Olika mer eller mindre fasta "organisationer" sammanfogas för varje projekt. Gränsen för vad som ingår i en parts åtaganden och vad som köps utifrån kan lätt flyttas beroende på vad som är fördelaktigast.

I och med att byggföretag inte har investerat i fast anställd produktionspersonal eller en omfattande produktionsanläggning kan man påstå att man kommer att köpa allt på underentreprenad (eller förtillverkat) som man inte definitivt kan produ-

cera bättre själv. (I en fast industri bör resonemanget vara det omvända: man producerar allt själv som inte någon annan gör bättre.)

		DETALJ-STYRNING	MÅL-STYRNING
INOM FÖRETAGET	TEKNISK STYRNING	INGEN <i>(fabrikstilverkning)</i>	ARBETSLAG <i>(Ackordslön med bestämd teknik)</i>
	SOCIAL STYRNING	INGEN <i>(fördelning görs inom laget)</i>	PROJEKTLEDNING <i>(resultatansvar med eget val av arbetmetod)</i>
UTANFÖR FÖRETAGET	JURIDISK STYRNING	UNDERENTREPRENAD MED LITEN OMFATTNING <i>(UE bestämmer endast teknik)</i>	HUVUDENTREPRENAD eller STÖRRE UNDERENTREPRENAD <i>(Entr. bestämmer både organisation och teknik)</i>

Figur 10:4

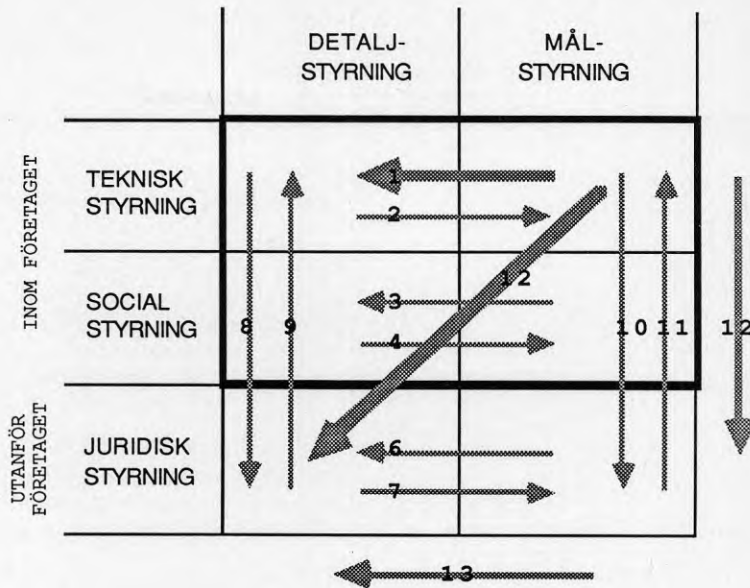
Juridiska gränser mellan olika delar av projektet - en viktig styrstrategi i byggbranschen. Exempel på olika styrmetoder i byggbranschen

10.2.4

Kontroll av processens resultatet - grunden för valet av styrstrategi

I byggbranschen gäller det att inför varje projekt välja den effektivaste vägen till målet: lönsamhet. Det blir en avvägning mellan resurser, resultat och pris.

Kan priset anpassas, t ex vid löpande räkning är det viktigare att styra resultatet än resurserna. Kan resultatet anpassas, t.ex vid totalentreprenad, är det viktigare att styra resurserna än resultatet. Kan varken pris eller resultat anpassas måste resurserna användas på effektivast möjliga sätt. Eller så kan bekymret överlåtas till någon annan - t.ex en underentreprenör.



Figur 10:5

Vilka strategier blir dominerande i framtiden?

Man kan hävda att dagens situation i byggbranschen har utvecklats allt mer mot det tredje fallet: varken resultat eller pris kan anpassas. Det gäller att öka effektiviteten. Vilka medel står då till buds och var kan datorer användas?

10.2.5

Ökad förutsägbarhet - ett argument för detaljstyrning?

Ökad förutsägbarhet kan avse hela eller delar av processen. Det kan uttryckas som fast pris, kvalitetssäkring, helig tidplan osv. Ökad förutsägbarhet åstadkoms i princip genom att:

1. *Låsa fast* resursförbrukningen i form av leveransplaner för material, tillgången till maskiner och andra hjälpmedel samt tillgänglig personal
2. *Administrera* resursförbrukningen i form av material och arbetstider med hjälp av arbetsledningen och i enlighet med produktionsplanen
3. *Kontrollera* resursförbrukningen med hjälp av den centrala administrationen och de administrativa systemen samt informationer från byggplatsen

4. *Korrigera* resursförbrukningen för att rätta till avvikelser och styra in på den uppställda kursen igen.

Genom denna centralstyrnings strategi blir systemet beroende av två viktiga villkor:

- kontrollinstrument för uppföljning av resursförbrukningen
- information från arbetsplatsen

Detta kan man åstadkomma på principiellt två sätt: detaljkontroll eller samverkande intressen t ex avtal som premierar "rätt" beteende hos alla parter. Rätt beteende är här det som gagnar byggets totalresultat.

Det avgörande för möjligheten att genomföra ett bygge enligt planerna är dock planeringens kvalitet. Möjligheten att åstadkomma en god planering är beroende av

- det underlag som finns
- de resurser som läggs ner i varje fall
- risken för oväntade situationer, "störningar"

Datorer skulle kunna användas för att bygga upp ett kontroll- eller rapporteringssystem som samtidigt utgör ett undrelag för kommande objekt. Ju mer detaljerat ett bygge planeras desto större intresse kan man ha av att rapporteringen är noggrann och rätt uppdelad. Det ställer dock stora krav på byggets intresse och möjlighet att lämna ätt uppgifter.

Rapporteringen måste alltså utgå ifrån eller kontrolleras på bygget. Samtidigt måste rapporteringen framstå som en meningsfull arbetsuppgift på byggplatsen. Byggledningen måste alltså förstå systemet, tro på det och ha nytta av det.

Under sådana förutsättningar kan resultatet av uppföljningen vara till nytta i planeringen av nästa objekt. Men även där krävs att den som planerar kan hitta rätt information och tolka den rätt.

Ett datorsystem som kan stödja alla ovan räknande moment är naturligtvis teoretiskt möjligt att åstadkomma. Det lättaste sättet att försäkra sig om att hela kedjan fungerar är dock fortfarande att planeringen och genomförandet ligger på samma personer och att dessa får tillräckliga resurser, framför allt tid, att ägna sig åt planeringen.

		DETALJ- STYRNING	MÅL- STYRNING
INOM FÖRETAGET	TEKNISK STYRNING	Kräver investeringar > fabrik	Kräver att delmål sammanfaller med huvudmål
	SOCIAL STYRNING	Kräver resurser för arbetsledning	Kräver övergripande planering och löpande uppföljning
UTANFÖR FÖRETAGET	JURIDISK STYRNING	Kräver väldefinierat resultat och löpande uppföljning	Kräver väldefinierat resultat och totalram

Figur 10:6

Förutsättningarna för olika styrstrategier

10.2.6

Risken för "störningar" - ett argument för målstyrning

Det finns en tendens att försöka undvika störningar som ett sätt att klara ett bygge inom de ekonomiska marginalerna. Som "störningar" anses alla oplanerade ändringar i ett byggprojekt, dvs avvikelser. Hur mycket som betraktas som störning beror följaktligen på hur mycket som är planerat. Alltså: ju mindre planering, desto mindre störningar!

Vad man i allmänhet menar är att en god planering ett sätt att förutsäga och i förväg lösa problem. Det är alltså egentligen inte störningarna som är problemet utan de dåliga lösningar som kan bli följden att man inte har tid eller möjligheter att lösa uppkomna problem på ett bra sätt under byggets gång.

Ett alternativ, eller snarare komplement till "ökad förutsägbarhet" är *bättre resurser inför och under bygget*. De resurserna är tid och kompetens, det senare kanske det mest intressanta. Den totala byggtiden är sannolikt svår att öka. Men genom bättre kommunikation mellan projektering och bygge och större möjlighet för byggnadsarbetarna att delta i planeringen borde fler problem upptäckas i förväg och lösas på ett bättre sätt än idag.

Man får heller inte glömma att beredskapen för "störningar" är ett av byggandets försäljningsargument! Det kan vara en service åt beställaren.

Eller ett sätt att korta den totala projekttiden genom att lägga projektering och byggande omlott - s k tidig upphandling.

Tyngdpunkten i datorsystemet måste i detta fall ligga på att betjäna bygget med snabb och rätt information om det aktuella läget. Dessutom behöver man analysmetoder som kan illustrera alternativ.

Det är alltså frågan om att utnyttja byggnadsarbetarnas och byggledningens kunskaper och skicklighet att organisera och styra bygget. Och skapa förutsättningar för att denna kunskap kan utvecklas.

10.3

Datorisering och arbetsinnehåll

När det gäller datoriseringens inverkan på arbetsinnehållet har studier inom olika branscher belyst en del problem och farhågor. Det har gällt framför allt de långsiktiga effekterna av mekanisering och automation. Bland de aspekter som har tagits upp finns

- yrkeskunskaper: hur behåller individen kunskaperna, hur förmedlas de till nya generationer, hur utvecklas de?
- inflytande : blir arbetet helt maskinstyrt
- arbetsinnehåll: reduceras människan till en robotbetjänt?
- arbetsorganisation: vem gör arbetsberedning och planering, konstruktören, arbetsledaren, operatören?
- jämlikhet: vilka får arbete, vilka får de bättre jobben, hur slår det inom olika yrken, sociala grupper, kön, bostadsort m m

10.3.1

Teorier om mekanisering/automatisering och yrkesstruktur

De har utbildats olika teorier när det gäller effekterna på kort och lång sikt. I en utredning genomförd vid Ekonomiska forskningsinstitutet sammanfattas de olika teorierna enligt följande (Docherty P, Werngren C, Widman A, 1984 , s 131 osv):

- *Dekvalificering*: slutfasen är en helt automatiserad produktion
- *Kvalificering*: utvecklingsstegen beskrivs som hantverk, mekanisering, automation. De karakteristiska automationsbefattningarna sägs vara

konstruktör, övervakare och reparatör. Inom verkstadsindustrin har förändrade befattningar rört sig kring dessa begrepp. Debatten har gällt bl a inom vilka gamla yrkesområden de nya befattningarna ska ingå

- *Polarisering*: teorin innebär att de flesta får mindre kvalificerade uppgifter medan ett fåtal får sina arbetsuppgifter utvidgade och uppgraderade.
- *Tröskelhypotesen*: de ovan nämnda kvalificerade arbetsuppgifterna försvinner på sikt.
- *Omkvalificering*: yrkeskraven kommer inte i första hand att minska eller öka. Effekten av datorisering blir främst att yrkeskraven förändras, teoretiska färdigheter blir viktigare oavsett befattningsnivå.

Den sammanfattande slutsatsen som utredningen drar på grundval av en mängd studier är att "kvalificering" är det vanligaste resultatet för industriarbetare, medan "polarisering" gäller främst tjänstemän.

10.3.2

Mekaniseringsgrad och arbetets kvalifikation

Det följande resonemanget bygger på ett omfattande och mycket inflytelserikt - men också omdebatterat - forskningsprojekt. De iakttagelser och slutsatser som refereras härrör från en undersökning av industriarbete i nio tyska industrier 1965-67 utförd av Kern & Schuman (Aronsson, 1985).

Kern & Schuman delar in industriarbete i 8 grader av mekanisering med hänsyn till tre kriterier: arbetsuppgift, "aggregationsnivå" och typ av process.

Typer av *arbetsuppgifter*:

- a- hantering
- b- bearbetning
- c- kontroll
- d- korrigerande av produkten och processen

Före och över dessa uppgifter finns kravspecifikation, processplanering och -kontroll, dvs arbetsledningens uppgifter.

Mekaniseringen berör arbetsuppgifterna ovan i tur och ordning - ju längre ner på listan desto högre mekaniseringsgrad.

När det gäller byggnadsarbete kan man dra gränsen mellan "mekaniserat" och "icke mekaniserat" någonstans mellan b och c.

Aggregationsnivå utgör ett mått på hur stor del av processen som är sammankopplad genom det tekniska systemet:

- 1- enstaka operationer
- 2- operationsföljder
- 3- hela processen

När det gäller byggnadsarbete skulle man kunna dra gränsen mellan "mekaniserat" och "icke mekaniserat" någonstans i grupp 2.

De processtyper som ingår i undersökningen gäller all fast industri och kan förmodligen inte jämföras direkt med byggande.

Ett av Kern & Schumans syften var att visa om det finns några samband mellan mekaniseringsgrad och arbetets inriktning och innehåll.

