



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**

**R94:1988**

**Datorstödd integrerad  
projektering**

**Praktiska erfarenheter**

**Per-Olof Carlson  
Björn Hasslar**

INSTITUTET FÖR  
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plad *Ser*

*R/BH*

**Byggforskningsrådet**

R94:1988

DATORSTÖDD INTEGRERAD PROJEKTERING

Praktiska erfarenheter

Per-Olof Carlson  
Björn Hasslar

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 860472-7  
från Statens råd för byggnadsforskning till Arne Johnson  
Ingenjörbyrå AB, Stockholm.

## REFERAT

Datorstödd projektering (CAD) används i en allt ökande omfattning i Sverige. Möjligheten att koppla ihop olika projektörer till ett system för integrerad CAD mellan de olika konsultfacken (A,K,V och E) har dock hittills provats endast i ett fåtal projekt.

I Föreliggande studie har två sådana projekt studerats närmare - Vasaterminalen och restaurang på FRA Lovön. Studier visar att båda projekten bör ses som pilotprojekt, där man har haft stora problem innan man fått den integrerade CAD-tekniken att fungera.

Vidare tas i rapporten upp hur utvecklingen går när det gäller integrering mellan byggprojektering och materialleverantörernas verksamhet. Denna integration befinner sig dock ännu bara i sin linda. Den utveckling som pågår omfattar i huvudsak tillämpningar av CAD inom egna verksamheten.

Slutligen pekas på några erfarenheter hur CAD fungerar som resurs - att lära sig och att arbeta med.

I Byggforskningsrådets 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.

R94:1988

ISBN 91-540-4954-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm  
Svenskt Tryck Stockholm 1988

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	Sidnr.
FÖRORD	5
SAMMANFATTNING MED SLUTSATSER OCH PRAKTISKA RÅD	7
SUMMARY INCLUDING CONCLUSIONS AND PRACTICAL RECOMMENDATIONS	13
1. INLEDNING	19
1.1 CAD som hjälpmedel	19
1.2 Avgränsningar	21
1.3 Projektets genomförande	21
2. INTEGRERAD PROJEKTERING	23
2.1 Studieobjekt	23
2.2 Praktiska erfarenheter	30
3. INTEGRATION MED MATERIALLEVERANTÖRER	41
4. CAD SOM RESURS	45
4.1 Att lära sig CAD	45
4.2 Att arbeta med CAD	54
LITTERATUR	57
BILAGOR	
A. Intervjufrågor CAD-projektering	59
B. Intervjufrågor Byggmaterialleverantörer	63



## FÖRORD

CAD - Computer Aided Design - eller datorstödd projektering används i en allt ökande omfattning i Sverige. Olika system av datorer och programvaror finns på marknaden, allt från små persondatorer med enkla ritprogram till minidatorer med programvaror som klarar ett antal funktioner såsom ritning, beräkning, mängdning m.fl. Möjligheten att koppla ihop dessa datorer och programvaror till ett system för integrerad projektering mellan de olika konsultfacken (A,K,V och E) har dock hittills provats endast i ett fåtal projekt.

I denna rapport återges bl.a. praktiska erfarenheter från 2 integrerade CAD-projekt - Vasaterminalen och restaurang på FRA Lovön. Vidare redovisas hur utvecklingen går när det gäller integrering mellan byggprojektering och materialleverantörernas verksamhet. Slutligen pekas på några erfarenheter hur det är att utnyttja CAD som en resurs i projekteringsarbetet.

Projektledare och ansvarig för rapporten har varit Per-Olof Carlson, Arne Johnson Ingenjörbyrå AB. Medförfattare och medhjälpare har varit Björn Hasslar, Arne Johnson Ingenjörbyrå AB. Vidare har medverkat Lars Rosell, Arcona (kap. 3) samt Ina Bergstedt och Anita Persson MGruppen (kap.4)

Vi vill härmed tacka alla som har ställt upp på intervjuer och som på olika sätt har medverkat till att denna rapport kommit till utförande.

Stockholm i mars 1988

Per-Olof Carlson

Björn Hasslar





## SAMMANFATTNING MED SLUTSATSER OCH PRAKTISKA RÅD

Under senare tid har man i Sverige mer och mer börjat använda datorer som hjälpmedel vid byggnadsprojektering. I första hand som ett beräkningshjälpmedel, men även som hjälpmedel vid ritningsframställning. Den teknik som allmänt används kallas i vardagligt tal för CAD (Computer Aided Design, Datorstött projektering).

Det finns många olika CAD system, och olika företag har fallit för olika tekniska lösningar och olika organisationsformer. I vissa fall har man valt mer avancerade CAD-system typ Medusa och GDS, i andra fall enklare persondatorbaserade CAD-system av typ AutoCad.

Den avancerade CAD-tekniken är ännu så länge relativt dyrbar. För att få den lönsam räcker det som regel inte med att enbart utnyttja den för det egna ritningsarbetet. En integration mellan olika projektörer och mot andra nyttjare, t ex entreprenörer, materialleverantörer och förvaltare kan dock redan nu ge så stora fördelar att tekniken blir lönsam.

Föreliggande projekt har haft som mål att utvärdera hur integrerad projektering har fungerat i två pilotprojekt - Vasa-terminalen och restaurang på FRA Lovön -, vilken utveckling som pågår i fråga om integration med materialleverantörerna samt hur CAD fungerar som resurs - att lära sig och att arbeta med.

När det gäller integrerad projektering har arbetet lett fram till följande slutsatser:

- \* Båda de studerade projekten bör betraktas som utvecklingsprojekt. I början förekom allvarliga störningar och fördröjningar som man tvingades lägga ner stor möda på att lösa. M h a experter med lång CAD-erfarenhet och programmeringskompetens har undan för undan dessa problem i huvudsak eliminerats. Störningarna och fördröjningarna har varit av olika slag såsom:

- driftavbrott i datorn
- överbelastning av datorn
- problem att få ut information ur datorn (ibland försvann ritningslager)
- begränsad tillgänglighet (platsbokning av terminaler)
- ovana vid tekniken
- uppläggnings- och planeringen av projekteringen tog längre tid än traditionellt
- samarbete mellan konsulterna i fråga om ändringar
- plottningen blev en flaskhals

Trots dessa problem är den allmänna uppfattningen att ritandet går fortare och att projekteringstiden inte har förändrats p g a CAD-tekniken.

- \* Planeringen bör ske noggrannare än traditionellt. Vid sidan av de traditionella projekteringsmötena behövs särskilda CAD-möten, speciellt i de tidiga skedena av projekteringen. Vidare bör vissa beslut tas tidigare och en detaljerad tidplan upprättas för leveranser av uppgifter och dokument.
- \* Ritningsgranskningen har blivit mer omfattande, bl a genom samgranskningsritningar och lagergranskning.
- \* De datorframställda arkitekturritningarna är mycket fördelaktiga för installationskonsulterna jämfört med de traditionella tuschritningarna.

- \* Revideringar tar som regel längre tid att utföra, men de blir mer genomarbetade och går snabbare att distribuera än traditionella handritningar.
- \* Mängden papperskopior är i huvudsak oförändrad, men en hel del ritningar plottas i halvformat vilket ger mindre pappersåtgång.
- \* Beslutsprocessen snabbas upp och det finns en tendens att besluten delegeras från handläggare till CAD-projektör.
- \* Den gemensamma ritningsdatabasen, den s k poolen, ger stora fördelar i fråga om samordning och snabbhet i informationsöverföringen. Poolen ställer dock stora krav på planering och disciplin.
- \* Plottning av ritningar är en ny arbetsuppgift som ställer krav på planering och utrustning.
- \* På en CAD-ritning som skall användas av flera fack måste i princip all information vara datorritad.
- \* CAD ger tydligare ritningar och underlättar mättsättning, speciellt vid oregelbunden geometri. Stora fördelar finns om upprepningseffekter kan utnyttjas. Detta räcker dock inte för att få täckning för kostnaderna. Här för krävs som regel en integrerad projektering där fördelarna med samordning och den gemensamma ritningsdatabasen utnyttjas.