Som *arbetsinriktning* betraktar man arbetsuppgifter som innebär:

- planering
- produktion
- sociala funktioner

Som *arbetsförhållanden* anför man:

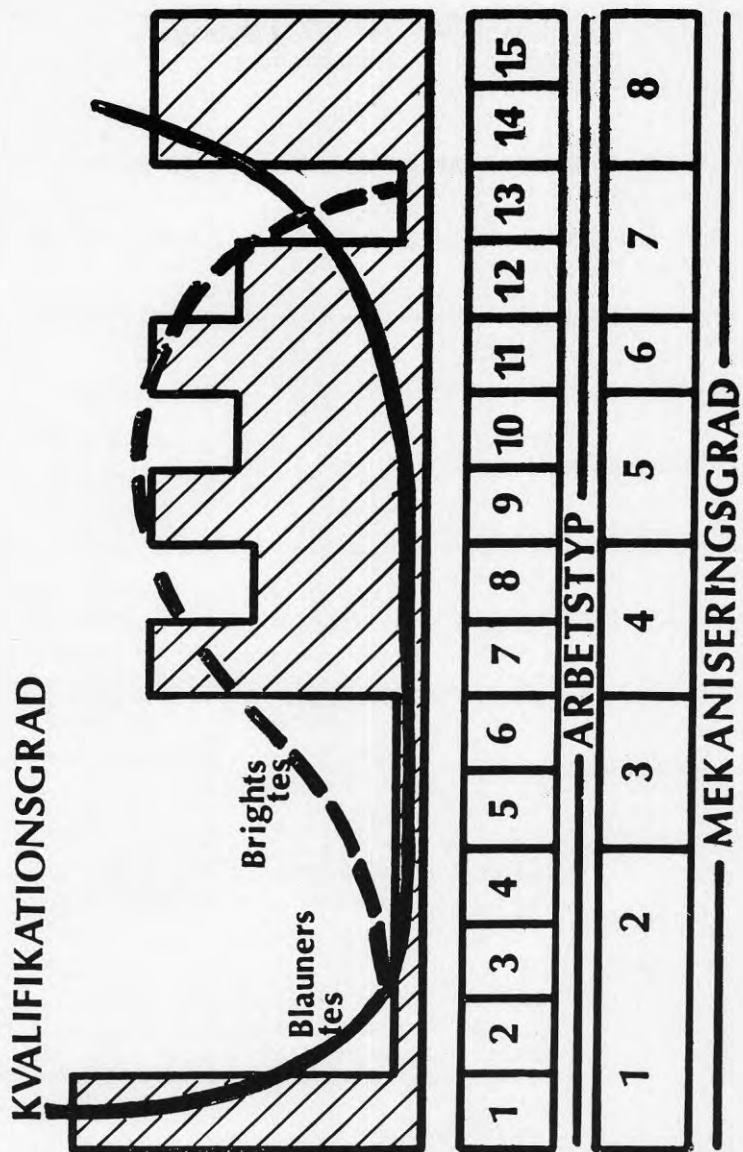
- social interaktion (kontakter)
- autonomi (självständighet)
- kvalifikation
- fysisk och psykisk belastning

Av speciellt intresse för byggnadsarbetet är forskarnas resonemang kring kvalifikationsgraden. Man betraktar arbetets kvalifikation som bestående av två sidor: en som är kopplad till den process, de material och de maskiner man arbetar med; en annan som är kopplat till den allmänna förmåga, att organisera sitt arbete, och den "tekniska intelligensen", dvs en kreativ förmåga.

Undersökningens resultat kring sambandet mellan mekanisering och arbetets kvalifikation redovisas i figur 10:5

Den viktigaste slutsatsen är att de flesta produktionsmetoder kräver höga kvalifikationer och innehåller stora moment av yrkeskunskap: analys av den totala situationen, kunskap om verktyg och maskiner, kunskap om material och arbetsprocessen, överblick av den övriga organisationen m m.

De enda produktionssystem som avviker från detta, dvs att de innebär låg kvalifikation, är enklare manuellt arbete, "löpandeband"-tillverkning och maskinbetjäning. De senare utgör just den typ av



Figur 10:7

Om kvalifikationsgrader och automatiseringsgrad. Källa: Aronsson, 1985

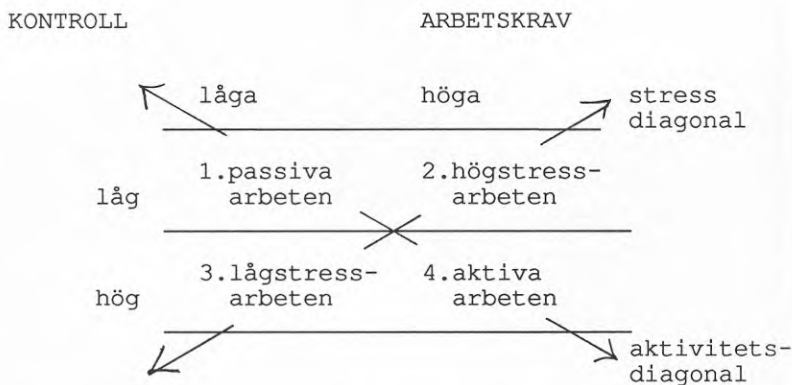
arbetsuppgifter som har skapats främst inom byggmaterialindustrin, t.ex elementfabriker och husfabriker.

För byggnadsarbetare innebär denna teori att den typ av automation som kan bli aktuell för byggen inte innebär någon sänkning av arbetets kvalifikation.

10.3.3

Arbetskrav och självständighet

En fråga som har kommit att uppmärksammas bland forskare på senare år är sambandet mellan arbetet och stressreaktioner. "Kontroll" i den egna arbetssituationen har kommit att delvis ersätta "tekniknivå" som förklaring till olika psyosociala problem.



Figur 10:8

Arbetskrav och kontroll Källa: Karasek, *arbets-socialisation och stress*/ Aronsson, 1985

I det följande ska beskrivas resultatet av en studie utförd av Robert Karasek som visar på samband mellan tre faktorer:

- kontroll
- arbetetskrav och
- individens upplevelse av sitt arbete

Materialet i studien utgörs av arbetarna inom två stora undersökningar i Sverige och USA: Låginkomstutredningen 1971 och University of Michigan's Quality of life survey, 1972.

Karasek har i sin studie delat in de undersökta personerna utifrån fyra typer av arbetssituationer beroende på arbetets krav och graden av kontroll.

Karaseks resultat innebär att:

- Problem med uttröttning och depression är vanligast för arbeten i grupp 2- högstress arbeten. Därefter kommer 4, 1, och 3.
- Sämst beställt med fritidsaktivitet och politisk aktivitet är det för arbetarna inom grupp 1-passiva arbeten. Därefter kommer 2, 3 och 4.
- Lägst värden på tillfredsställelse med livet och arbetet anger arbetare inom grupp 2-högstress arbeten. Därefter följer grupperna 1, 3 och 4.

Arbeten inom grupp 4 utgörs alltså en typ av arbeten som förutsätter och utvecklar individens egna resurser. (Karaseks slutsats är att arbetsförhållandena påverkar aktiviteten utanför arbetet snarare än att enbart individuella egenskaper bestämmer yrke och fritid.)

Det ligger nära til hands att placera byggnadsarbete i den fjärde gruppen arbetssituationer. Vilket är en viktig kvalitet i arbetet att slå vakt om.

10.4

Vad bör byggnadsarbetarna kräva av datoriseringen för att främja medbestämmande och arbetsinnehåll?

10.4.1

Processororienterade byggstyrningssystem

De datorstödda system för byggstyrning som har tagits fram och som håller på att utvecklas har utgått från byggföretagens behov av planering och styrning. De har varit kraftigt byggdels- och materialorienterade.

Byggnadsarbetarnas styrka, framför allt lagets gemensamma styrka ligger i förmågan att utifrån en relativt översiktlig planering, organisera sitt eget arbete på ett effektivt sätt.

Det är den här förmågan som bör utvecklas och stödjas av lämpliga datorsystem.

10.4.2

Decentraliserad planering och styrning

Tre olika sätt att styra byggen har diskuterats tidigare i kapitlet:

- Ökad *förutsägbarhet* - genom detaljerad beräkning av ingående komponenter, detaljstyrning, ofta med juridiska medel.

- Ökad *uppföljning* - genom kontinuerlig bevakning av resursförbrukning och resultat.
- Ökad *flexibilitet* - genom stöd till att ta fram och bedöma alternativ kontinuerligt under bygget.

De olika metoderna behöver naturligtvis inte utesluta varandra.

De två första synsätten bygger på den centrala ledningens behov av information och kontroll, medan det tredje utgår mera från byggets kompetens att ta beslut i förhållande de ändrade förutsättningarna på plats. Det sistnämnda innefattar både den lokala platsledningen och de eventuella representanter för byggnadsarbetarna.

Förutsättningarna för inflytande på byggplatsen är sannolikt styrsystem, datorstödda eller manuella, som lämnar viktiga avgöranden till arbetsplatsen.

10.4.3

Mekaniseringens inriktning

Några synpunkter på mekaniseringen av byggnadsarbete:

- Mekanisering eller, helst, byggteknisk utveckling för att undvika farliga moment.
- Mekanisering av tunga moment, främst utveckling av transportsystem.
- Utveckling av mätinstrument och sensorer för att underlätta bedömning av avstånd, material-egenskaper, risker.
- Utveckling av fjärstyrda maskiner snarare än förprogrammerade automatiska processer.

10.4.4

Sammanfattning

- o Förutsättningar för ett effektivt arbete genom bättre samordning mellan projektering och bygge, bättre redovisning av projektet och bättre information kring ändringar mm under byggets gång
- o Inflytande över val av byggmetod, material och byggets uppläggning
- o Byggstyrning - Redovisning för byggets/arbetslagets behov, löpande redovisning av arbetsläge och prognoser, administrativa hjälpmedel för materialhantering, planeringshjälp för byggets interna verksamhet

- o Autonomi - rätt och möjlighet att självständigt planera och organisera arbetet inom laget med stöd från de databaser och planeringssystem som finns i företaget.
- o Mekanisering - utveckling av maskiner som underlättar arbetet och förebygger skador. Fjärrstyrda maskiner och mätinstrument som stöd bedömning av risker ger byggnadsarbetet större innehåll än automatiska processer, på eller utanför byggplatsen.
- o Tillfälle till analys och erfarenhetsåterföring och metoder för spridning av erfarenheterna.

11 Arbetmiljö

Arbetmiljö och datorisering

Arbetmiljön kan komma att påverkas av att datorstödda metoder för planering och projektering börjar användas. Detta kan komma att ske indirekt, genom att byggnadsteknik och byggnadsmetoder förändras i anslutning till datoriseringen. Men förändringar kan också sammanhånga med datoriseringen mera direkt genom att det blir möjligt att planera, styra och registrera mer av de förhållanden som påverkar arbetmiljön.

I ett första avsnitt ges en kort översikt av arbetmiljöproblemen på byggen. Därefter diskuteras vilka faktorer som påverkar arbetmiljön.

Det andra avsnittet behandlar kunskapsläget kring arbetmiljöproblem och hur datorer används idag för att öka, använda och sprida kunskapen.

Det tredje avsnittet handlar om förutsättningarna att utnyttja befintlig kunskap i olika skeden av byggprocessen och vilken roll datorer kan spela i de olika skedena.

I det sista avsnittet utgör en sammanställning av önskvärda och möjliga utvecklingsinsatser.

I arbetmiljöbegreppet ingår fysiska, psykiska och sociala aspekter. I denna framställning har ett särskilt kapitel ägnats åt frågor om styrning, inflytande och medbestämmande. Dessa sammanhänger nära med kunskap och arbetsinnehåll. Därför har diskussionen om dessa arbetmiljöaspekter flyttats till nästa kapitel.

11.1 Arbetmiljön på bygget

11.1.1 Arbetmiljö och arbetmiljöproblem

Arbetmiljön är det samlade begreppet för de förhållanden i arbetet som ingår i människans upplevelse av sin arbetssituation.

Arbetmiljöns kvalitet beskrivs alltså oftast i termer av hur människor uppfattar sin situation i arbetet. För att värdera arbetmiljön spaltar man oftast upp den i olika aspekter som beskriver

människans upplevelse. Aspekterna kan vara fysisk och psykisk trötthet, upplevelse av enformighet eller omväxlig, frihet, oro m m. Värderingen av arbetsmiljön kan avläsas i enkäter och intervjuer där de berörda individerna oftast får skatta hur besvärligt eller ansträngande arbetet är. Skattningen uttrycks oftast i någon subjektiv skala av typen "mycket - ganska - knappast" men en bedömning av frekvenser kan förekomma.

För att beskriva arbetsmiljön brukar man beskriva olika förhållanden som anses väsentliga för upplevelsen av arbetsmiljön.

Arbetsmiljöförhållandena är av typen: klimat, smuts, buller, fysisk ansträngning, olycksfallsrisk, bundenhet, enformighet, tidspress, arbetstider, psykisk ansträngning, möjlighet till påverkan. (Arbetsmiljön 1978). Resultatet blir, om bedömningarna av arbetsmiljön sammanställs yrkesvis, relativa arbetsmiljöprofiler för olika yrkesgrupper. Någon bedömning av den totala arbetsituationen kan man inte få på detta sätt eftersom de olika förhållandena inte kan viktas mot varandra.

11.1.2

Arbetsmiljöproblem

De problem och skador som kan sättas i samband med arbetet kan vi kalla "arbetsmiljöproblem". Problemen är av typen: olycksfall, bullerskador, förgiftningar sjukdomar, utslagning, sociala hinder, psykiska sjukdomar osv. Arbetsmiljöproblem kan avläsas mer eller mindre direkt i olycksfallsstatistik, yrkessjukdomar, sjukfrånvarostatistik och hälsoundersökningar. Dessa källor ger översiktlig information om hur vanliga och allvarliga olika problem är. Erfarenheter från skyddsombud, företagshälsovård, yrkesinspektion, yrkesmedicinska kliniker kan komplettera och nyansera bilden. För en djupare förståelse av orsakerna får man ta del av forskning som behandlar enskilda problem och problemområden.

11.1.3

Arbetsmiljöfaktorer

De förhållanden i arbetet som påverkar förekomsten av arbetsmiljöproblem kallas här "arbetsmiljöfaktorer". Kombinationen av dels en arbetsmiljöfaktor och dels tillfälligheter som personens känslighet eller en olycklig slump leder till att problem kan uppträda. I princip borde man kunna hänföra de olika arbetsmiljöproblemen till en eller en kombination av faktorer. Arbetsmiljöfaktorerna brukar indelas i några huvudkategorier: tekniska, ergonomiska, arbetshygieniska och psykosociala.

För att ge en uppfattning om kunskapsläget när det gäller sambandet mellan arbetsmiljön och de problemen kan orsaka ska vi beskriva ett par exempel.

1

Fysiskt/teknisk utformning och funktion

Huskonstruktion	Skyddsutrustning
Arbetsplatsens disposition	Byggnadsmaterial
Terrängförhållanden	Arbetsmetod
Energikoncentration	Arbetsintensitet
Maskiner, redskap, material	

Organisatoriskt/ekonomisk

Projektering	Förstahjälpen
Byggtid	Bemannning och utbildning
Byggplanering	Yrkesutbildning
Inköp och skötsel av teknisk utrustning	Anställningsform
Kontroll av levererat material	Styrning av utomstående
Lagring och hantering av material	Arbetstider, pauser
Städning	Instruktioner och föreskrifter
Skyddsarbete	Störningsrapportering

Sociala/individuella

Arbetsledning	Enskilda personers kunskap och erfarenhet
Informellt utbyte av erfarenheter	Enskilda personers inställning till risker
Allmän inställning till risker	
Speciella omständigheter	

2

Påverkande faktorer vid ryggbesvär

Besvär i rörelseorganen (rygg och axlar) kan härledas till belastningar i arbetet. Besvären kan uppkomma på en momentan överbelastning eller långvarig belastning och kombineras eventuellt med tillfällig eller kontinuerligt sänkt toleransnivå. Vad i arbetssituationen var alltså skadligt när en byggnadsarbetare sjukskrivs för ryggbesvär? Eller snarare: i vilket skede skulle problemet ha förebyggts?

- Skulle projektören undvika att rita tunga byggdelar? Ska projektören åläggas att förse handlingar med lyftanvisningar, varningstexter eller viktuppgifter?
- Är det producentens/leverantörens ansvar att inte tillhandahålla byggmaterial som kan orsaka belastningsskador vid hanteringen? Är det alltså lämpligt att begränsa byggdelaars totala vikt och dimensioner? Kanske byggnadsprodukter inte skulle levereras utan anvisningar om hantering?
- Skulle istället arbetsledningen sett till att det fanns lyfthjälpmiddel? Finns det någon lämplig vikt då detta ska vara ett krav?
- Skulle arbetsledaren, lagbasen eller arbetaren själv sett till att flera personer utförde lyftet?
- Skulle arbetsledaren, lagbasen eller arbetaren själv sett till att samma person inte utförde för många lyft eller kontrollera att byggnadsarbetaren inte har tillfälligt sänkt toleransnivå, t ex pga infektion?

Av de exemplen ovan framgår att orsakerna till arbetsmiljöproblem och skador är många och att de samverkar på ett sätt som gör det svårt för en part att förändra situationen. Det är samtidigt viktigt att var och en ger sitt bidrag för att förbättra arbetsmiljön på bygget.

11.1.4

Arbetsmiljöproblem på bygget

PROBLEM indelas i olika typer. Inom varje typ finns två grupper, den första består av olycksfall och akuta sjukdomar, den andra utgörs av mer långsiktig påverkan.

Tekniska arbetsmiljöproblem

- (olyckor) Elolyckor
 Brand, explosion, sprängning o dyl
 Fall av person
 Trampning på ojämnhet, feltramp, spiktramp mm
 Annan kontakt med föremål i vila
 Träffad av fallande eller flygande föremål
 Kontakt med föremål i rörelse (fordon, maskin)

Ergonomiska arbetsmiljöproblem

- (olyckor) Överlastning av kroppsdel
 Hanteringsolyckor
- (övriga) Arbetsställning
 Arbetstygnd
 Arbetsintensitet

Hygieniska arbetsmiljöproblem

- (olyckor) Kontakt med kemiskt ämne (hudkontakt, inandning)
 Bullerskador
 Kontakt med värme, kyla
- (övrigt) Damm
 Drag
 Klimat
 Buller

Psykosociala arbetsmiljöproblem

- Stress
 Oro
 Bundet arbete
 Kamrattryck

De olika problemen hänger naturligtvis ihop och förstärker varandra. Buller kan t ex ge stressreaktioner som kanske i sin tur ökar olycksfallsrisken. Buller kan också försvåra samtal och bidra

till isolering eller direkt bidra till olyckor genom att det blir svårt att höra faran eller andras varningar. Lösningsmedel påverkar hjärnan så att vaksamhet och balanssinne sätts ner. Kyla minskar rörelsernas säkerhet och bidrar därmed till olyckor med t ex handverktyg.

11.1.5

Generella orsaker till arbetsmiljöproblem

Det har gjorts en del undersökningar för att utreda orsakssammanhangen bakom arbetsmiljöproblemen i byggbranschen. Det kan vara frågan om anmälda arbetssjukdomar eller inträffade olycksfall. Det finns även andra, mindre direkta källor som behandlar generella problem i branschen. Ytterligare en typ av utredningar inriktar sig direkt på vissa skeden med siktet att bidra till en bättre arbetsmiljö.

I en pilotstudie över olycksfall på byggarbetsplatsen (Jacobsen och Jonsson, 1978) anför de regionala skyddsombuden några grundläggande problem:

1. Korta byggtider

De korta byggtiderna betraktas av skyddsombuden som en av de viktigaste orsakerna till problemen med arbetsmiljön. Tidspressen (inte ackordet eller den höga arbetstakten) innebär trängsel, störningar, problem med samordning mellan olika yrkesgrupper, problem med hantering av stora mängder material m.m. Det innebär också att ytterligare byggnadsarbetare måste sättas in med kort varsel varför information, kännedom om arbetsplatsen och samarbete kan bli lidande.

2. Kunskapsbrist

Enligt de regionala skyddsombuden saknar byggnadsarbetarna tillräckliga kunskaper om de risker de utsätts - och utsätter sig själva - för. Det är frågan om både information och inställning. Ungdomar som fått utbildning ställer ofta krav på skyddsarbetet.

3. Brister i planering och projektering

En genomtänkt disposition av byggplatsen, en fungerande arbetsorganisation där de olika momenten samordnas och ett förutseende skyddsarbete ger förutsättningar för en minskning av olyckorna. Även projektörer antas kunna bidra genom att lösa vissa skyddsfrågor i förväg.

En del av de problem som skulle kunna lösas med bättre planering har mer eller mindre färdiga tekniska lösningar. Av dessa kan några förberedas av projektören medan andra kan lättare lösas av entreprenören.

11.1.6

Kommer användning av datorer att påverka problemen?

Användningen av datorer i olika skeden syftar i många fall till att bemästra de korta byggtiderna effektivare. Resultatet blir dock sannolikt inte ökat "andrum", snarare blir effektiviteten ett konkurrensmedel som ökar trycket på de som inte når upp till samma effektivitet.

Information och kunskap är ett utvecklingsområde för datortillämpningar, även inom byggbranschen. En relativt enkel utveckling skulle kunna bestå i att den kunskap som finns idag ges en bättre spridning. Sannolikt kommer databaser att kunna bidra till bättre förhållanden ur denna synpunkt. Nästa steg utgörs av att utnyttja datorers kapacitet för att dokumentera och spåra sådana samband som inte kan hanteras manuellt. Dessa utvecklingsområden diskuteras vidare i kap. 11.2

Datorsystem skulle kunna användas för underlätta en planering som tar hänsyn till arbetsmiljön genom att förse projektören respektive arbetsledningen med information och planeringshjälpmedel som underlättar specialstudier, t ex:

- ett bibliotek av färdiga produkter och tekniska lösningar att välja bland
- beräknings- och simuleringsprogram som visar problemens storlek och eventuella risker
- dokumentation av planerade lösningar
- beskrivningar av olika produktionsmetoder där skydds- och arbetsmiljöaspekter ingår

Det är också viktigt att datorsystemen underlättar samarbetet mellan olika skeden genom att uppgifter kan överföras från ett system till ett annat. Detta är inte helt lätt att åstadkomma. Det finns en motsättning mellan kravet på kommunikation och behovet av att använda system som är väl anpassade till olika arbetsuppgifter och arbetsmetoder.

Möjligheten att planera säkrare och bättre byggarbetsplatser diskuteras vidare i kap 10.3.

11.2

Arbetsmiljöproblem och datoriseringen - en översikt

11.2.1

Samband mellan skador och miljö

I arbetarskyddsstyrelsens arbetsskadestatistik registreras alla anmälda arbetsskador fördelade på arbetsskada, arbetssjukdom och färdolycksfall. För varje skada registreras

- Svårighetstal, dvs antal sjukdagar eller dödsfall
- Huvudsaklig händelse, t ex explosion, fall, överbelastning av kroppsdel, hanteringsolyckor
- Huvudsaklig skadad kroppsdel

Dessa uppgifter kan sorteras med avseende på olika faktorer som aktuell arbetsuppgift yrkestillhörighet, inblandade föremål eller maskiner och eventuella andra bidragande faktorer i omgivningen eller i arbetsorganisationen.

ISA statistiken är så upplagd att den tenderar att peka ut den sista länken i kedjan. Resultatet skulle enklast kunna vara användbart som underlag för generella insatser inom entreprenörsledet. Dessa kan riktas mot enskilda maskiner, förbättring av en viss typ av skydd osv. Det är också den typen av kampanjer som har kommit till stånd med hjälp av bygghälsan.

Datorer är ett nödvändigt hjälpmedel för att åstadkomma sådan statistik. F n krävs det dock att uppgifterna kodas i olika klasser. Det görs ansträngningar på olika håll att utveckla databaser där det blir möjligt att tolka friare text. Detta är fortfarande ett forskningsområde. Inom ämnet artificiell intelligens utvecklas olika av metoder att med hjälp av dator tolka naturligt språk. Någon "kommersiell" användning finns inte ännu.

Även bygghälsan har sedan 1984 arbetat på att utnyttja datorer. Man strävar både att förenkla sina administrativa rutiner och på att bygga upp en mer systematisk insamling och spridning av information. Exempel på tänkta användningsområden är:

Fas 1 fr o m 1984- administration av

- hälsokontroller
- arbetsmiljöutbildning
- informationsmaterial

Fas 2 fr o m 1986- register över

- maskiner och kemiska produkter
- erfarenheter och åtgärder kring maskiner och kemiska produkter
- arbetsplatskontakter

Fas 3 innebär att man utvecklar nya register och gör vissa bearbetningar och sammanställningar t.ex

- journalföring
- mätdataregister
- arbetsmiljöpåverkande faktorer, register
- arbetsmetoder, register
- medicinsk-teknisk faktabank

11.2.2

Olycksfall

För att komma åt de mer bakomliggande orsakerna till inträffade olycksfall krävs vanligtvis att de utredningar som görs blir mer inriktade på att förebygga en upprepning än att endast redovisa det inträffade. Arbetsolycksfallsgruppen vid KTH har därför i samarbete med branschen utvecklat en kompletterande utredningsrutin för olycksfall och tillbud (Utredning av arbetsolycksfall och tillbud, 1984)

Arbetsolycksfallsgruppen vid KTH har i en serie projekt studerat olycksfallens förlopp och orsaker i byggbranschen (Kjellén, 1980 och Kjellén, 1982).

Utgångspunkten i resonemanget är att ett olycksfall eller ett tillbud består av ett händelseförlopp som inte var planerat på förhand. Den direkta orsaken till händelsen är att "en risk har utlösts". Efter detta har antingen den som utsatts för risken haft tur, hunnit skydda sig eller avvärja faran eller så har händelseförloppet gått så snabbt att en skada har uppstått.

Vid utredningen av en sådan händelse gäller det därför att gå tillbaka i händelsekedjan tills man når en "felfri" situation dvs en punkt varifrån händelserna kunde ha utvecklat sig på ett ofarligt sätt. Utredningens slutsatser kan därför vara användbara också för att analysera vedertagna arbetsmetoders konsekvenser samt hela situationen på arbetsplatsen. I en studie av fyra arbetsplatser redovisas avvikelserna i olyckors inledande fas.

Av studien kan utläsas att:

- nära hälften av avvikelserna är av fysisk/teknisk natur och beror på byggnadens utformning och konstruktion, arbetsmaskiner och andra redskap samt skyddsutrustningen.
- nära en femtedel av avvikelserna har samband med arbetsinstruktionerna eller arbetsorganisationen, t ex störning eller hinder från annat arbete.
- drygt en tredjedel av avvikelserna beror slutligen på felaktiga mänskliga handlingar, den skadades eller någon annans.

I skyddsrondsprotokollen fanns anmärkningar endast mot fel av den första typen. Utredningsgrupperna gav förslag till åtgärder av både fysisk/teknisk och organisatorisk art men den senare typen av åtgärder bedömdes som svåra att genomföra på det pågående bygget. De borde istället påverka företagets arbetsmetoder, inköpsrutiner osv.

Kjellén gick vidare med försök att bygga upp och utnyttja databaser från registrerade arbetsolycksfall för att skapa bättre uppföljning av olika

faktorer bakom olyckorna. Försöket utfördes i samarbete med SAS företagshälsovård och personal som arbetade med underhåll av flygplan. Förutsättningarna för att följa upp olycksfall är sannolikt bättre. Arbetsmetoder och hjälpmedel är mer enhetliga och systematiserade än vid byggnadsarbete och det finns bättre förutsättningar att erfarenheterna kan utnyttjas inom företaget.

Arbetsmetoden är sannolikt möjlig att tillämpa även inom byggbranschen under förutsättning att det går att åstadkomma ett samarbete mellan planering av arbetsmiljö och den övriga planeringen av bygget.

11.2.3

Belastningsproblem och -skador

Bygghälsan har sedan början av 70-talet bedrivit forskning kring belastningsskador där man har studerat flera yrkesgrupper. En särskild metod för att analysera olika arbetsmoment ur ergonomisk synpunkt, ARBAN-metoden, har utvecklats av tekn. dr. Peter Holzman och använts i ett flertal undersökningar (Holzman och Wangenheim, 1983). De komponenter som analyseras är

- 1 Kroppsställning
- 2 Kraftutveckling
- 3 Statisk belastning i musklerna och belastning i ledernas ytterlägen
- 4 Vibrationer och stötar

Metoden möjliggör att olika alternativa arbetsmetoder jämförs med varandra och att effekterna av olika åtgärder kan beskrivas. Ett exempel på en sådan studie gäller rörarbete där två byggplatser med olika förutsättningar följdes upp och där olika förbättringar kom att prövas (Glimskär m fl, 1981). Redovisningen inriktas på att härleda ergonomiska problem till olika skeden (projektering respektive byggplanering och byggledning) och utvärdera föreslagna förbättringar. En närmare beskrivning följer nedan.

1. Arbetsställningar

När det gäller arbetsställningar spelar utrymmet och ledningarnas placering, och därmed projekteringen, en avgörande roll. De problem som skapas i projekteringen skulle kunna lindras av en ambitiös entreprenör - förutsatt att VVS-entreprenören kan lämna synpunkter tillräckligt tidigt och att en ekonomisk överenskommelse med byggherren och byggentreprenören kan nås.