Integrationen mellan projektörer och byggmaterialleverantörer befinner sig ännu i sin linda. Utveckling pågår hos några av leverantörerna att införa CAD för sin egen verksamhet. Att ta över CAD-framställda ritningar från projektörerna kan ge vissa arbetsbesparingar. Tekniskt är detta enkelt, men juridiskt uppstår oklarheter om vem som ansvarar för eventuella måttfel. Hittills har man därför valt att arbeta med CAD-ritningar p s s som traditionella handritningar, dvs mått härleds manuellt från ritningarna.

Genom intervjuer har försök gjorts att kartlägga vilka faktorer som påverkar möjligheterna att bli en bra CAD-projektör. Resultatet kan sammanfattas i följande punkter som kan tas till utgångspunkt vid urval av personer för utbildning till CAD-projektörer

- Vana vid att använda datorer
- Minst 5 års erfarenhet som projektör
- Problemlösningsförmåga
- Noggrannhet
- Psykisk stabilitet
- Uthållighet
- Nyfikenhet
- Framåtsträvan
- Självsäkerhet

Att arbeta med CAD påverkar arbetets innehåll och organisation. Vid intervjuerna med projektörerna för Vasaterminalen och FRA Lovön framfördes följande synpunkter:

- \* Arbetsstationer och plottrar står i dag skilda från den ordinarie arbetsplatsen och kräver således extra utrymme. Även för arkiv krävs ökat utrymme i och med att man arkiverar lika mycket ritningar som förr plus att man arkiverar databand.
- \* Andelen CAD-projektörer bland personalen är ännu så länge liten, 10-25%.
- \* Efter en grundutbildning på ca 10 dagar behöver man arbeta i ett projekt ca 6 månader för att bli en driven CAD-projektör - helst i en grupp med erfarna CAD-projektörer.
- \* CAD bör vara en del i arbetet - man bör sitta högst 4 tim per dag vid en arbetsstation. CAD bör spridas ut på projekteringsavdelningarna och ej koncentreras till särskilda CAD-grupper.

- \* I de aktuella projekten har CAD debiterats med mellan 200 och 300 kr/timme.

Ett allmänt intryck från intervjuerna är att inställningen till CAD genomgående är positiv. Man ser möjligheterna, men inser också att tekniken har brister och behöver utvecklas vidare.

I takt med att nya användningsområden tillkommer och att kostnaderna för CAD minskar relativt projektörskostnaderna ökar dock fördelarna med CAD och på sikt kan därför andelen CAD-ritade projekt förväntas öka.



## SUMMARY INCLUDING CONCLUSIONS AND PRACTICAL RECOMMENDATIONS

Computers as aids in building design have been increasingly used in Sweden lately, primarily as computing aids but also as aids in producing drawings. The technique generally used is CAD (Computer Aided Design).

There are many different CAD-systems, and different firms have gone in for different technical solutions and organisational forms. In some cases more advanced CAD systems such as Medusa and GDS have been chosen, in other cases simpler personal computer based CAD systems such as AutoCad.

The advanced CAD technique is at present still relatively expensive. In order to make it a paying proposition, it is generally not enough for the firm to use it only for its own drawings. An integration between different designers and other users such as contractors, materials suppliers and property managers can already at this stage produce such great benefits that the technique is profitable.

The object of this project has been to evaluate the way in which integrated design has worked in two pilot projects - the Vasa Terminal and FRA Lovön-, to find what development is in progress as regards integration with the materials suppliers, and to see how CAD works as a resource - to learn and to work with.

With regard to integrated design, the conclusions of the report are as follows:

\* Both the studied projects should be regarded as development projects. In the beginning there were serious disruptions and delays, and a lot of trouble had to be taken in order to put these right. With the help of experts with long experience of CAD and competence in programming, these problems have been gradually eliminated. Examples of disruptions and delays which have been encountered are

- computer breakdown
- overloading of computer
- difficulties in extracting information out of the computer (at times drawing layers disappeared)
- limited access (terminals booked up)
- unfamiliarity with the technique
- arrangement and planning of the design took longer than traditionally
- collaboration between consultants with regard to amendments
- plotting was found to be a bottleneck.

In spite of these problems, the general impression is that drawings are produced faster and that the design period has not changed because of the CAD technique.

\* Work must be planned more thoroughly than in traditional design. Apart from the traditional design meetings, special CAD meetings must be held, particularly in the early stage of design. Certain decisions must also be taken earlier, and a detailed time schedule must be drawn up for the delivery of information and documents.



- \* Checking of drawings has become a more comprehensive task, the reasons being the need to check some drawings jointly and to check overlays.
  
- \* Building services consultants find the computer produced architectural drawings more advantageous than the traditional ink drawings.
  
- \* As a rule, revisions take longer than before, but they are more comprehensive and can be distributed more quickly than the traditional manual drawings.
  
- \* On the whole, there is no change in the quantity of hard copies, but some drawings are plotted half size and this uses less paper.
  
- \* The decision process is speeded up and there is a tendency for the decision to be delegated from the person in charge of the project to the CAD designer.
  
- \* The common drawing data base, the "pool", produces great benefits as regards coordination and speed of information transfer. However, the pool imposes stringent demands with regard to planning and discipline.
  
- \* The plotting of drawings is a new work task which imposes demands regarding planning and discipline.
  
- \* On a CAD drawing which is to be used by several disciplines, all information must, in principle, be produced by computer.

- \* CAD produces clearer drawings and makes dimensioning easier, particularly when geometry is irregular. There are great benefits to be gained if repetitive effects can be utilised. However, this is not enough to cover costs. As a rule, this requires integrated design in which the benefits due to coordination and the common drawing data base are made use of.

#### Integration between designers and the suppliers of building materials

At present, this is still in its infancy. Some suppliers are engaged in development work with a view to introducing CAD for their own activities. There can be some savings in work by using CAD drawings from designers. Technically, this is simple, but there are legal uncertainties as to liability in the event of dimensional errors. CAD drawings have therefore so far been used in the same way as traditional manual drawings, i.e. the dimensions are taken off the drawings manually.

An endeavour has been made by means of interviews to find what are the factors needed to make a person a good CAD designer. The results may be summarised under the following headings which can be taken as starting points in choosing people for training as CAD designers.

- Familiarity in the use of computers
- At least 5 years' experience as a designer
- An ability to solve problems
- Accuracy
- Mental stability

- Endurance
- Curiosity
- Ambition
- Self assurance

Working with CAD affects the content and organisation of the work. In interviews with the designers of the Vasa Terminal and FRA Lovön, the following views have been put forward:

- \* At present, work stations and plotters are separate from the ordinary workplace and thus require extra room. Archives also need additional space since the quantity of drawings filed is the same as before, and computer tapes are also archived.
- \* For the moment, the proportion of CAD designers among the staff is still small, 10-25 %.
- \* After basic training for about 10 days, a future CAD designer must work on a project for about six months - preferably in a group of experienced CAD designers - to be competent.
- \* CAD should be only one part of the work - a person should not spend more than 4 hours per day at a work station. CAD should be spread out among the design sections and should not be concentrated in special CAD groups.
- \* For the two studied projects the costs for CAD (Medusa) are stated to vary between SEK 200 and 300 per hour.