Datorer skulle kunna användas för att hjälpa projektören att kontrollera arbetsutrymmet. Det enklaste sättet kan vara att jämföra byggmatten med en förlaga som föreställer minimimått. Detta kan göras i planer, sektioner eller rymdmodeller (3D). Ett mer sofistikerat sätt är att använda

människomodeller i CAD. Sådana program finns för olika CAD-system. Även modellerna finns i olika "kvalitetsklasser": fasta och rörliga, två- eller tredimensionella. Att testa olika alternativ med de mer sofistikerade modellerna tar betydligt längre tid men visar mer detaljer.

F n används dessa modeller för utformning av komplicerade arbetsplatser i relativt bundna arbetsuppgifter i den fasta industrin, i kontrollrum, förarplatser eller för forskning. I Finland har man prövat att utvärdera siktkraven i en föreskrift om utformning av förarhytter i byggkranar genom att utnyttja en människomodell.

2. Kraftutveckling

Kraftutvecklingen är beroende av arbetstakt, arbetsställning, arbetstyngd och arbetets varaktighet. Det är i stor utsträckning en fråga om tidplan, arbetsorganisation och personliga egenskaper.

CAD-baserade människomodeller kan användas även i detta sammanhang. Programmen är så utformade att belastningen i olika punkter kan beräknas med utgångspunkt från tyngd, avstånd, angreppsvinkel mm. Det finns mer eller mindre avancerade sådana beräkningar.

I ett svenskt forskningsprojekt utfört vid Ergolab (Glimmskär & Höglund, 1986) har en modell av musklernas återhämtningstid efter olika belastningar simulerats. Dessutom kan varning erhållas för akuta skaderisker. Beräkningsmodellen är avsedd att ge underlag till bedömning av olika arbetsmetoder ur ergonomisk och produktionsteknisk synpunkt. Beräkningsmodellen kan hämta data från en CAD-baserad människomodell som har placerats in i sin arbetsställning.

Det är viktigt att påpeka att de resultat man får vid användning av sådana program är helt beroende av den kunskap som ligger bakom programmen: dvs vad forskningen vet om beräkning av belastningar, skaderisker mm. Användning av datorer bidrar till att sprida sådana kunskaper och göra de användbara i planeringssituationer.

3. Arbetsbelastning

Arbetsbelastningen påverkas till en del av projekteringen t ex genom val av materialets dimensioner och vikt samt planering av tillträdesvägarna. Till en del kan projektören ytterligare förebygga problem genom att rita in ingjutna fästen och lättmonterade uppgångningsanordningar (t ex rörgalgar) och därmed förkorta hanteringstiden. Alternativt tillfälliga transportöppningar planeras av entreprenören och bormaskinen förses med stöd (Andersson, 1984)

4. Vibrationer

Vibrationer uppstår främst vid borrning vilket projektören kan förebygga genom att rita ingjutna fästen på rätt plats. Delvis kan detta problem minskas med hjälp av avvibrerade handtag på verktygen (Andersson, 1983).

11.2.4

Hygieniska risker

Arbetskyddstyrelsen har inom ramen för föreskrifterna till arbetsmiljölagen gett ut en gränsvärdeslista för olika kemiska ämnen. Speciella anvisningar finns när det gäller asbest och epoxibaserade färger och lacker.

Inom byggbranschen är de huvudsakliga problemen damm och lösningsmedel. För att undvika dessa måste i första hand expositionen vid olika arbetsmetoder fastställas, vilket måste gälla normala driftförhållanden. Därefter bör de arbetsmetoder som kan godkännas anges. Alternativt bör tillverkaren eller försäljaren ansvara för att gällande gränsvärden inte överskrids - se AML kap 3, 8-9§§.

Kontroll av dammhalter och ånghalter på arbetsstället kan utföras på provvararbetsplatser eller vid normal drift.

Vid ombyggnader måste materialprover användas för att kontrollera förekomsten av farliga material.

I framtiden skulle anmälningar om användning eller upptäckt av t ex asbest kunna dokumenteras i en databank inför framtida ombyggnader.

11.3

Arbetsmiljön som resultat av beslut i de olika skedena i byggprocessen

11.3.1

Var i processen bestäms arbetsmiljön?

Standarden på arbetsmiljön följer den tekniska och sociala utvecklingen i samhället. Arbetsmiljön i ett enskilt fall bestäms av de formella regler som gäller, den praxis som har utvecklats och det sätt som de inblandade parterna tillämpar regler och praxis i det enskilda fallet. I en kartläggning av planeringen av arbetsmiljön för byggnadsarbetare (Jonson & Öberg, 1980) indelas de övergripande förutsättningar som bestämmer arbetsmiljön enligt följande:

- regelsystem för projektering (även praxis)
- samordning mellan projektörer
- regelsystem för byggplatsen (även praxis)
- samordning mellan entreprenörer
- information och erfarenhetsutbyte mellan byggplats och projektering

Denna lista skulle kunna kompletteras med:

- Återföring av erfarenheter mellan entreprenörens olika projekt
- Återföring av erfarenheter mellan olika entreprenörer

och inte minst

- Återföring av erfarenheter från byggnadsarbetarna till övriga medverkande.

En övergripande betydelse har också branschens organisation och juridiska förhållanden.

I en uppföljning av en ombyggnad i Malmö hänförde man de uppkomna arbetsmiljöproblemen till

- projekteringen i 28 % av fallen,
- (brist på) planering före byggstart i 36 % av fallen och
- (brist på) planering under bygget i 36 % av fallen.

I det följande ska redovisas några försök att angripa olika förutsättningar för arbetsmiljöns utformning.

11.3.2

Erfarenheter av de danska reglerna om projektörers ansvar

En inspirationskälla i detta arbetet har den danska arbetsmiljölagstiftningen varit. Den danska "Lov om arbejdsmiljø" från 1975 innehåller bestämmelser om projektörens ansvar:

«33§. Den, der leverer et projekt til et tekniskt hjælpemiddel, et produktionsanlæg eller et bygge- eller anlægsarbejde, skal i projektet tage hensyn til sikkerhed og sundhed ved arbejdets udførelse og driften af det færdige byggeri eller anlæg m.v. Det samme gælder den, der på lignende måde rådgiver om arbejdsmiljømæssige forhold.»

I en vägledning till tillämning av ovanstående slår den danska arbetsministeriet fast att

- Lagen gäller bl att projektörer: arkitekt-, ingenjers- eller totalprojekteringsföretag.
- I "projekt" ingår idéunderlag, skisser m m som kan tjäna som underlag för beställarens beslut om byggnadens utformning.
- Varje projektör ansvarar endast för sin del. Projekteringsledaren ansvarar för samordningen.
- Det åligger projektören att besitta eller skaffa sig tillräcklig kunskap om arbetsmiljökonsekvenserna av de lösningar han föreslår. Det är projektörens plikt att endast redovisa arbetsmiljömässigt acceptabla lösningar, oberoende om

beställaren kräver eller ens godtar dessa ur praktisk eller ekonomisk synpunkt. Projektören behöver dock inte föreskriva arbetsmetoder och hjälpmedel.

- Projektören ska se till att i handlingarna inte föreskrivs eller förutsätts användning av farliga arbetsmetoder eller ämnen om mindre farliga lösningar kan användas, även om dessa är dyrare.
- Där ett farligt utförande inte kan undvikas ska projektören föreskriva hur problemet ska lösas. Projektören behöver inte ange särskilda lösningar på arbetsmiljöproblem då dessa kan anses vara praxis eller allmänt kända t ex genom att det finns föreskrifter eller anvisningar på området.
- Återstår olösta arbetsmiljöproblem ska projektören särskilt påpeka detta och tillföra alla upplysningar han kan ha tillgång till.

Generellt gäller att projektören inte behöver anvisa lösningar som kan accepteras ekonomiskt. Det är byggherrens sak att eventuellt ändra sina krav om det utförande han har valt visar sig för dyrt att genomföra med hänsyn till arbetsmiljön. Byggherren eller entreprenören kan dessutom välja att gå ifrån projektörens lösning, men får då överta ansvaret för att den nya lösningen kan accepteras ur arbetsmiljösynpunkt.

Projektören har rätt att låta yrkesinspektionen granska projektet. Det finns dock inga krav på att yrkesinspektionen förhandsgranskar byggprojekt.

Till en början var det oklart om lagen skulle komma att få några konsekvenser i praktiken. 1983 bedömde en representant för specialarbejderförbundet att 33§ och dess tillämpningsföreskrifter inte hade använts i någon större omfattning. Det börjar dock komma erfarenheter. Knut Christensen, prorektor och forskare vid institutet för anläggningsteknik vid Danmarks tekniska högskola har bl a följt upp ca 100 rättegångar om arbetsskador och konsulttvister. Hans slutsatse är att:

"33§ har haft betydelse för arbetarskyddsstyrelsens arbete på flera sätt:

- a. En rättspraxis håller på att byggas upp genom en rad principiellt viktiga rättegångar.
- b. Projektören kan dras in i konkreta dörhandlingar om arbetsmiljö. Det finns exempel på att projektören har blivit tvingad att bidra ekonomiskt till att förbättra förhållandena (exempel från en fabrik)
- c. Med hänvisning till lagen har arbetarskyddsmyndigheterna fått en legitim grund för att upplysa och vägleda projektörer."

11.3.3

Lagstiftning om projektörers ansvar i Sverige?

I anslutning till arbetet med att skriva föreskrifter till arbetsmiljölagen, har Arbetsbemyndigheten inlett ett arbete med att i en föreskrift fastställa projektörens ansvar för arbetsmiljön på bygget.

Utgångspunkten är kapitel 3 i arbetsmiljölagen. 7§ slår fast att ansvaret för samordningen av arbetsmiljöåtgärder vid byggnads- och anläggningsarbete åvilar byggherren. Samordningen kan överlåtas på någon av dem som bedriver arbete på arbetsstället. Denne brukar vanligtvis vara huvudentreprenören.

8-10§§ föreskriver ansvar för den som tillverkar, importerar, överlåter eller upplåter eller installerar maskin, redskap, skyddsutrustning, teknisk anordning eller ämne som kan vålla ohälsa och olycksfall. Det krävs att tillräckliga instruktioner lämnas för montering, användning och skötsel samt att behövliga skyddsanordningar sättes upp.

Föreskriftsarbetet är fortfarande pågående.

11.3.4

Några frivilliga försök att öka ansvarstagandet i projekteringen

Till pionjärerna på området bör Bygghälsan räknas. Redan 1975 gav man ut en "Arbetsmiljöhandbok för projektering inom byggbranschen". Den vänder sig till projektörer i allmänhet (ej olika projektörsfack) men de flesta råd riktar sig i praktiken till konstruktörer, tillverkare av byggmaterial och arbetsledare. Boken har tyvärr inte fått någon större spridning bland projektörer.

Bygghälsan har sedan fortsatt sitt arbete i en serie projekt inom en gemensam ram, det s k SKAPA-projektet (Systematisk Kartläggning av Projekteringsringens inverkan på Arbetsmiljön). Syftet har varit att undersöka möjligheterna att i normala projekterings- och planeringsrutiner i ökad utsträckning beakta miljö- och skyddsaspekter. Både ombyggnad och nybyggnader har studerats. Bygghälsans representanter har följt och deltagit i projekteringsarbetet med råd och synpunkter och följt därefter produktionen på byggsplatsen.

I projekteringen av Jönköpings lasarett kom ett nära samarbete mellan byggherre, projektör och entreprenör till stånd. Bl a satt byggkonsortiets ledning och projektledningen i samma lokaler. Dessutom medverkade bygghälsan med råd och synpunkter. Projekteringen pågick i stora stycken parallellt med byggnadsarbetena, s k rullande projektering, vilket i andra fall kan leda till pressade projekteringstider och mindre detaljerade handlingar.

Tack vare de ordnade samarbetsformerna blev detta tvärtom, en fördel både för projektören, arbetsmiljön och totalkostnaden. Ett annat exempel gällde ombyggnad av ett flerfamiljshus i Göteborg.

Ur slutsatserna kan noteras att:

- Projektören kan i stor utsträckning bidra till en bra arbetsmiljö genom *förutseende projektering*. Insatserna i projekteringsskedet kan minska kostnaderna för arbetsmiljöåtgärder på plats väsentligt. Ex: skyddsbockning av armering och slutna byglar, skyddsarmering i större håltagnigar/ursparingar, runda håltagningar vid ombyggnad av betongkonstruktioner, prefabricering av gjutna konstruktioner med trånga arbetsutrymmen för formsättning och formrivning (t.ex. schakt), ordentliga installationsutrymmen, placering av ledningar på vägg osv.

Speciella typer av idag mindre vanliga handlingar kan också vara av värde, t ex ingjutnings-system gemensamma för flera underentreprenörer, sammanställning av håltagningar/ ursparingar. Vid ombyggnad tillkommer redovisning av särskilda förutsättningar som förekomst av asbest, särskilda rivningsritningar med angivelse av material och ev behov av stämp.

Bland det allra viktigaste är dock att samordningen mellan projektörerna fungerar.

- Det krävs att projektören skaffar sig *kunskaper* om produktionsmetoder och om föreskrifter och anvisningar för utförandet av olika arbetsmoment. Samarbete med bygghälsan kan vara en väg att bygga upp sådana kunskaper. Kontakten med bygget genom byggmöten och inte minst kontakten med kontrollanten är en viktig källa för återföringen av information.

Projektörernas kunskaper vad gäller byggplatsens arbetsmiljö är dock inte så dåliga som man ger uttryck för i byggbranschen. T ex är man ofta insatt i produktegenskaper, både när det gäller funktionsduglighet och miljöaspekter.

- För att projektören ska åstadkomma ett bra slutresultat bör han känna till entreprenörens byggmetoder och den hjälputrustning som är aktuell. I de allra flesta fall är det inte meningsfullt att projektören förutsätter ett utförande för att på eget initiativ projektera in bättre arbetsmiljö.

Det är i *samarbete med byggherre och entreprenör* som sådana detaljer ska lösas. Det åligger byggherren att skapa förutsättningar för ett sådant samarbete. Då kan också projektören bidra med sin kunskap och planeringsvana på ett effektivt sätt. Ex: infästningsdetaljer för skyddsräcken.

1978 startade även SAR ett projekt med syftet att projektera bättre arbetsmiljö. En av poängerna med undersökningen var att studera om entreprenadformen - generalentreprenad respektive totalentreprenad - kunde ha någon betydelse för projektörens möjligheter att bidra till bättre arbetsmiljö.