The general impression gained in the interviews is that the attitude to CAD is consistently favourable. People are aware of the potentials, but also realise that the technique has shortcomings and must be developed further.

However, as new fields of application appear and the costs of CAD decrease in relation to the cost of designers, the benefits offered by CAD will increase and therefore, in the long run, the proportion of projects designed and drawn by CAD may be expected to increase.

# 1. INLEDNING

## 1.1 CAD som hjälpmedel

För att framställa ritningar med hjälp av datorer krävs datorkraft i form av hårdvara (av eng. hardware). Denna hårdvara är själva datorn. Den består av en eller flera tänkande enheter, en eller flera minnesenheter, samt en eller flera arbetsstationer. Till detta hör en ritningsplotter. Förutom hårdvaran krävs mjukvara (av eng. software). Mjukvaran tillhandahålls delvis av hårdvaruleverantören, men framför allt av en mängd mjukvaruleverantörer.

Hårdvarorna och mjukvarorna är som regel från början utvecklade av utländska tillverkare och anpassade för att rita elektroniska komponenter. Detta gör att kommunikationen som regel sker på engelska. Det innebär också att elektronikingenjörer i första ledet ligger bakom uppbyggnaden av datorsystemen med allt vad det innebär för denna yrkeskategori att framställa ritningar för kretskortsframställning o. dyl. Med dessa förutsättningar har sedan datamaskinerna och programvarorna introducerats på den svenska byggmarknaden.

Samma dator kan således förse med en olika mjukvaruprogram med varierande intelligens och specialiserade på att utföra olika arbetsuppgifter. Detta förhållande har resulterat i att det idag, trots att tekniken är relativt ny, finns en mängd olika typer av datorer och programvaror inom beställar-, entreprenad-, och konsultleden.

Man har således inte kunnat enas om ett gemensamt system för datorstödd projektering. Dessutom utvecklas hela tiden nya programvaror för respektive system. Det kan röra sig om utveckling av nya rutiner, men också om program som gör att olika system kan samarbeta med varandra (blir kompatibla).

För att utföra en integrerad projektering krävs att de inblandade parterna på något sätt kan skicka ritningsinformation, här kallat "filer", till varandra. Detta kan ske antingen via telenätet eller genom att man skickar databand eller data-disketter till varandra.

Det räcker emellertid inte med att skicka information. Mottagaren måste också ha möjligheter att tyda den levererade informationen. Det vanligaste sättet att arbeta integrerat vid en projektering är att alla inblandade parter använder sig av samma typ av CAD-system, som är uppkopplade till varandra med fasta förbindelser via telenätet. Härvid kan en ritningsdatabas, s k pool skapas, som är ett utrymme i en gemensam dator dit samtliga inblandade konsulter kan skicka information och också hämta information.

Denna information består normalt av delar av en hel ritningsfil. Således behöver arkitekten endast skicka den information som de övriga konsulterna har sagt sig ha nytta av. För att skicka informationen indelas ritningen (i system typ Medusa, GDS) i ett antal lager t.ex:

- Lager 1 innehåller endast mått.
- Lager 2 innehåller endast bärande väggar.
- Lager 3 innehåller endast dörrar.
- etc.
- etc.

Om de inblandade parterna inte har samma typ av CAD-system, måste speciella översättningsprogram (konverteringsprogram, interface, tolk) användas för att man skall kunna samarbeta. Detta kan innebära att även om ritningen ser rätt ut (grafiken finns kvar) så kan strukturen i ritningen ha försvunnit. Den blir "död" - ritningen tappar en del av sin intelligens. Detta spelar större eller mindre roll beroende på hur ritningen skall användas och bearbetas vidare.

Om man arbetar integrerat med mindre datorsystem, typ AUTOCAD skickas den skiktade informationen vanligen via datadisketter. Samordningen blir då inte lika snabb och automatisk som med en gemensam ritningsdatabas (pool).

### 1.2 Avgränsningar

Denna studie har fr a inriktat sig på integration vad avser samarbetet mellan projektörer samt mellan projektörer och materialleverantörer. Vi har således inte studerat vad det innebär att utföra en hel byggprocess integrerat.

Vi har också försökt att utröna hur införandet av CAD tekniken som ett nytt instrument har påverkat företaget och dess medarbetare. Vidare har vi tillsammans med MGruppen försökt finna vilka faktorer som har betydelse för möjligheterna att bli en bra CAD-projektör.

### 1.3 Projektets genomförande.

För att visa hur CAD-tekniken fungerar i en integrerad projektering har vi intervjuat ca 20 personer som har arbetat i två aktuella projekt - Vasaterminalen och restaurang på FRA Lovön (se nedan). De intervjuade personerna kan indelas i följande yrkeskategorier:

Ritare	3 st
Konstruktör, arkitekt	2 st
Handläggare hos konsult	5 st
Handläggare hos beställare	3 st
Delprojektledare	2 st
Projektledare	2 st
Dataansvarig internt	1 st
Produktionsansvarig	1 st

Alla intervjupersoner har fått svara på i stort sett samma frågor. Intervjupersonerna tillhör inte någon slumpmässigt utvald grupp och svaren får därför inte betraktas som något statistiskt säkerställt underlag för generella slutsatser.

Vi har ställt följande kriterier på de personer som ingår i intervjugruppen:

- A. personen skall ha ingått i projekterings-/byggprocessen
- B. personen bör ha goda insikter i traditionell projektering.

Denna metod kan tänkas ge ett subjektivt resultat men har ändå bedömts som det enda realistiska alternativet p.g.a. det begränsade antal personer som idag arbetar med CAD inom byggsektorn.

Intervjuerna har i huvudsak utförts under vintern och våren 1986/1987. Frågeformuläret (se bilaga A) hade i förväg tillställts intervjupersonerna och dessa ombads vid intervju-tillfället att så ärligt som möjligt besvara de uppställda frågorna, samt även kommentera deras utformning. Efter genomförd intervju har svaren renskrivits och skickats till den berörda personen för kommentar. Det kommenterade materialet har sedan legat till grund för den utvärdering som redovisas nedan.

För att studera integration mellan projektörer och materialleverantörer har tre ledande byggmaterialleverantörer intervjuats om sina erfarenheter och planer inför framtiden. P s s som ovan har de i förväg fått sig tillställt ett frågeformulär (bilaga B). Svaren har sedan skickats till de intervjuade personerna för synpunkter.

När det gäller CAD som resurs har de personer som intervjuats om Vasaterminalen och FRA restaurang fått besvara ytterligare ett antal frågor (se bilaga A). Dessutom har MGruppen gjort en särskild intervju med några CAD-projektörer om deras erfarenheter att lära sig CAD.



## 2. INTEGRERAD PROJEKTERING

### 2.1 Studieprojekt

Vasaterminalen är avsedd för flygbusstrafiken till Arlandas utrikes- och inrikeshall, trafiken till Gotlandsbåtarna samt annan charter- och långdistanstrafik.

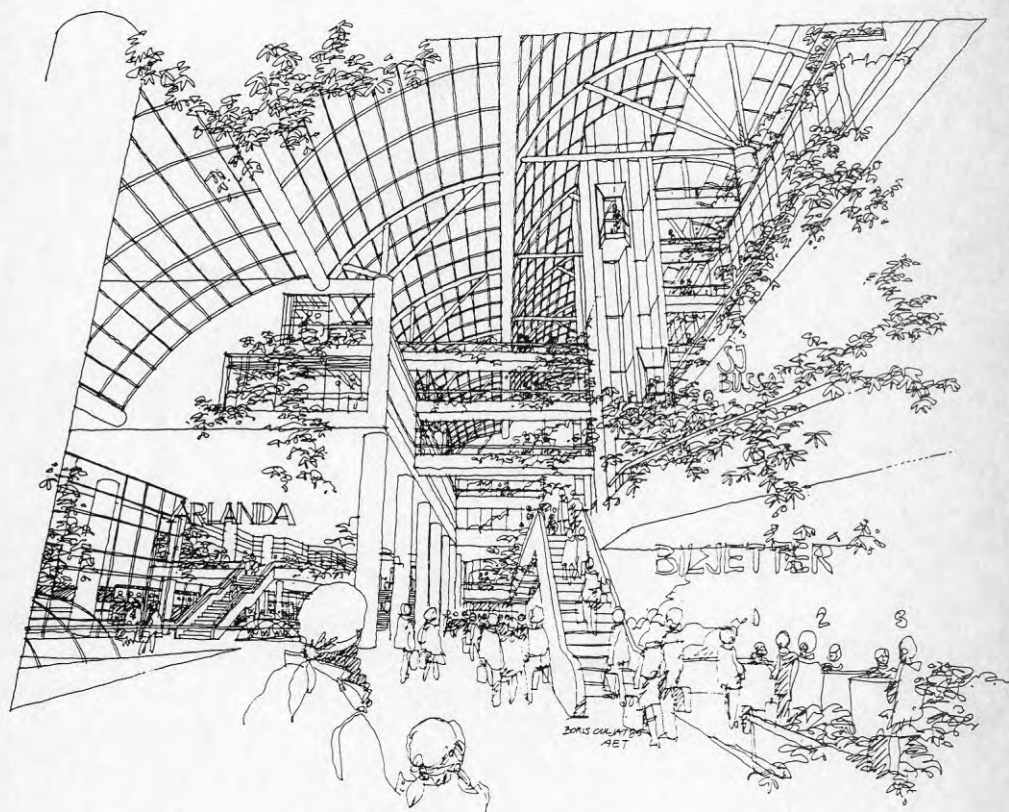


BILD 2 A. Vasaterminalen. Perspektiv framställt m h a en 3D-modell i Medusa-BYGG av Boris Culjat, AET.

Projektet innehåller bussterminal och kontorshus på ett däck över en del av bangården vid Stockholms central mellan Klara-bergviadukten och Kungsbron. Byggnaderna omfattar fyra sammanhängande kvarter med överglasade passager.

Bussterminalen har en area av 13 000 m<sup>2</sup>, varav hälften uppvärmda trafikutrymmen och hälften bussgator etc. Kontorshusen har en total hyresarea av ca 50 000 m<sup>2</sup> och antalet arbetsplatser beräknas till 2000-2500 st. Fastigheten innehåller även servicebutiker, lunchrestaurang och hörsal. Projektorganisationen framgår av tabell 2.1 A.

TABELL 2.1 A. Projektorganisation för Vasaterminalen

Byggherre	: Vasaterminalen AB med Fastighetsaktiebolaget HUVUDSTADEN, L E Lundbergföretagen AB och SIAB AB som aktieägare till lika delar.
Entreprenör:	Konsortiet Terminalbyggarna (SIAB AB (67%), LE Lundbergbyggen KB (33%)).
Arkitekt	: ARKEN arkitekter AB, Ralph Erskine arch.planner AB och Tengboms arkitektkontor ab genom arkitektkontoren AET HB.
Konstruktör:	Arne Johnson ing. byrå och SIAB Teknik.
VVS konsult:	Hugo Theorells ing byrå AB.
EL konsult	: Folke Johanson ing byrå AB.

Vasaterminalen är resultatet av en tävling som avgjordes 1984. Redan i detta tidiga skede utnyttjades CAD för att skapa en tredimensionell modell av hela projektet vilken sedan användes för att skapa ett stort antal vyer. Spårområdet är solfjädersformat, vilket ger terminalbyggnaden en mycket komplicerad geometri. Långfasaderna är inte parallella och alla hushörn har olika vinklar. CAD-teknikens förmåga att hantera invecklade geometriska problem har härvid varit av stor betydelse. Vasaterminalen kommer att tas i bruk vid årsskiftet 1988/89.

Samtliga konsulter använder CAD (Medusa) för en del av sin ritningsproduktion. Informationsöverföringen mellan konsulterna sker m h a ett datanät som kopplar samman tre PrImedatorer via fasta teleföbindelser (Bild 2B)

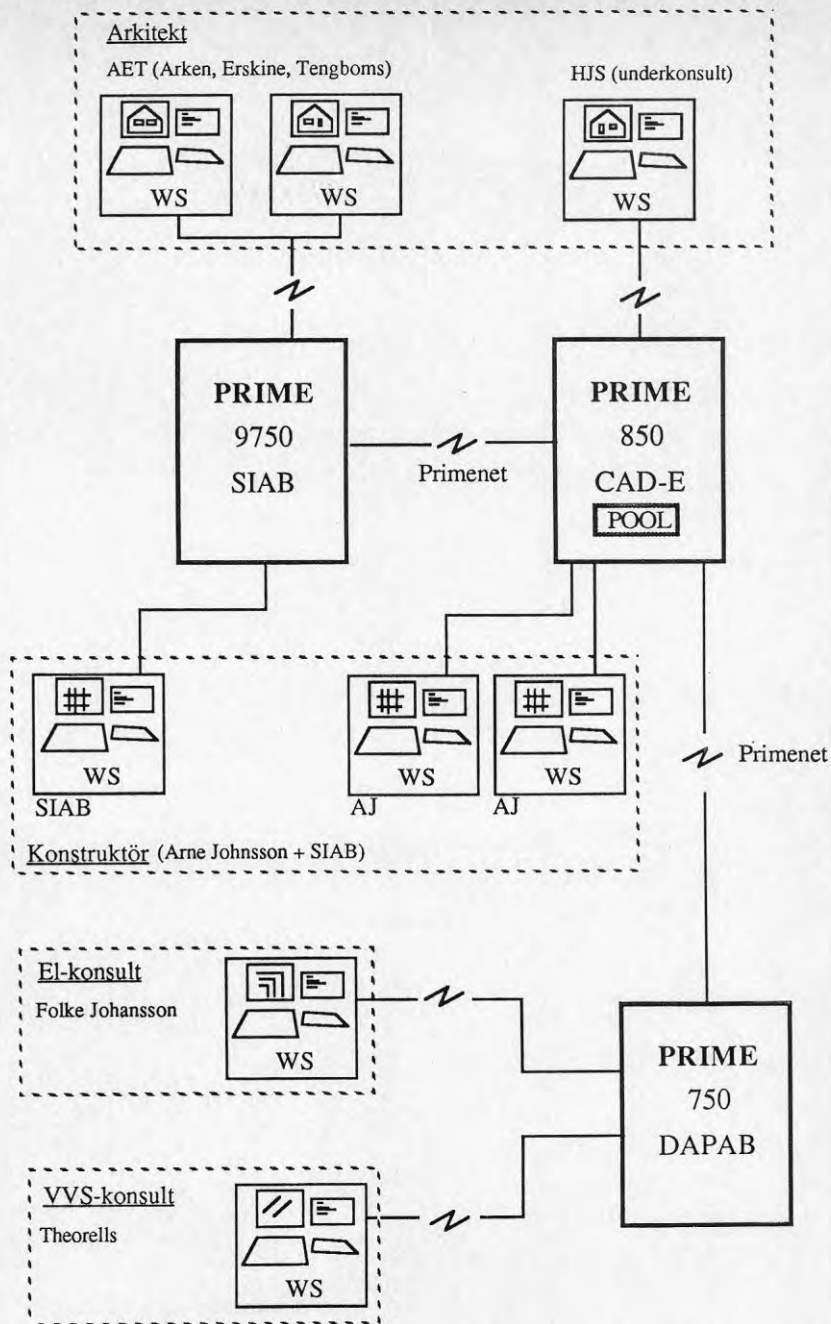


BILD 2B Datanätets uppbyggnad för Vasaterminalen. Bilden visar principerna och avspeglar t ex inte det verkliga antalet arbetsstationer.