Tyvärr har det inte varit möjligt att genomföra den del av projektet som skulle följa en generalentreprenad. Slutsatsen av den genomförda studien stämmer i stort med SKAPA-projektets men betonar mera projektörens roll och möjligheter som central samordnare i byggprojekt.

Slutsatser

Endast en mindre del av de uppkomna arbetsmiljöproblemen kunde alltså sättas i samband med projekteringen. Dessa är i första hand de förhållanden som är föremål för projektering nämligen:

- konstruktion
- utrymme
- material

Projektörens val är dock inte ensamt avgörande för uppkomsten av arbetsmiljöproblem. För varje egenhet hos byggnaden som projektören föreskriver finns ofta flera arbetsmetoder. Byggets planering och organisation, arbetsmetoderna och arbetsfördelningen har den största betydelsen när det gäller de verkliga arbetsförhållandena.

Eventuella datorstöd för projektören bör inriktas på att förse denne med information och verktyg inom de områden som i projektörens mer direkta beslut.

11.3.5

Samordning kalkyl - byggledning

Det har blivit allt vanligare att byggföretag decentraliserar det ekonomiska ansvaret till divisioner och helst till arbetschefer. Det har fört med sig att den ansvarige arbetschefen måste delta i byggets planering från start. I den mån detta går att genomföra konsekvent, innebär det en bättre kontinuitet och samordning mellan inköp och valda arbetsmetoder. Dessutom kan erfarenhetsåterföringen bli bättre.

En fördel är om företagets fasta organisation har metoder att ta hand om arbetsmiljöproblem - att planera inför varje bygge, att hålla sig med lämplig utrustning, att samarbeta med underentreprenörer och leverantörer, att ta vara på erfarenheterna. Det har gjorts en del ansatser åt det hållet.

- JM har satsat på en utbyggd byggservice när det gäller tillfällig el på bygget. Det innebär att det finns fast anställda elektriker på den cent-

rala elverkstad som placeras på heltid på de större byggena och kan rycka ut i början av mindre byggen. JM har därmed en i företaget inarbetad belysningsstandard, arbetsrutiner och fackfolk som kan sköta och utveckla arbetsmetoderna och materiellen.

- ADEMA, ett byggservice-företag inom Diöskoncernen har satsat på att komplettera sina informationsblad till de olika maskinerna med särskilda skyddsblad där den skyddsutrustning som bör användas till respektive maskin finns angiven, liksom eventuella särskilda upplysningar vid hantering av utrustningen.

Datorernas möjliga användning i detta sammanhang är svårt att bedöma. En sådan utveckling bör ske parallellt med att databaser byggs upp för arbetsmetoder och materialadministration.

11.3.6

Byggnadsarbetarnas inflytande i planeringen

Ett stort problem är bristen på kontinuitet i branschen. Vid varje nytt bygge ska en hel mängd människor lära sig att samarbeta med varandra. I och med att byggföretagen har utvecklat skyddssidan med hjälpmedel och rutiner gäller det att alla informeras om detta från början.

Det har även blivit allt vanligare med *etableringsmöten* dvs att arbetsledningen går igenom förutsättningar och arbetsmetoder tillsammans med lagbasar, ev skyddsombud, företagets skyddsorganisation (t ex skyddsingejör) och någon representant för bygghälsan. Detta gäller oftare på större byggen. Man får då tillfälle att gå igenom olika skyddsfrågor och informera varandra om eventuella nyheter.

Utvecklingsavtalet ger en ny grund för byggnadsarbetarnas medverkan i planeringen av byggen, dock efter att anbudet är antaget.

Datorer har endast en marginell roll i sammanhanget. En användning kunde tänkas i de fall entreprenören har ett datasystem för att dokumentera arbetsmetoder. Ändringar p g a nya erfarenheter och överenskommelser skulle kunna föras in succesivt.

11.3.7

Skyddsorganisation

Det finns totalt endast ca 100 skyddskommittéer på byggföretagen. Det gäller Vattenfall och de största riksbyggande företagen. Fördelen med dessa är att de kan arbeta övergripande och långsiktigt med företagens arbetsmetoder och hjälpmedel.

Även andra centrala organisationsformer förekommer. T ex har Diös inrättat en central arbetsmiljögrupp med skyddsansvariga för de olika regionerna och fackliga representanter. Denna organisation bygger

dock inte på arbetsmiljölagens regler om skyddskommittéer och kan ändras eller avskaffas utan förhandlingar.

I övrigt är den ansvarige arbetsledaren och skyddsombudet de som vanligtvis arbetar med arbetsmiljön på plats.

Information om arbetsmiljöregler, risker och lösningar finns samlade på olika håll i branschen. I lagstifningen, hos partena, hos samarbetsorgan (Bygghälsan) och hos professionella informationsförmedlare (Byggtjänst).

Erfarenheter finns främst hos de som arbetar praktiskt med byggande, från projektörer till byggnadsarbetare. Erfarenheter är situationsbunden kunskap. De kan användas till att ta rätt beslut men är inte systematiserade. Medvetet sammanställda erfarenheter kallar vi oftast för "kunskap". Erfarenheter utgör en viktig ingrediens i skapandet av kunskap. Det saknas dock tillfällena i byggbranschen att utnyttja egna och varandras erfarenheter i ett naturligt sammanhang, särskilt för byggnad arbetare. Mycket är redan fastslaget när arbetet ska börja.

Möjligheterna att bygga upp företagsinterna informationssystem inom arbetsmiljöområdet är alltså mycket skiftande. Även för de större företagen kan det vara ett betungande arbete. En aktuell arbetsmiljödatabas, tillgänglig för arbetsledning och skyddsorganisationen borde vara branschgemensam.

I sådana sammanhang diskuteras ibland användningen av kunskapsbaserade datasystem. Vissa intressanta projekt har genomförts inom AI-forskningen, bl a om toxikologiska bedömningar. Detta är ett område som kräver en del utveckling innan det kan komma i praktisk användning inom branschen.

11.3.8

Byggmaskiner och hjälpmedel

Det har kommit fram allt fler hjälpmedel för att klara arbetsmiljöproblem på byggets normala arbetsmoment. T ex:

- transportörer, olika typer av mindre, mobila kranar, specialkärror m m.
- luftreningsanläggningar, vädertätningar, fasadskydd
- sopsug, störtar, skräptuggar
- bättre belysningsarmaturer
- förbättrade småmaskiner, vibrationsdämpade handtag, sladdlösa borrar- och skruvdragare
- personlig skyddsutrustning för arbete med farliga ämnen
- armeringsställ och armeringsbänkar
- skyddsräcken med sinnrika fastsättningsanordningar

Det har också utvecklats produkter för nya arbetsmetoder, t ex:

- lätta platsverkstäder i form av plasttält
- nya system för betonggjutning (tilt-up, sugmatta)
- förtillverkning på plats av takstolar och trästommar

Till övervägande del är frågan om förbättringar av befintliga produkter och som är avsedda att hanteras individuellt.

Det finns samtidigt exempel på arbetsmiljövänliga produkter som har misslyckats med att nå sin marknad. Stegen mellan skyddsombud, arbetsledare, inköpare, maskinuthyrare tycks vara alltför långa för att nyheter ska kunna sprida sig.

Uthyrningsfirmor och arbetsledning tenderar kanske att välja en känd och invand utrustning framför att, med ny och okänd personal, riskera att ha skaffat en nymodighet som kanske inte blir använd.

Byggnadsarbetare, i sin tur, kanske inte frågar efter något som man inte säkert vet är bra och som man riskerar att experimentera med på bekostnad av förtjänsten. Särskilt om man inte kan räkna med att det nya verktyget eller den nya arbetsmetoden ska komma till användning i ett annat bygge. Branschen tenderar därför att hålla sig till kända metoder och befintlig utrustning.

Givetvis kan en bättre informationsspridning, bl a i form av databaser för information bidra i någon mån till att göra nya, bra maskiner kända.

Vid speciella arbetsmiljöproblem anlitas allt oftare specialiserade underentreprenörer som förutsätts ha speciell vana, kunskap och utrustning. Huvudentreprenören avstår mer eller mindre frivilligt från att chansa med arbetsmiljön. Det gäller t.ex asbest, fogs-kum, isolering med lösull.

Här kan även automater, fjärrstyrda maskiner eller t.om robotar komma till användning.

11.3.9

Byggmaterial

Byggmaterialens egenskaper påverkar arbetsmetoder och arbetsmiljö. Det gäller kemiska risker, arbetsställningar, arbetsbelastning m m. I några fall har man försökt komma åt vissa problem med utgångspunkt från tillverkare och leverantörer.

Byggstandardiseringskommissionen arbetar med mått och vikter på murstenar och murblock. I ett särskilt kapitel behandlas ergonomi. Murstenar presp murblock definieras med utgångspunkt från mått, vikt och densitet. För mer frekvent hantering av murblock rekommenderas särskilda lyfthjälpmiddel vid murning.

Liknande resonemang har förts beträffande enmansbördor och tvåmansbördor, t.ex takplåtar och byggskivor. Byggergonomilaboratoriet har utrett förutsättningarna för att införa en ny standard för bredden hos byggskivor: 90 cm i stället för 120.

Packforsk har samarbetat med byggnadsarbetareförbundet och leverantörerna av sanitetsporcelain och köksmaskiner för att ta fram en bärvänligare utformning av produkterna och/eller förpackning.

Byggergonomilaboratoriet har med framgång provat en metod med färdiga "lägenhetsförpackningar" när det gäller VVS- utrustning.

Samma resonemang som när det gäller maskiner kan föras när det gäller material: information kan datoriseras men användning knyts ofta till egen erfarenhet och kräver vana och kunskap. Även på materialsidan övertar en del specialfirmor eller montörernas tillverkare arbetet med att montera materialet på bygget. Detta sker ofta med "system"-produkter t.ex stommar, mellanväggar eller undertak. Det kan vara frågan om speciella arbetsmetoder och maskiner knutna till produkten.

11.3.10

Kontroll av skyddsplaneringen

Ansvar för arbetsmiljön på byggen vilar normalt på arbetsgivaren, dvs entreprenören. Då det finns flera entreprenörer på ett bygge skall en av dem, vanligtvis huvudentreprenören, ansvara för samordningen.

Skyddsplaneringen görs av arbetsledningen i samband med planeringen produktionen. Hur detaljerat en sådan skyddsplanering görs varierar mycket mellan olika företag och även mellan olika platschefer. Ibland medverkar skyddsingenjören, om det finns en sådan.

Den mer detaljerade planeringen görs ofta sent, från dag till dag. Det innebär att det ibland blir improvisationer, andra gånger får man avstå från skyddsåtgärder eftersom det visar sig att den ursprungliga budgeten (anbudet) inte innehöll tillräckliga medel för detta.

Objektsanställningen har anförts som skäl för att varken medbestämmande eller skyddsverksamhet sköts på ett "normalt" sätt. Skyddskommittéer saknas i de flesta företag eller omfattar inte byggplatserna av samma skäl. Skyddsverksamheten får bedrivas genom skyddsombud, företagets skyddsingenjörer och Bygghälsan.

Arbetsmiljölagen och byggnormen kräver att arbetsmiljön i arbetslokaler granskas av skyddsombud och yrkesinspektionen innan byggnadslov lämnas. Byggarbetsplatsernas skyddsplanering undergår inte

någon granskning i förväg som andra arbetsplatser i samband med byggnaslov. Några handlingar som redovisar planerade skyddsåtgärder finns normalt inte när det gäller byggen. Kontrollen görs istället under gång genom yrkesinspektionens eventuella besök. Ett stort ansvar vilar på arbetsledaren.

Ansvarsfrågan ställs sällan på sin spets annat än i samband med olyckor. Domstolarna tenderar i sådana fall att lägga ansvaret för olyckorna långt ner i hierarkin - på arbetsledaren och t o m på andra byggnadsarbetare. Detta ska jämföras med den fasta industrin där ansvaret ofta förskjuts uppåt. Ansvaret för en oklar ansvarsfördelning och bristande planering vilar alltid på den högre chefen. Det är främst vid avvikelser från givna direktiv som en person längre ner i hierarkin kan göras ansvarig. I byggbranschen tycks den allmänna bristen på skyddsplanering att betraktas som "praxis" och fria företagen från att förbättra planeringen.

Det borde vara rimligt att i ett första skede undersöka möjligheten att förbättra rutinerna när det gäller skyddsplanering - från projektering, över byggets allmänna planering, till hanteringen av material och användningen av maskiner.

I ett andra skede borde man även undersöka möjligheten att utveckla någon rutin för att redovisa planerade skyddsåtgärder innan bygget har startat. Hur omfattande en sådan redovisning kan vara och vilka ska kunna ta del av den får ingå i utredningen.

11.4

Sammanfattning och utvecklingslinjer

11.4.1

Datoriseringens effekter på arbetsmiljön

Vi har tidigare konstaterat att datorer lämpar sig som stöd för:

- Noggrannare projektering genom användning av CAD
- Förtillverkning som ett första steg mot CAD/CAM
- Ekonomistyrning som ett användningsområde för erfarenhetsdata och metodrecept
- Administration av underentreprenader som det enklaste sättet att använda planeringssystem kombinerat med en juridisk organisation som ger en säker kostnadsstyrning
- Specialisering som ett sätt att utnyttja dyra automatiska maskiner på bygget

Dessa utvecklingsriktningar garanterar inte i sig en bättre arbetsmiljö.

En högre grad av *planering* ger sannolikt färre fel men innebär samtidigt att mer blir låst i projekteringen. Kunskap och ansvar för planering av arbetsmiljö måste följa efter till tidigare skeden.

Förtillverkning där uppsättning ingår ger montörerna möjlighet att förbättra arbetmetoderna och bidra till tekniska förbättringar av den speciella produkten. Förhållandena på plats har man däremot mindre kontroll över.

Ekonomistyrningen påverkar arbetsmiljön på bygget endast indirekt. Den grundläggande effekten är att man får en snabbare uppföljning av läget. Det krävs att platsledningen kan utnyttja informationen. Totalt bör det dock vara positivt genom att man har en bättre framförhållning. Ekonomistyrningen kräver underlag i form av erfarenhetslöpande data och/eller anbud. Det kan ge anledning till mer kontroll av resultat och effektivitet.