WS= Work station = arbetsstation

Pool= gemensam ritningsdatabas



BILD 2C Restaurant på FRA-Lovön

Projekt FRA restaurang omfattar nybyggnad av en restaurang på FRA Lovön i Stockholms län. Byggnaden är i tre plan. Källaren rymmer VVS- och EL- utrymmen, hela källaren är ej utgrävd. Bottenvåningen rymmer köksutrymmen med tillhörande lagerutrymmen, matsalar, kapprum och toaletter samt utrymmen för kökspersonalen. Vinden innehåller bl.a. fläktrum. Den uppvärmda delen uppgår brutto till ca 1600 m<sup>2</sup> resp. 6200 m<sup>3</sup>. Projektorganisationen framgår av tabell 2.1 B.

TABELL 2.1 B. Projektorganisation för FRA Lovön.

Byggherre :	Fortifikationsförvaltningen.
Entreprenör:	JCC, Stockholm
Arkitekt :	HJS arkitektkontor AB.
Konstruktör:	Arne Johnson ingenjörbyrå AB.
VVS konsult:	LEB VVS-teknik AB, Stockholm
EL konsult :	Folke Johansson ingenjörbyrå AB, Stockholm.

Vid FortF inventering av lämpligt projekt att pröva CAD-projekteringen med valdes FRA restaurang, p g a att den var en nybyggnad, inte alltför stor och att den var installationstät.

Projekteringen av bygghandlingar utfördes med CAD (Medusa) under 1:a halvåret 1986. Den principiella uppbyggnaden av datanät och POOL framgår av bild 2D och 2E

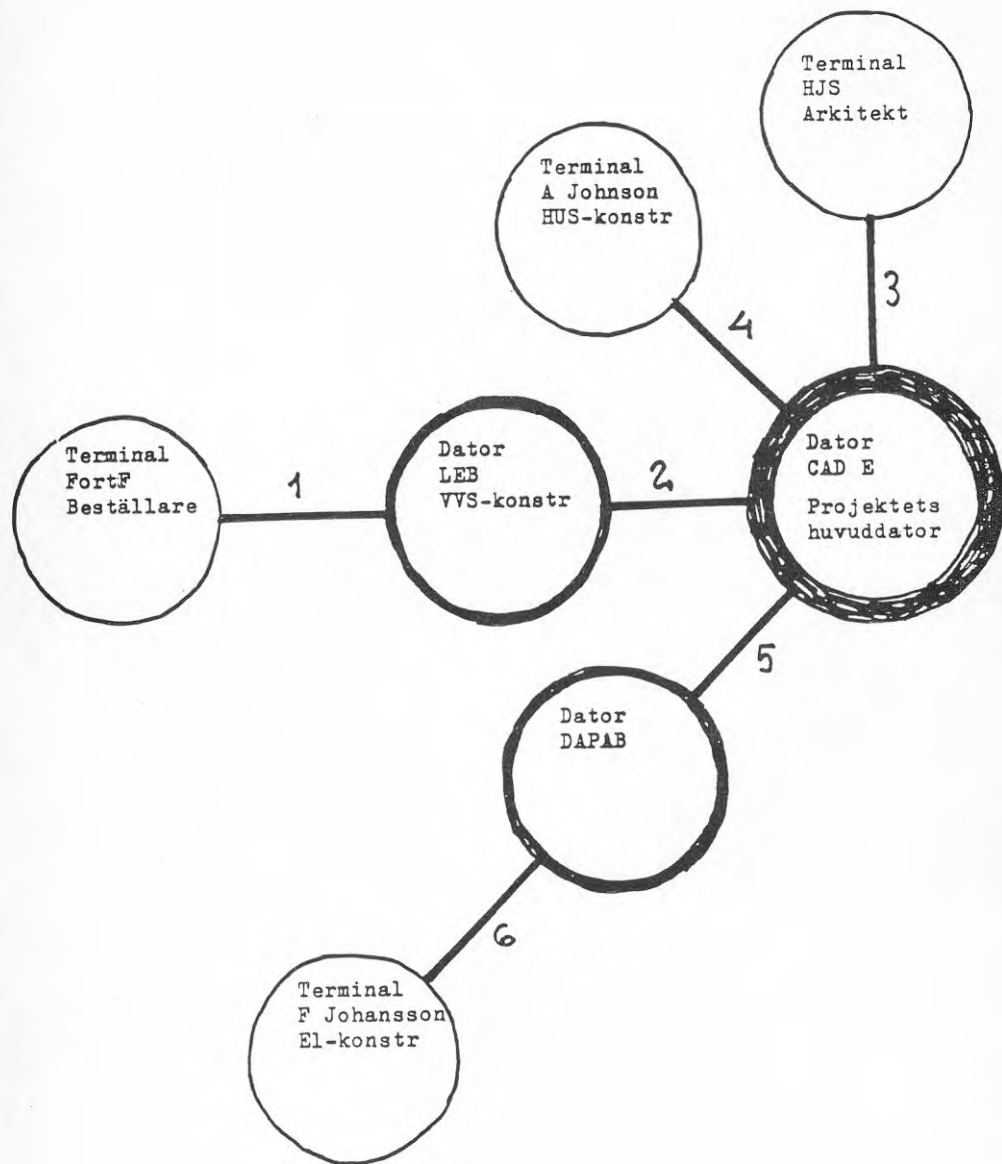


BILD 2D Datanätets uppbyggnad för projekt FRA-Lövön

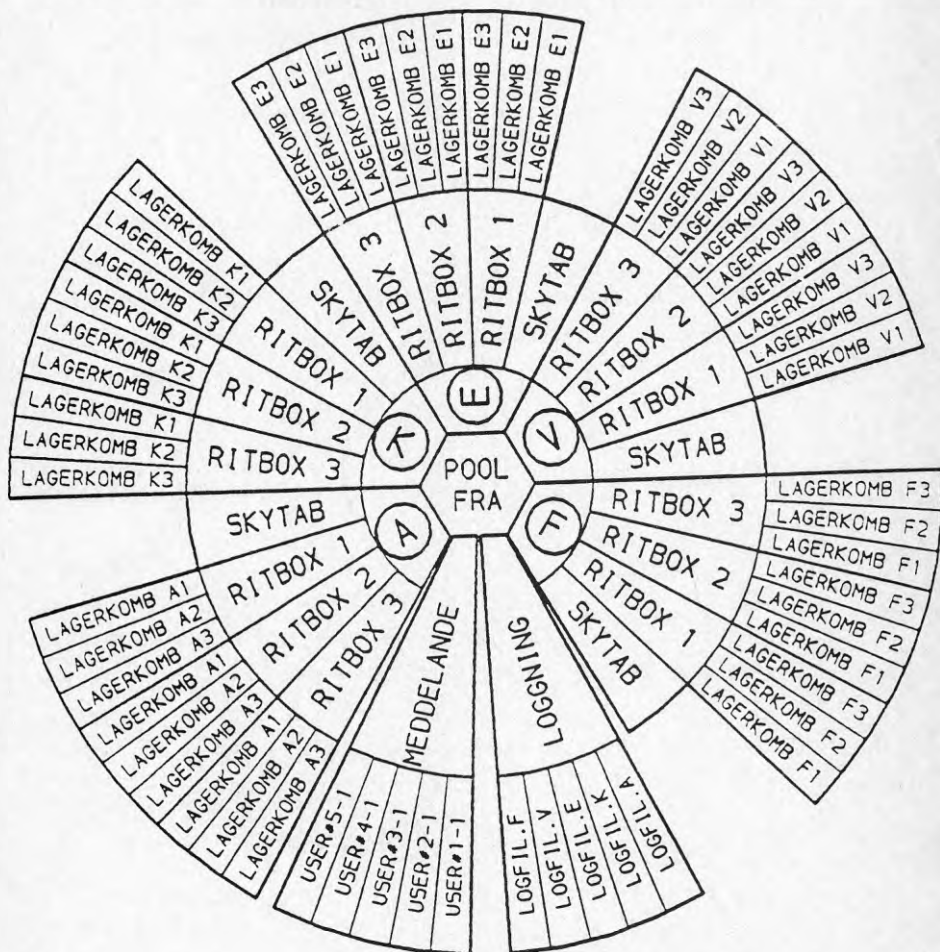


BILD 2E Uppbyggnad av pool för projekt FRA-Lovön.

F= FortF

SKYTAB= Tabell som beskriver vilken information  
(vilka lager) som resp. diciplin skickar till poolen  
(ritningsdatabasen)

## 2.2 Praktiska erfarenheter

I det följande redovisas en sammanställning av svaren från intervjuerna om projekteringen av Vasaterminalen och FRA restaurang. Presentationen har lagts upp på så sätt att först återges frågan och därefter ett sammandrag av svaren på frågan.

### Har du tidigare erfarenhet av CAD-projektering?

Av de intervjuade projektörerna hade drygt hälften tidigare erfarenhet av dataritande med CAD (Medusa) däremot saknade med något undantag samtliga projektörer tidigare erfarenhet av integrerad CAD.

### Har projekteringstiden påverkats av att man använt integrerad CAD?

Frågan har självfallet blivit föremål för en fullständig subjektiv bedömning. Det är ju väldigt svårt att bestämma hur lång tid en traditionell projektering utan CAD hade tagit.

Den allmänna uppfattningen är att själva ritandet går fortare, men att det har funnits fördröjande inslag såsom:

- \* Ovana vid tekniken.
- \* Uppläggningsen av projektet har tagit längre tid än traditionellt.
- \* Samarbetet mellan konsulterna när det gäller ändringar.
- \* Plottningen av ritningarna.

Sammantaget är bedömningen, att projekteringstiden totalt sett inte har förändrats.



Hur har projekteringsmötena påverkats av att man har använt integrerad CAD-teknik?

Projekteringsmötena när det gäller Vasaterminalen har inte påverkats till antalet eller innehållet p.g.a. CAD-tekniken. Som komplement till projekteringsmötena har man emellertid hållit speciella CAD-möten som enbart har behandlat datafrågor. Dessa möten har hållits ca var 3:e vecka.

Vad gäller FRA restaurang, så har man haft en punkt på dagordningen som behandlat datafrågor. I början av projektet hade man dessutom speciella CAD-möten.

Hur har din arbetsplanering påverkats i förhållande till traditionellt utförd projektering? Krav på underlag?

Planeringen av ett CAD-projekt bör ske noggrannare än vid traditionell projektering. Det är nödvändigt att man får fram ett så färdigt underlag som möjligt innan man sätter sig vid arbetsstationen. Detta kan i framtiden komma att kräva längre förstudier av fr a arkitekten. För att inte projekteringstiden skall påverkas negativt av detta bör arkitekten ha kommit så långt att de ritningar han presenterar som underlag för övriga konsulter, medför så få ändringar som möjligt.

Här kan också nämnas betydelsen av en noggrann tidplan där varje dokument finns redovisat med innehåll och leveranstid. Vid dataritande tillkommer idag också tidplaneringen av arbetsstationerna som på grund av de höga avskrivningskostnaderna måste utnyttjas maximalt.

Det är önskvärt att varje arbetsstation endast betjänar ett objekt och att den tid som en CAD-projektör sitter vid arbetsstationen begränsas till 4 - 6 timmar per dag.

Medusa ger möjlighet att framställa särskilda samgranskningsritningar. Detta går till så att man komprimerar informationen från ett antal ritningar levererade av olika konsulter till ett färre antal ritningar, ev med olika färg på respektive konsults information. Dessa ritningar framställs på ett par timmar till skillnad från vid traditionell projektering då det tar ett par dagar. Samgranskningsritningarna var mycket uppskattade på Vasaterminalen, bl.a. vid projekteringsmöten.

Man kan också granska ritningar direkt på skärmen, men alla tycker inte att det är ett lika bra förfarande som att granska på kopior. En ny typ av granskning är lagergranskning. Olika byggdelar och olika konsulter har olika ritningslager tilldelade och lagerdisciplinen är därför viktig.

En sak som man bör tänka på är att ritningsplottning tar tid, och att den också måste planeras in, framför allt om man har en s.k pennplotter. Om man arbetar med en gemensam pool kan alla inblandade parter plotta vilken som helst konsults ritning som finns tillgänglig i poolen.

Generellt kan man påstå att ritningsgranskningen har blivit mer omfattande.

#### Hur har ritningsrevideringar påverkats?

Dataritandet kräver att all måttsatt information är exakt. Detta kan medföra att vissa revideringar tar längre tid - det går inte att "fuska". En revidering på en dataritning blir dock härigenom mer noggrann och genomarbetad än traditionellt.

Det finns en tendens till att man sparar revideringar i handritad form tills man har fått en viss mängd, för att sedan lägga in dessa i datorn. Brist på terminaltid kan vara en annan hämmande faktor. Dessa faktorer påverkar i sin tur även andra konsulter, då ju dessa måste ge sig till tåls tills respektive revidering har lagts in i poolen. En fördel är att det går snabbare att distribuera reviderad information via datanätet än konventionellt.

För installationskonsulterna framstår de datorframställda arkitektritningarna, vars information används som underlag för deras ritningar, som mycket fördelaktiga i jämförelse med vanliga handritningar. När arkitekten reviderar de CAD-ritade originalen är det mycket enklare för installatören att ändra sin information efter arkitektens dataritning än det är att ändra på en konventionell tuschritning.

För FRA restaurang gäller att de slutliga originalen godkänns, undertecknas och förvaras av FortF handläggare. Detta kan skapa problem eftersom man för varje revidering måste tillverka nya original som skall godkännas och undertecknas av FortF handläggare. I projektet har det bara förekommit en revidering av ritningar varför problemet inte har fått någon omfattning.

#### Har informationsmängden via papperskopior på ritningar och protokoll påverkats?

Antalet papperskopior i CAD-projekten är oförändrat eller mindre, men p.g.a. att man plottar en del ritningar i halvformat så har pappersmängden minskat. Mängden protokoll har däremot ökat då antalet arbetsmöten ökat.

Hur har ansvarsfördelningen inom ditt företag påverkats i det här projektet?