En större andel av *underentreprenader* innebär att det naturliga samarbete mellan olika yrkesgrupper kommer i konflikt med de strängt uppdelade ansvarsområdena. Detta ställer mycket högre krav på platsledningens resurser, kompetens och intresse för bl a arbetsmiljön.

En högre grad av specialisering på "smala" arbetsområden med en mer avancerad teknik kan innebära en viss autonomi för de nya specialisterna, men samtidigt en risk att slås ut tillsammans med den speciella teknik eller produkt man behärskar.

Automatisering av speciella farliga eller obekväma arbetsuppgifter är i princip positivt.

Det som är mest betydelsefullt när det gäller datorisering och arbetsmiljö är dock inte de konsekvenser som kommer så att säga på köpet, utan de möjligheter som finns att utnyttja tekniken för att förbättra förhållandena.

11.4.2

Möjliga utvecklingsområden med anknötning till arbetsmiljön

Databaser för hänvisning till *lagar, regler och rekommendationer* är ett naturligt alternativ till de litteraturlistor som finns idag. Fördelen är att listorna kan hållas ständigt aktuella. Olika urval ska kunna göras. Databasen skulle sannolikt kunna utformas enligt gängse bibliografiska metoder med sökning i flera detaljeringsnivåer. Möjligheten att lägga in mer än sökord och korta beskrivningar av innehållet. När det gäller lagstiftning kan hela texten läggas in.

Att i databasen även lägga in möjligheter till sökning i text och eventuella bilder kan vara mycket svårare. Ett omfattande söksystem skulle krävas för att få fram enskilda bestämmelser. Risken för att

sammanhanget inte ska framgå av utdraget eller att man missar något väsentligt genom att inte använda rätt begrepp är överhängande.

Speciellt intressant är att det ska vara möjligt för olika aktörer att hitta information i lämpligt urval. Det gäller t.ex projektörer, tillverkare av material och produkter och andra som inte har ett eget direkt ansvar för arbetsmiljön på bygget.

För *information om produkter och arbetsmetoder* gäller i stort sätt samma resonemang som för lagar och regler.

Mätningar och automatiska *varningsystem* för byggarbetsplatsen är ett oprövat område. Tekniska lösningar som sensorer m m har diskuterats i samband med robotar. Det som förekommer är ju dels skydd som ska förhindra att en olycka får allvarliga följder (man halkar på taket men fångas upp av skyddsräcket) dels olika former av skyltning. Det ställer stora krav på både förutseende och uppmärksamhet.

Inom industrin förekommer varningsutrustning som reagerar t ex på radioaktivitet eller vissa gaser. Det är tänkbart att motsvarande system skulle kunna upprättas på byggen t ex för lösningsmedel. Även mer aktiva varningssystem (typ backande lastbil som tutar) kunde vara av intresse för att varna för förändringar.

I *uppföljning av problem, risker och skador* är datorstöd mycket användbart för att öka kunskapen om olika samband. Datorstödd för registrering av skador och tillbud samt analys av risker har använts i några sammanhang.

Ett speciellt intressant område är utveckling - och inte minst spridning av *planeringsmetoder där kunskapen om olika arbetsmiljörisker används*. Datorbaserade hjälpmedel kan inte ersätta varken projektörens eller planerarens kunskap och engagemang eller byggnadsarbetarnas deltagande och inflyttande. Söknings- och beräkningsarbetet kan dock för- enklas så att de nya aspekterna blir lättare att införa.

12 Konsekvenser

Datoriseringens konsekvenser för byggnadsarbetarna

12.1 Datoriseringen inom olika skeden och byggnadsarbetarna

Datoriseringen i byggbranschen är ännu i sin början. Trots att det finns en hel del användningar som har blivit rutin kan man inte betrakta branschen som datoriserad. En hel del av de konsekvenser som man kan peka på kan betraktas mer som förhoppningar eller farhågor än som säkra fakta. Men framför allt kan många aspekter som inte har kunnat konstateras ännu tillkomma. Efter denna reservation kan projektets huvudsakliga slutsatser sammanfattas.

12.1.1 Datoriseringen av personaladministrationen - praktiska rutiner med känsliga sidor

Det område där datoriseringen har kommit längst (med avseende på byggnadsarbetarna) är *personaladministration* och löner. Där finns en hel del praktiska fördelar som att man kan lägga in olika lagar och regler som kan tillämpas konsekvent.

Ytterligare fördelar är att det går att bygga på systemen med en hel del extra funktioner utan att administrationen av dessa kostar arbetsgivaren särskilt mycket extra. Det kan gälla automatiskt hantering av personalförmåner som bidrag till idrottsklubbar, firmakläder, extra arbetskläder mm. Det kan också gälla funktioner som hjälper den enskilde att bevaka olika rättigheter vilka arbetsgivaren inte egentligen är skyldig att bevaka, t ex utnyttjade av försäkringar.

De farhågor som har anförts har kretsat kring hanteringen av personuppgifter. Främst är det frågan om att det inom ramen för datorsystemen är möjligt att dels sammanställa "känsliga" uppgifter och dels att registrera subjektiva åsikter om individer. Dessa personuppgifter skulle kunna användas inom företaget och t o m kunna lämnas vidare till andra

arbetsgivare.

Här har den stora rörligheten i branschen och projektanställningen bidragit till att frågan har blivit mer känslig än den är i andra branscher där personaluppgifter hanteras på i stort sätt samma sätt.

Är det tillåtet att upprätta register med "känsliga" personuppgifter?

Sådana frågor har inte ingått som ett huvudsyfte i projektet men har diskuterats främst inom pilotprojekt 2, i samband med upprättandet av ett register över arbetsskador.

Datorbaserade personregister inte får upprättas utan särskilt tillsänd och då måste syftet och användningsättet redovisas. Däremot behöver inte registrets alla detaljer redovisas. Men de registrerade uppgifterna måste ha ett klart samband med registrets huvudsyfte.

Dessutom har varje person att få del av allt som finns registrerat om honom eller henne själv - det är bara att begära ett utdrag. Man har även rätt att få eventuella koder förklarade i klartext.

Som känsliga sammanställningar har man nämnt statistik över sjukfrånvaro och sjukdommar, över fackliga kurser och facklig tid osv. Sådana grunduppgifter finns normalt i personaladministrativa system. Det finns inget som hindrar att dessa uppgifter, som normalt måste finnas i företaget för t ex löneberäkningar, sammanställs till statistik. För större grupper kan sådana sammanställningar också vara motiverade, t ex för att komma åt arbetsskador. Det är på individnivå som det är tveksamt.

Registrering av subjektiva åsikter som omdömen om personers åsikter, egenskaper, samarbetsvillighet mm ingår inte i det som normalt betraktas som personaladministrativa databaser. För att upprätta ett sådant register skulle man behöva söka särskilt tillstånd. Sannolikt skulle man inte få det beviljat. Registrering av subjektiva "betyg" är alltså inet lagligt.

Huruvida någon arbetsgivare använder datorer för att olagligt upprätta känsliga personregister har naturligtvis inte ingått i detta projekt att undersöka.

12.1.2

Datorer i projekteringen

De två områden där datorer används mest är datorstödd projektering - CAD och datorstödd beskrivning.

Mycket av det som görs i dessa sammanhang är en ren effektivisering av olika rutiner inom projekte-

ringskontoren. I den mån projektörerna blir effektivare - dvs ritar tydligare, samordnar ritningarna bättre, reviderar snabbare, gör mindre måttfel osv - är det givetvis till fördel för bygget.

Fördelen är dock inte alltid så stor. Visserligen är ritningen mer läsbar och måttfelen färre. Men den större effektiviteten i projekteringen är en förutsättning för de kortare tidplanerna, de tidiga upphandlingarna, den sena besluten. Den tid som "blir över" i den snabbare projekteringsprocessen tillfaller inte bygget. Den går åt först och främst till att tillfredsställa byggherrens krav och i andra hand till att betala de hjälpmedel som har bidragit till den eventuella effektiviteten. De har sällan varit billiga för projektören.

Ett annat område för datoranvändning är olika kalkyler för att fintrimma olika funktionskrav - hållfasthet klimat, energibalans osv. Det är ett led i en höjning av den tekniska och funktionella kvaliteten hos objekten. Detta, i sin tur, ställer större eller nya krav på bygget. Det kan bli fråga om nya detaljlösningar och noggrannare utförande. I första skedet kräver det fylligare projektering och noggrannare kontroll. I nästa skede kan det bli fråga om att byggnadsarbetare måste skaffa nya eller ändrade kunskaper om byggmetoder.

En viktig diskussion i samband med införandet av CAD har varit att bygganpassa projekteringen. Projekteringen har dock två syften. Det ena är att beskriva den färdiga produkten för beställare och användare. Det andra att ge bygget tillräckligt underlag för att kunna uppföra objektet. Utvecklingen av datortillämpningar har följt båda dessa riktningar.

Datorer som "reklamverktyg" har utvecklats i riktning mot verklighetstrogna, t o m rörliga perspektiv.

Datorer som verktyg för produktionsplanering har utvecklats främst i riktning mot ritande av komponenter. En möjlighet var där att projektören använde sig av datoriserade byggkataloger. Sådana exempel finns. Det som dock har blivit den viktigare tendensen är projektering av förtillverkade element direkt för byggherren eller, som följduppdrag, för materialtillverkaren.

Det står dock klart att användning av CAD och därtill kopplade databaser ökar hos både projektörer och entreprenörer. Datorer bör utgöra ett verktyg för närmare samarbete mellan projektering, byggplanering och produktion. Vissa möjligheter i den riktningen har testats i ett av pilotprojekten: CAD och projektering av arbetsmiljön på byggarbetsplatsen.

12.1.3

Datorer i byggstyrning

Enreprenörernas användning av datorer kan delas in i personaladministration, ekonomistyrning och byggstyrning. Datoranvändningen i personaladministration och ekonomistyrning är betydligt mer utbredd än inom byggstyrning. Här ska vi dock intressera oss för den sistnämnda, byggstyrningen.

I byggstyrningen hanteras olika typer av uppgifter: resurser, byggdelar och aktiviteter. Det är konsten att hålla ihop dessa delar som är bygglednings innehåll.

Byggstyrningen kan delas in i tre återkommande moment planering, produktionsstyrning och uppföljning.

I projektets inledning framfördes en del farhågor om datorernas möjliga roll i byggstyrningen. De risker som diskuterades var främst faran för ett system med detaljerade datorbaserade automatiska arbetsorder. Samtidigt diskuterades en rad möjliga, positiva användningar av datorstöd, t ex: för att lagra och bearbeta allmän information om arbetsmiljö, för att hjälpa till att lagra och sortera information om material och maskiner i ett objekt, för att följa upp och administrera arbetstid och ackordsutfall.

12.1.4

Automatiserad produktion

Det finns ett antal strategier för att effektivisera byggproduktionen, dvs att sänka kostnaderna. De områden som man kan angripa är:

- A. Tillverkning, bearbetning och montering
- B. Materialhantering och lagerhållning
- C. Produktions- och materialstyrning

Studier av tillgänglig litteratur visar att robotisering och annan automatisering av olika arbetsmoment på bygget fn inte är det mest lönsamma sättet att förbättra produktiviten på bygget inom något av dessa områden.

Automatisering av tillverkningen kan göras mer lönsam i materialindustrin. Därmed kan förtillverkningen komma att vinna ytterligare en fördel genom att varianter och anpassade produkter kan tas fram lättare. Robotisering och annan automatisering med stöd av CAD-ritningar kan också styras lättare inom den fasta industrin. Det kan leda till en högre grad av ömsesidig anpassning av ritningar och produktionssystem.

De arbetsuppgifter som kan komma att automatiseras först på bygget är:

- Automater för två-dimensionell bearbetning - målning, limning mm.

- Specialmaskiner för farliga moment
- Fjärstyrd utrustning.

En sådan utveckling kan anses vara till fördel för arbetsmiljön på bygget. Materialhantering står idag för en stor del av de förslitningsskador och de olycksrisker som hör ihop med byggnadsarbetet.

Det är dock viktigt att man uppmärksammar och ställer krav på mekaniseringen av byggnadsarbetet. Mekanisering och automatisering bör inriktas på:

- Maskiner eller, helst, byggteknisk utveckling för att undvika farliga moment.
- Mekanisering av tunga moment, t ex utveckling av transportsystem.
- Utveckling av mätinstrument och sensorer för att underlätta bedömning av avstånd, material-egenskaper, risker.
- Utveckling av fjärstyrda maskiner snarare än förprogrammerade automatiska processer.

12.2

Sysselsättning: annorlunda arbeten och kanske färre

För att bedöma sysselsättningseffekterna av datorisering och automatisering har vi gjort några räkneövningar:

1. Datorisering i samma takt som övriga branscher

Om arbetet i byggbranschen skulle datoriseras i samma takt som man förväntar sig när det gäller andra branscher skulle detta leda till följande prognos:

- antalet tjänstemän minskar med 0.5% per år
- antalet arbetare minskar med 0.2 - 1.5% per år (beroende på hur processinriktad respektive arbetsmoment kan bli).

2. Automatisering till samma nivå som den fasta industrin inom 10 år

Antagandet innebär att byggbranschen kommer inom 10 år ikapp verkstadsindustrin när det gäller kapitalintensitet, dvs att teknikanvändningen ökar med extra 300 % under 10 år = en extra årlig ökning med 11-12 %.

Resultatet skulle bli att minskningen av arbetskraft årligen blir 11-12 % högre än i industrin, dvs extra 0,02 - 0,15 % per år.

3. ROT-byggande kommer till samma grad av förtillverkning som nybyggnad

Om ROT-projekt inom 10 år uppnår samma förtillverkningsgrad (och därmed sammanhängande mekanisering) som nybyggnad skulle bara detta leda till en minskad sysselsättning för byggbranshen med ca 3% per år. En del av arbetet överförs då till materialindustrin.

4. Materialadministration

Enligt flera bedömare borde materialhanteringen på byggplatserna kunna rationaliseras i hög grad. Datoriseringen skulle kunna bidra genom att underlätta materialadministrationen.

Datorisering av materialadministrationen kan leda i första hand till att färre tjänstemän i centrala funktioner men också till att en del "onödig" arbetstid på bygget faller bort.

Mycket talar för att effekterna av mekanisering och automatisering för sysselsättningen kan bli betydligt lägre än vad som antyds ovan. Några skäl kan antydas nedan.

Möjligheterna till mekanisering inom byggbranschen begränsas av den de höga etableringskostnaderna för en stor produktionsapparat. Sannolikheten är stor för att den huvudsakliga mekaniseringen även i fortsättningen sker inom materialindustrin.

Det finns sannolikt också begränsningar i hur långt andelen förtillverkning kan öka. Gränsen för andelen förtillverkningen är olika för olika typer av objekt. Småhus tillverkas t.ex numera till övervägande del i form av förtillverkade typhus med ett minimalt inslag av arbete å plats. Av övriga byggnadsobjekt kan sannolikt bara enklare industribyggnader göras så enkla och likartade att de kan förtillverkas i stor skala. Tvärtom, utvecklingen har under de senaste åren inneburit en allt större andel unika och komplicerade hus. Kompletteringsbyggandet har ökat och husens utformning har fått anpassas till de speciella förutsättningarna på plats.

Planering och styrning i byggbranschen befinner sig i en utvecklingsfas. Utvecklingen av organisations- och ledningsmetoder har varit långsam och inte kunnat kompensera behovet av ökade planeringsinsatser. Datorer har inte kunnat lösa det problemet. Fortfarande krävs det alltså ett omfattande utvecklingsarbete som kräver resurser.

Sammanfattningsvis kan man hävda att trycket på kostnadsminskningar och rationaliseringar kommer till stånd i byggbranschen kommer att öka i förhållande till andra branscher.

12.3

**Arbetsinnehåll i en datorstödd
bransch: "byggkunnandet" kvar som
yrkets tyngdpunkt?**

Lika viktigt som antalet jobb är kanske vilken typ av arbeten som kommer att finnas i byggbranschen som ett resultat av datoriseringen.

Mycket talar för att datoriseringen kommer att bidra till att höja "industrialiseringsnivån" både genom ökad prefabricering och mer detaljerad planering. En hypotes är att det som historiskt har varit byggnadsarbete på byggen kommer delvis att fördelas på

- planering inom byggföretaget,
- tillverkning inom byggmaterialindustrin
- specialiserat monteringsarbete åt en producent
- UE-uppgifter med dyra specialmaskiner

Till alla dessa arbetsområden kommer byggnadsarbetare att kunna rekryteras. Möjligen kommer specialitéerna att bli smalare vilket innebär problem med byte av arbete.

De återstående arbetuppgifterna på plats blir mer mekaniserade vilket innebär färre människor och krav på en del andra färdigheter än i dagens arbete. För de återstående arbetsuppgifterna på bygget blir det sannolikt frågan om stor, kanske t.om ökad självständighet för individerna.

Diskussioner och spekulationer kring kvalifikationsnivå, specialisering och befattningsstruktur i framtiden pågår i många länder. Tysk statistik pekar på att andelen kvalificerade arbeten har ökat inom byggbranschen, liksom andelen arbetsledare. Även i Sverige har andelen tjänstemän ökat. Andelen planeringsarbete i förhållande till direkt produktion stiger. Är detta en förändring av branschen i sin helhet eller är det en omfördelning mellan olika grupper av "planerande" och "utförande" arbetsuppgifter, dvs en specialisering av tankearbetet?

Man kan betrakta arbetets kvalifikation som bestående av två sidor: en som är kopplad till den process, de material och de maskiner man arbetar med, en annan som är kopplat till den allmänna förmåga, att organisera sitt arbete, och "tekniska intelligens", dvs en kreativ förmåga.

De flesta produktionsmetoder idag kräver höga kvalifikationer och innehåller stora moment av yrkeskunskap: analys av den totala situationen, kunskap om verktyg och maskiner, kunskap om material och arbetsprocessen, överblick av den övriga organisa-

tionen m m. De enda produktions- system som avviker från detta, dvs att de innebär låg kvalifikation, är enklare manuellt arbete, "löpandeband"- arbete och maskinbetjäning.

Den typ av arbetsmoment som blir kvar på bygget är sannolikt sådana som inte har kunnat systematiseras så pass att de har kunnat överföras till den fasta industrin. För byggnadsarbetare innebär detta att den typ av automation som kan bli aktuell för byggen inte bör innebära någon sänkning av arbetets kvalifikation.

12.4

Nya förutsättningar för inflytande

Ett viktig strävan hos byggentreprenörerna gäller en höjning av *planeringsnivån* i byggnadet. Där spelar införandet av datorer en viktig roll. Datorer bidrar till en effektivisering av olika administrativa uppgifter. Användningen av datorer förutsätter i sin en klar och fast ordning. Denna ordning, en systematisering av byggstyrningen, måste skapas innan de fördelar som användningen av datorer kan leda till kan uppnås.

Påverkas byggnadsarbetarnas möjligheter till inflytande av datoriseringen?

Byggnadsarbetarna har vanligtvis kommit in sent i byggprojektet, efter att huvudtidplaner och arbetsmetoder i stort sätt lagts fast. Användningen av datorer tycks inte ha förändrat detta, varken till det bättre eller till det sämre. Möjligen har underlagen till förhandlingarna kunnat göras utförligare - men inte alltid tillräckligt begripliga. Avstämningar kan, med hjälp av bärbara persondatorer, beräknas på stället i anslutning till mätningen.

Det kan märkas en viss strävan hos entreprenörerna att försöka styra och följa upp kvalitén hos produkterna på ett bättre sätt. Det innebär att byggnadsarbetarna måste informeras och deras förståelse och medverkan måste främjas. Att se till att t ex lagbasen deltar i tidigare skeden är ett naturligt sätt att åstadkomma detta. Det är en av de tendenser man kan skönja vilket ligger i linje med utvecklingsavtalet.

En annan, motsatt effekt kan man hitta i det allt mer utbredda underentreprenadssystemet. Visserligen kan arbetsgivaren låta "sina" lagbasar vara med tidigt i planeringen, men om han själv är underentreprenör blir hans inflytande över arbetsförhållandena i helhet begränsade. Användninga av datorer för att hantera underentreprenader är betydligt mer utbredd. Det man arbetar med här är planering och uppföljning. Styrningen överläts i stor utsträckning till den enskilde underentreprenören.

Underentreprenörer är ofta hårt specialiserade. "Smala" yrken med en mer avancerad teknik kan innebära en viss autonomi för de nya specialis-terna, men samtidigt en risk att slås ut tillsammans med den speciella teknik man behärskar.

En viktigare fråga är dock hur användningen av datorer påverkar förhållandena på bygget på sikt.

Datorer används i *byggstyrningen* främst i planering av resurser och aktiviteter och dels i uppföljning av resurser. Styrningen består av samordning av resurser så att de resultat som planen förutsätter uppnås. Ingenting i produktionsstyrningen är egentligen datorstött idag. Datorn spottar inte ut arbetsorder, anställningsannonser eller förslag till kontrakt med underentreprenörer. Närmast till hands för datoranvändning ligger möjligheten att få fram listor på material som går år för en viss byggdel.

Utvecklingen av datorstöd för byggets eget behov av styrning och samordning är kanppast ens påbörjad. "Utvecklingsfronten" sysslar med byggets möjlighet att på något sätt utnyttja de uppgifter som produceras för anbudskalkylen (eller motsvarande nivå i en totalentreprenad). Byggnadsarbetarnas möjlighet att utnyttja datorer och samtidigt använda och utveckla sin förmåga att organisera och styra sitt arbete är nära kopplat till utveckling av datorstöd för byggplatsens behov.

Det som framstår som centralt för byggnadsarbetarna är vilken typ av utveckling som kommer att ske. Några viktiga krav är att nya system ger utrymme för:

- o Inflytande över val av byggmetod, material och byggets uppläggning
- o Användbar information, anpassad till byggets/arbetslagets behov - löpande redovisning av arbetsläge och prognoser, administrativa hjälpmedel för materialhantering, planeringshjälp för byggets interna verksamhet
- o Autonomi - rätt och möjlighet att självständigt planera och organisera arbetet inom laget med stöd från de databaser och planeringssystem som finns i företaget.
- o Mekanisering - utveckling av maskiner som underlättar arbetet och förebygger skador. Fjärrstyrda maskiner och mätinstrument som stöd bedömning av risker ger byggnadsarbetet större innehåll än automatiska processer, på eller utanför byggplatsen.
- o Tillfälle och stöd till analys och erfarenhetsåterföring och metoder för spridning av nyvunna kunskaper.

12.5

Arbetsmiljö och datorer

Vi har tidigare konstaterat att datorer lämpar sig bl a som stöd för:

- Noggrannare projektering genom användning av CAD
- Förtillverkning som ett första steg mot CAD/CAM
- Ekonomistyrning som ett användningsområde för erfarenhetsdata och metodrecept
- Administration av underentreprenader som det enklaste sättet att använda planeringssystem kombinerat med en juridisk organisation som ger en säker kostnadsstyrning
- Specialisering som ett sätt att utnyttja dyra automatiska maskiner på bygget

Detta garanterar inte i sig en bättre arbetsmiljö.

En högre grad av *planering* ger sannolikt färre fel men innebär samtidigt att mer blir låst i projekteringen. Kunskap och ansvar för planering av arbetsmiljö måste ingå i de tidigare skedena.

Förtillverkning där uppsättning ingår ger montörerna möjlighet att förbättra arbetmetoderna och bidra till tekniska förbättringar av den speciella produkten. Sådana förbättringar kan av tillverkaren projekteras in i produkten. Förhållandena på plats har man däremot mindre kontroll över. De krav som monteringen ställer på anslutande byggdelar och miljön omkring skulle dock kunna förmedlas till projektörerna t.ex i form av datorunderlag. På liknande sätt lämnar idag en del materialtillverkare projektörerna hjälp vid dimensioneringen av t ex takstolar eller ventilationssystem.

Ekonomistyrningen påverkar arbetsmiljön på bygget endast indirekt. Den grundläggande effekten är att man får en snabbare uppföljning av läget. Det krävs att platsledningen kan utnyttja informationen. Totalt bör det dock vara positivt genom att man har en bättre framförhållning.

En större andel av *underentreprenader* innebär att det naturliga samarbete mellan olika yrkesgrupper kommer i konflikt med de strängt uppdelade ansvarsområdena.

Automatisering av speciella farliga eller obekväma arbetsuppgifter är i princip positivt.

Möjliga utvecklingsområden med anknytning till arbetsmiljön

Det som är mest betydelsefullt när det gäller datorisering och arbetsmiljö är dock inte de konsekven-

ser som kommer så att säga på köpet, utan de möjligheter som finns att utnyttja tekniken för att förbättra förhållandena. För detta krävs sannolikt gemensamma satsningar i branschen.

Databaser för hänvisning till *lagar, regler och rekommendationer* är ett naturligt alternativ till de litteraturlistor som finns idag. Speciellt intressant är att det ska vara möjligt för olika aktörer att hitta information i lämpligt urval.

För *information om produkter och arbetsmetoder* gäller i stort sätt samma resonemang som för lagar och regler.

Mätningar och automatiska *varningsystem* för byggarbetsplatsen är ett oprövat område. Tekniska lösningar som sensorer m m har diskuterats i samband med robotar. En sådan utveckling borde dock kunna ske oberoende av automatisering

I *uppföljning av problem, risker och skador* är datorstöd mycket användbart för att öka kunskapen om olika samband. Datorstödd för registrering av skador och tillbud samt analys av risker har använts i några sammanhang.

Ett speciellt intressant område är utveckling spridning av *planeringsmetoder* där *kunskapen om olika arbetsmiljörisker används*. Datorbaserade hjälpmedel kan inte ersätta varken projektörens eller planerarens kunskap och engagemang eller byggnadsarbetarnas deltagande och inflyttande. Datorsystemen får betraktas som hjälpmedel till dessa. Söknings- och beräkningsarbetet kan förenklas och systemen har troligen en viktig inlärningseffekt.