Hos 2 av de projekterande företagen har man inte märkt någon förändring med avseende på ansvarsfördelningen. Man upplever en normal gruppindelning och att samma personer utför samma arbetsuppgifter som tidigare.

Hos de övriga projekterande företagen har man märkt en tendens till att de personer som sitter vid terminalerna har fått ett större inflytande över de små, dagliga besluten. En bidragande orsak till detta kan vara att man har utbildat mer kvalificerad personal till CAD-ritande än till handritande. Vidare tycks det som om de traditionella handläggarna idag inte har fått tillräckligt med utbildning i CAD-tekniken och därför delegerar en del av sitt ansvar till CAD-projektörerna.

Terminalarbetet medför även en snabbare kommunikation mellan de olika konsulterna vilket gör att vissa beslut fattas snabbare än vad som är traditionellt. Man hinner därför inte springa och fråga om allt.

I vissa fall har man utsett en särskild CAD-ansvarig.

Hur har poolhanteringen påverkat projektet?

Har verifieringen fungerat?

Ställer poolhanteringen krav/önskemål om att A-K-V-E konsulterna betraktar resp. byggdel på ett likartat sätt?

Hjärnan vid integrerad CAD är poolen. Till denna är alla inblandade konsulter anslutna. Vid en integrerad CAD-projektering tilldelas de olika konsulterna olika ritningslager för sin information och ur poolen kan de sedan sammanställa de ritningar som de önskar. I de nu utförda projekten har man upplevt stora fördelar i snabbheten att överföra information, man kan snabbt skicka delinformation till andra konsulter. Som en bieffekt av sammankopplingen kan man också skicka skriftliga meddelanden till varandra via dataskärmarna.

Som tidigare nämnts har installationskonsulterna stor glädje av att få färdiga arkitekturritningar sig direkt tillsända och kan välja ut de grafiklager de behöver för sitt vidare arbete. Med hjälp av poolen kan de olika projektörerna också "stjäla" lösningar av varandra!

Poolen skapar vidare logfiler vilka fungerar som en dagbok för informationsflödet. Detta är ett värdefullt juridiskt dokument. Ingen kan påstå att han eller hon inte har fått ritningar i tid om det finns verifierat i poolen.

Här uppstår också frågan vem som egentligen ansvarar för poolen.

På grund av poolens uppbyggnad och struktur är det oerhört viktigt att respektive konsult respekterar lagerdisciplinen. Detta underlättas om man kan styra grafiken till respektive lager med hjälp av menyerna.

Det finns också nackdelar och problem med poolhanteringen. Om en inblandad part väntar med att lägga in information fördröjs även andra parters färdigställande. Skulle dessutom denna information vara felaktig så drabbas alla andra inblandade omedelbart med full kraft.

Vid stora avstånd har det visat sig att telekommunikationen kan skapa problem. Det är också, ur kommunikationssynpunkt, önskvärt att alla inblandade håller sig med egen datakraft för att inte bli beroende av andra. Man har haft problem med driftavbrott och överbelastning, troligen p.g.a. att alltför många har använt samma dator.

Vid projekteringen av FRA-Lovön har man inte använt sig av en egentlig ritningsdatabas, utan snarare använt poolen som ett arkiv för hela ritningar. Det har också visat sig vara en fullt användbar metod men man missar en del av de fördelar som den integrerade lagerhanteringen ger. Under projekteringen av FRA-Lovön har alla konsulter producerat sina ritningar konventionellt men på data.

Ett önskemål som nästan framstår som ett krav av de tillfrågade är annars att alla inblandade konsulter betraktar byggnadsobjektet på ett likartat sätt, alltså ovanifrån (eller underifrån).

Dataritande medför en rad nya arbetsuppgifter t.ex. ritningsplottning. Hur ser du på den? Distribution av ritningar?

När man utför projektering med hjälp av data tillkommer en ny arbetsuppgift, ritningsplottningen. Denna arbetsuppgift utförs bäst om en person inom respektive företag utses som ansvarig för uppgiften, detta av flera skäl. Då ritningsplottningen stjälar datakraft fungerar den bäst om den sköts på udda tider, för att inte störa den övriga produktionen. I vissa fall kan det ha tagit upp till 14 dagar att erhålla en beställd ritning, vilket kan ha berott på att projektören även har haft ansvaret för plottningen.

På sikt kan dessa problem komma att lösas genom att kopieringsanstalterna tar över plottningen. Detta kan i och för sig skapa nya problem i form av kontrollkaraktär.

De största problemen vid plottningen skapar pennplottrar. Dessa maskiner är långsammare än elektrostatplottrar och man kan råka ut för intorkade tuschmunstycken, vilket gör att de kräver ständig passning.

Man bör ha i åtanke att mycket grafik tynger ner ritningen så att den tar längre tid att plotta, framför allt om man har en pennplotter. Detta kan innebära att man väntar med att rita in en "tung" ritningsstämpel tills man är färdig med en arbetsritning.

Hur anser du att CAD-tekniken bör användas i denna typ av projekt? a) skall man rita 100% av objektet? b) skall man rita 100% av ritningen? Har man glädje/nytta av 3D ritningar?

Integrerad CAD-projektering kräver nästan alltid att all information på en ritning är dataritad. Eventuella undantag:

- \* Ritningsstämpeln,
- \* Möbler, inredningar,
- \* Revideringar som tillfälligt införs för hand.

I egna dataritade projekt kan man dock blanda CAD-ritad information med sådan som är handritad.

I själva projektet är det önskvärt att så många ritningar som möjligt är dataritade, men idag är det inte praktiskt eller ekonomiskt möjligt att genomföra. Normalt ritas alla planer med CAD medan man från fall till fall får avgöra om sektioner och detaljer skall ritas för hand eller inte. Ett exempel är att fläktrummen på Vasaterminalen har ritats för hand.

Man måste också se till integrationen i projektet. All information som skall ställas de övriga konsulterna till förfogande bör läggas in i poolen. Då underlättas distributionen och den blir likartad.

I framtiden kommer andelen dataritade dokument sannolikt att öka i och med att ritningarna kommer att innehålla mer information typ mängder.

Finns det speciella fördelar med CAD? Speciella projekt där CAD är lämpligt? Finns det speciella nackdelar med CAD? Speciella projekt där CAD är olämpligt?

Stora fördelar får man vid måttsättning, ritningarna måste emellertid ritas exakt. Gör man det får man exakta uppgifter om mått, vinklar, koordinater. Att göra ändringar på ritnivå går snabbt och är enkelt att utföra. Det går snabbt att distribuera information till andra berörda parter.

Ritningarna blir snyggare, texten är mer enhetlig. Vem som helst kan gå in och ändra på en ritning och ritkvaliteten förblir oförändrad.

Det är bra att kunna spara (göra clumpar) av sådan information som skall upprepas t.ex. inredningar av kontorsmoduler i ett kontorskomplex.

Installationskonsulterna upplever det som en stor fördel att kunna få ett riktigt underlag från arkitekten att rita in sin information på. Det finns alltid ett fint original att tillgå.

Medelstora och stora projekt som körs integrerat med andra konsulter är lämpliga att utföra med CAD. Projekt med upprepnings effekter är också lämpliga. Att rita upp planer är bra. För installatörerna kan installationstäta objekt upplevas som lämpliga för CAD.

Noggrannheten har också ett pris. Det krävs mer av konstruktörerna och operatörerna. Samordningen måste ske tidigare, ett faktum som kan upplevas som både positivt och negativt. Arkitekten och beställaren som är de som ligger först i informationskedjan måste låsa huset tidigare och alla eventuella avsteg från den första ritning som läggs i poolen får mångdubbel effekt. I samband med detta kan problemen vid revideringar också beröras. En revidering kan vara svårare att utföra för de inblandade parterna än vid konventionell projektering.