Litteratur

Källor och lästips

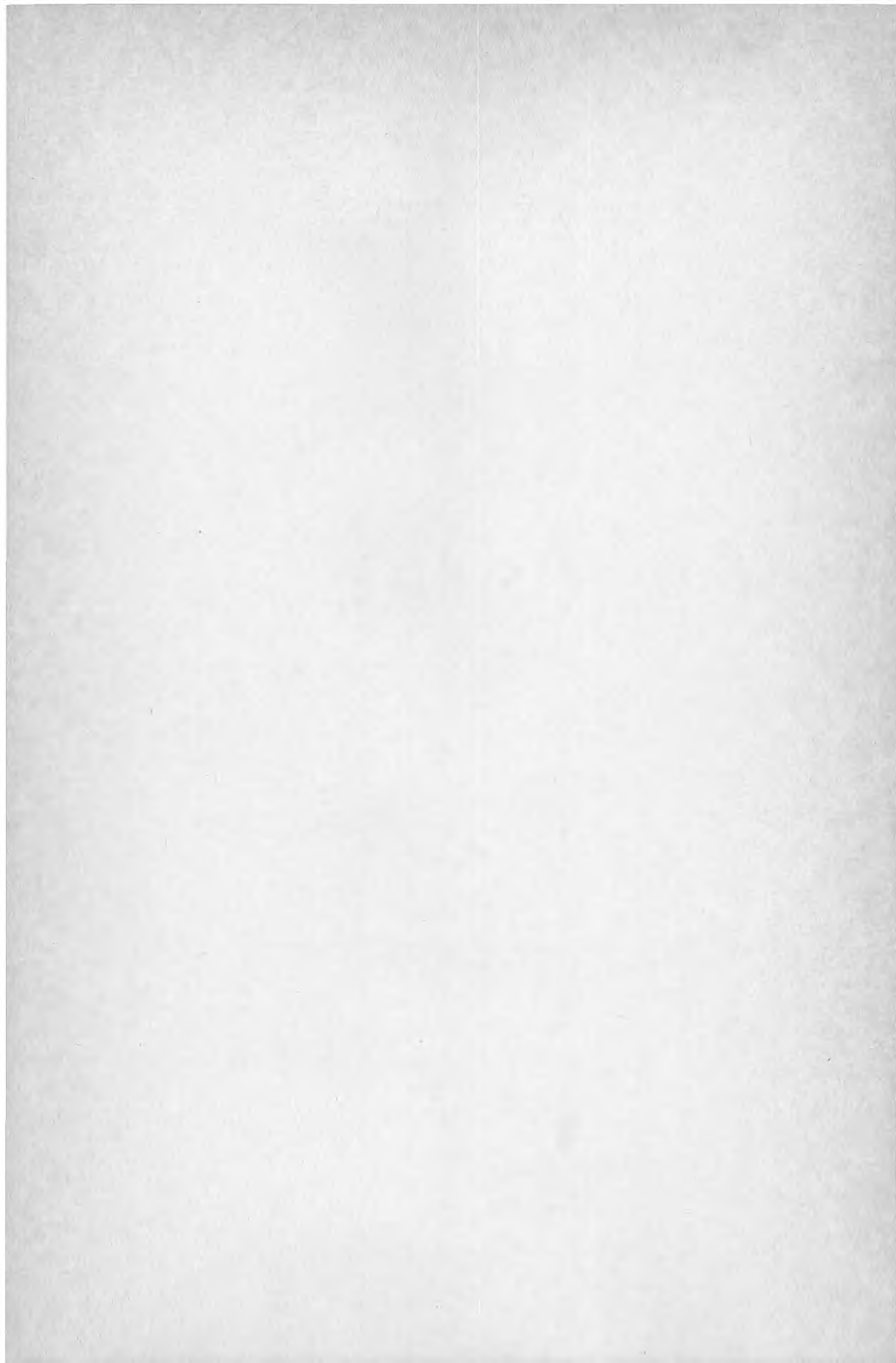
- AI 87-Japan, 1987, the international conference & exhibition on artificial intelligence - abstracts (AI 87 Japan organizing committee)
- Alferdsson P., Augustsson R., Harming A., 1983, Projektering/planering för bättre arbetsmiljö vid ombyggnad av flerbostadshus - uppföljning av ombyggnadsprojekt i Göteborg 1081-1982. Ett led i SKAPA-projektet. (Bygghälsans forskningsstiftelse.) BHF 1983:6. Boden.
- Andersson R., 1983, Lyftanordning och vibrationsdämpande handtag för handhållna bergbormaskiner. (Byggergonomilaboratoriet, KTH.) Trita-BEL 0016. Stockholm.
- Andersson R., 1984, Maskinstöd för handhållna bilningsmaskiner och borrhämmare. (Byggergonomilaboratoriet, KTH.) Trita-BEL 0017. Stockholm.
- Antologin datorstödd kreativitet - artiklar baserade på SAR:s seminarier serie hösten 1985 (SAR). Stockholm.
- Arbetskraftsefterfrågan inom byggproduktionen, 1985. (SBEF.) Stencil. Stockholm.
- Arbetsmarknadspolitiskt handlingsprogram för byggnadsindustrin, 1985, (Arbetsmarknadsstyrelsen). Stencil 1985-03-08. Solna.
- Arbetsmiljöhandbok för projektörer inom byggbranschen, 1975. (Bygghälsan.) Stockholm.
- Arbetsorganisation för lagbasar, 1982. (SBAF/Brevskolan). Borås
- Arbetsskador 1979 inom byggbranschen - bearbetning av arbetarskyddsstyrelsens informationssystem om arbetsskador (ISA), 1982. (Bygghälsan.) Stockholm.
- Arbetsskador 1983 inom byggbranschen
- Aronsson Gunnar (red), 1985, Arbetskrav och mänsklig utveckling. (Prisma) Stockholm.
- Balansproblem på byggarbetsmarknaden - bilaga till arbetsmarknadspolitiskt handlingsprogram för byggnadsindustrin, 1985. (Arbetsmarknadsstyrelsen, tekniska enheten). Stencil 1985-03-08.

- Björk, Bo-Christer, 1985, Computers in the British Construction industry. (VTT). Research notes 431. Espoo.
- Björk, Bo-Christer, 1986, Computers in Construction - Research, Development and Standardization Work in the Nordic Countries 1985. (NBS-DATA). Technical Research Centre of Finland - Laboratory of Building Economics, Espoo.
- Björnsson, Hans, Fredriksson, Gösta, 1985, Datorstödd maskinförvaltning i byggföretag (SBEF). Stockholm.
- Blixt R. & Gustafsson C-A, 1984, Projektören i byggprocessen - arbetsmiljöanpassad projektering - Jönköping läns landstings centralsjukhus, JLCC. (Bygghälsans forskningsstiftelse.) BHF 1984:2. Jönköping.
- Bygg 80 - Rapport 4: Arbetsmiljö, 1979. (Svenska byggnadsarbetareförbundet.) Malmö.
- Bygg- och anläggning, 1985-1988. (STATT). Samlade notiser. Stockholm
- Byggande och sysselsättning, 1984. (Bostadsdepartementet) Ds Bo 1984:7. Stockholm.
- Byggetekniske tegnesystemer - En evaluering for planleggere, 1985. (NPA). Halden.
- Byggnadsindustri och byggnadsmaterialindustri, 1977. (Statens industriverk/ Liber). SIND 1977:5. Stockholm
- Byggnadsindustri och byggnadsmaterialindustri, 1977. (Statens industriverk/ Liber). SIND 1977:5. Stockholm.
- Byggnadsindustri och byggnadsmaterialindustri- en uppföljning, 1978. (Statens industriverk/ Liber). SIND 1978:5. Stockholm
- Byggnadsmaterialindustrin och byggandet, SIND 1986:3. Stockholm
- Byggnadsteknikens utveckling och materialefterfrågan, SIND PM 1985:4. Stockholm.
- CAD/CAM - Konsekvenser for arbeidsforholdene på byggepadsen, 1987. (DTH- Anl gsteknik). Lyngby.
- Christensen, Søren, Kreiner, Kristian, 1984, On the origins of organizational cultures. (DTH- anl gningsteknik), Lyngby.
- Computer aided design in England - selected introduction to 6 CAD-systems, 1984. SBI-meddelelse 42 (SBI). København.
- Danielsson, Ulf, 1986, Rationell kalkylering - med rationella mängdförteckningar. (SBEF). Stockholm.

- Dataprojektering - Cad-teknik, Bollnäs, kv Älgen, 1983.
(Byggnadsstyrelsen- Tekniska byråns information).
61, 1983-11. Stockholm
- Datorer och arbetslivets förändring-slutbetänkande av dataeffekt-
utredningen, 1984. (Arbetsmarknadsdepartementet/
Liber). SOU 1984:20. Stockholm.
- Docherty P, Penhoff S, Pärsson J, 1981, Byggföretagets organi-
sation och styrmedel- nya principer för själv-
utveckling. (Statens råd för byggnadsforskning).
R102:1981. Stockholm.
- Docherty P, Werngren C, Widman A, 1984, Informationsteknologi och
versamhetsutveckling. (EFI). Stockholm.
- Drambo, Leif, 1983, Effekter av ny teknik på produktivitet,
sysselsättning och arbetstid - en sekretariats-
rapport från dataeffektutredningen. (Arbets-
marknadsdepartementet). Ds A 1983:1. Stockholm.
- EDB og byggepadsens arbejdsmiljø, 1986. (NBS) Köpenhamn.
- Edström, A., mfl, 1984, Förnyelse av ledningsfilosofi, ledarskap
och organisation. (FA rådet) Stockholm.
- Ericson, Eva, 1984, Datoranvändning inom vägsektorn. (Nordiska
vägtekniska förböndet, utskott 13, svenska avdel-
ningen) Stencil. Stockholm.
- Geijerstam, Elmira af, 1983, Byggbranschen och datoriseringen.
(SIF utredningsavdelning) Stockholm.
- Glimskär B., Höglund P-E, Nordström O., 1981, Rörarbete i trånga
utrymmen. (Bygghälsans forskningsstiftelse.) BHF
1981:6. Stockholm.
- Grenberg, Torsten, 1980, CCS - rambeskrivning.
- Holzman P. & Wangenheim M., 1983, ARBAN- en metod för ergonomiska
arbetsanalyser. (Bygghälsans forskningsstiftelse.)
BHF 1983:3. Stockholm.
- Jacobsen G. och Johnson C-O, 1978, Olycksfall på byggarbets-
platser - Hur regionala skyddsombud prioriterar
åtgärder mot tekniska olycksfall. (Statens råd för
byggnadsforskning.) R95:1978. Stockholm.
- Jacobsson, S., mfl, 1985, Behovsanpassade CAD-handlingar för
byggbranschen (BST) Rapport 4'1985. Stockholm.
- Jägbeck mfl, 1988, Datorstöd för planering och styrning på bygg-
arbetsplatsen - Utveckling av datoriserade plane-
ringsverktyg. Förutsättningar och konsekvenser.
Projektprogram för MDA - programmet. (VBB)

- Jönsson K, Mikaelsson L-Å och Wolström, 1983 Ombyggnad av bostadshus med betongstomme i kvarteret Kroksbäck, Malmö. (Bygghälsan stencil.) Malmö.
- Kjelldahl, Lars, Lundequist, Jerker, 1986, Datorstött arkitektarbete - Arkitekters skissande i interaktiva grafiska datorsystem. (KTH - NADA). Stockholm.
- Kjellén U., dec 1980, Olycksfallsrisker och skyddsarbete- 4: Husbyggnad. (Arbetsolycksfallsgruppen/KTH.) Stockholm.
- Kjellén U., maj 1982, Att bygga på erfarenheter- försök med systematisk erfarenhetsåterföring i skyddsarbetet på två byggföretag. (Arbetsolycksfallsgruppen/ KTH.) Stockholm.
- Koskela, Lauri, 1985, Construction industry towards the information society - the japanese example. (VTT). Face report 7. <<Espoo.
- Kreiner, Kristian, 1976, The site organization - A study of social relationships on the construction site. (Lab. f anl gsteknik, DTH). Köpenhamn.
- Lindroth, Christer, 1984, Strukturomvandlingen inom byggsektorn- en studie över produktions- och sysselsättningsförändringen inom byggandets olika delsektorer. (Arbetslivscentrum). Nr 46, ISSN 0280-82293 Varia. Stockholm.
- Lindroth, Christer, 1984, Strukturomvandlingen inom byggsektorn- en studie över produktions- och sysselsättningsförändringen inom byggandets olika delsektorer. (Arbetslivscentrum). Nr 46, ISSN 0280-82293 Varia. Stockholm.
- Lokala organisationsformer, 1984. (Svenska byggnadsarbetareförbundet.) Kongressrapport nr 1. Stockholm.
- Magnerot, Dan, 1986, Riskera att simulera. (Modern Produktions- teknik nr 2/86). Referens: Bengt Savén, Asea Västerås)
- Miljöstatistisk årsbok 1978 - Arbetsmiljön, 1979. (Statistiska centralbyrån.) Stockholm.
- O'Brian J. James, 1984, CPM in construction management. (McGraw Hill). New York.
- Peters Thomas J. & Waterman Robert H., 1982, På jakt efter mästerskapet- vägen till det framgångsrika företaget. (Svenska Dagbladet). Stockholm.
- Prognossystem för byggbranschen, 1982. (Statens industriverk/ Liber). SIND 1982:4. Stockholm

- Prognossystem för byggbranschen, 1982. (Statens industriverk/
Liber). SIND 1982:4. Stockholm.
- Programguide för byggbranschen, 1985/86. Marknadsöversikt över
tekniska och administrativa dataprogram
(ByggtjänstData). Stockholm
- Rad, F. Parviz & Main T. Charles, 1982, A graphic approach to
construction job-site planning (Cost engineering
vol. 24/No. 4, August 1982)
- Realkapitalinvestering samt realkapitalstockar 1963-1977, 1978.
(SCB) N1978:8.4 app.2. Stockholm.
- Realkapitalinvestering samt realkapitalstockar 1970-1982, 1983.
(SCB) N1983:2.5 app.2. Stockholm.
- Roslund, Anders, 1984, Datoranvändning inom byggmaterialindustrin.
(Statens råd för byggnadsforskning) Uppsats inom
G23:1984, Datormognad inom byggbranschen.
Stockholm.
- Salaj Branko, 1982, Uppluckrat kostnadsansvar - Byggpriser och
byggkostnader i 1970-talets bostadsproduktion.
(Statens råd för byggnadsforskning) R120:1982.
Stockholm.
- Samuelsson, Sture, 1985, Byggnadsteknikens utveckling och kon-
sekvenser för materialet efterfrågan. (SIND)
Arbetsmaterial inom: Utredningen om byggmaterial-
industrin Dnr: 311-147/82 (Stencil). Stockholom.
- Svenska byggnadsarbetareförbundet, 1984, Näringspolitik
- Syben, Gerd, 1987, To some problems of mechanization of cons-
truction work - an abstract (Sammanfattning av
"Einige Probleme von Mechanisierung und
Entwicklung der Qualifikationstruktur im
Bauhauptgeverbe") (Stencil)
- Tidig planering av arbetsmiljö för byggnadsarbetare, BFR R5:1980
- Utbildning för framtidens byggande, 1984. (Byggförbundet).
Stockholm.
- Utredning av arbetsolycksfall och tillbud i byggbranschen - Bättre
arbetsmiljö, formulär och instruktioner, hand-
ledning, 1984. (Arbetsolycksfallsgruppen, KTH/
Byggförlaget). Stockholm.
- Westin, Anders mfl, 1982?, Yrkesarbetarens roll i byggnadets
utveckling - Förundersökning avseende
byggnadsträarbete i Gävle 1950-1980. (SBAF. avd
26). Stencil. Gävle.
- Wetterling, Svante: simulering (intervju)



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 831063-7
från Statens råd för byggnadsforskning till Svenska
Byggnadsarbetareförbundet, Stockholm.**

R73:1988

ISBN 91-540-4936-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art. nr: 6708073

**Abonnemangsgrupp:
R. Byggandets ekonomi
och organisation
S. Byggplatsens verksamhet**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirkapris: 63 kr exkl moms