Vissa moment kan upplevas som tunga. En informationstät ritning tar t.ex. i många tycke för lång tid att rita om med kommandot "REDRAW", ett kommando som ritar om ritningen på skärmen. Ritningsplottningen tar för mycket kraft ur datorn. Tillgängligheten kan upplevas som en broms vid företag där flera personer måste samsas om en station. Helst ser de intervjuade att var och en har en egen terminal, men här kommer kostnadsaspekterna in som en hämmande faktor. Tekniken



är i många tycke för dyr och tar för lång tid att lära sig hantera. I dagens situation råder det brist på kunnig personal, och utbildningen är resurskrävande. Det finns också en risk att man blir för beroende av tekniken.

De projekt som upplevs som olämpliga är sådana med mycket detaljer och text, och med få eller inga upprepnings effekter. Det är olämpligt att köra egna projekt, utan integration med andra konsulter. Undantag skulle möjligen vara arkitekter, som säger sig kunna göra egna projekt lönsamma.

Har du märkt någon kvalitetsförändring i ritarbetet vad avser noggrannhet, vyplacering, innehåll?

Generellt anses att noggrannheten har förbättrats avsevärt. Det går till och med att ta skalmått på ritningarna. Ritningarna blir även mycket tydliga när man plottar dem i halv skala. Tack vare att man ritar måttriktigt får man en kvalitetsförbättring. Någon konsult menar att han använder planerna mer än vanligt. Man kan ta fram koordinater och ytor från planen och snabbt lägga in dessa som en text på ritningen.

Att kunna flytta om vyer med några enkla handgrepp är någonting som de flesta upplever som en stor fördel.

Ritningsinnehållet har inte förändrats så tillvida att själva den färdigplottade ritningen i sig inte innehåller annorlunda information nu än tidigare. Däremot erbjuder datorn stora möjligheter att tända och släcka olika lager på den ritningsfil som finns lagrad. Detta medför att man kan skräddarsy ritningsinnehållet med hänsyn till olika skeden i byggprocessen.

Har du ytterligare synpunkter då det gäller samarbetet med andra konsulter, entreprenörer, byggherrar?

En fråga som återkommer är känslan av ett förbättrat arbets- klimat mellan olika konsulter. CAD-tekniken skapar ett intimare samarbete mellan de inblandade, ett samarbete som tycks skapa en större förståelse för andras problem och frågeställningar. Ett resultat av detta förbättrade förhållande är de samgranskningsritningar som har framställts. Dessa har upplevts som en stor tillgång av de inblandade.

Planeringen av projekten är en annan viktig punkt som inte nog kan betonas. Beställaren bör så långt möjligt läsa alla förutsättningar vid en viss tidpunkt, och därefter bör en ritningsleveransplan upprättas.

En del handläggare upplever det som påtagligt att tekniken är ny och betonar nödvändigheten av att den utvecklas. Samtidigt vill man att alla projekt i framtiden skall köras mot en gemensam dator för att höja hastigheten och minska problemen vid filöverföringar.

En viktig synpunkt är att byggherrar och entreprenörer bör utbildas.

### 3. INTEGRATION MED MATERIALLEVERANTÖRER

När CAD används för framställning av byggritningar öppnas möjligheter att koppla dessa till olika materialleverantörers verksamhet. Om materialleverantören har ett CAD-system skulle man direkt kunna ta information från ritningarna och slippa härleda den manuellt på traditionellt sätt. Informationen kan avse själva grafiken, t ex mått, eller mängduppgifter.

Denna integration mellan byggprojektörer och materialleverantörer befinner sig ännu i sin linda. Utvecklingen inom branschen följs dock mycket nära av de ledande byggmaterialföretagen. Frågan är egentligen inte om denna integration kommer utan snarare när tiden är mogen.

I syfte att närmare belysa utvecklingstendenserna på CAD-sidan inom byggmaterialindustrin har fyra ledande representanter intervjuats. I det följande redovisas de erfarenheter man har gjort och vilka planer man har inför framtiden.

#### Vilka erfarenheter av CAD har Ni?

Någon integrerad CAD mellan byggprojektering och tillverkning har hittills inte förekommit. Däremot har man i vissa fall haft CAD-producerade ritningar som underlag för att manuellt härleda fr a mått, dvs CAD-ritningarna har använts p s s som handgjorda ritningar.

#### Vilka planer har ni för användning av CAD framöver?

Samtliga företag har gjort CAD-utredningar. Man håller antingen på att införa CAD-tekniken eller att följa CAD-utvecklingen uppmärksam.

Ett av företagen håller på att införa ett CAD-system bestående av ett interaktivt 3D-program (Medusa) och en databas.

Systemet innebär att man definierar ett stomlinjenät i 3D och lägger in knutpunkterna. Dessa hämtas från en produktdatabas med standardlösningar. Därefter kan man få ut ritningar (i 2D och 3D), kalkylunderlag, planeringsdata för produktion och lager etc. Systemet är under uppbyggnad och planeras att provas i konkreta projekt under 1988.

Ett annat företag har genom successiva utredningar kommit fram till en enkel lösning som förhåller sig till att genomföras. Grundprincipen är att man endast intresserar sig för ytor. Stomme och 3D har man lämnat därhän. Man nöjer sig med 2D-ritningar och specifikationer. Systemet består av ett egenutvecklat ritprogram baserat på AUTOCAD och av en databas med standardkomponenter.

#### Hur vill ni samarbeta med byggprojektören?

Datoriserad överföring av grafik eller mängder, vare sig det sker genom direkt uppkoppling eller via disketter, bedöms ha ett begränsat värde - åtminstone på kort sikt. Om projektören utnyttjar materialleverantörens produktdatabas och lägger in koder på ritningarna som passar denna skulle man kunna slippa mata in denna information igen.

Det finns dock två problem med detta. Det ena är att under lång tid framöver kommer inte allt underlag att vara CAD-ritat, varför manuell inmatning måste kunna ske. Det andra och svårare problemet är säkerhetsaspekten - vilka uppgifter vill man lämna ut från produktdatabasen och hur tillförlitlig är informationen på projektörens CAD-ritning.

Vilka hinder ser ni för ett effektivt CAD-samarbete?

De hinder som framförts i intervjuerna är följande:

- \* Den stora floran av CAD-system och bristen på standard utgör ett stort hinder för kommunikation mellan olika system.
- \* Säkerhetsaspekten begränsar möjligheterna (se ovan).
- \* Kostnaderna gör att små företag inte har råd att hänga med.
- \* Tveksamhet, brist på förståelse, osäkerhet hos personal och företagsledning. Tekniken måste säljas in.

Vad vinner man på att använda CAD?

Följande fördelar har nämnts

- \* Snabbhet i offertstadiet.
- \* Typritningar kan utgöra underlag för broschyrer.
- \* Exakthet.
- \* Kalkylsäkerhet.
- \* 3D-presentationer för säljarbete, kontroll och produktion.
- \* Materialspecifikationer kan tas fram snabbare och säkrare.

Vad styr utvecklingen av CAD-användningen?

Följande faktorer har nämnts

- \* Teknisksidans behov av att kunna arbeta snabbare.
- \* Behov av ökad offertkapacitet.
- \* Behov av kortare projekteringstid och av att snabbt kunna komma igång med produktionen efter projekterings slut.
- \* Beställarkrav.
- \* Behov av bra presentationsmaterial.
- \* Företagets image som ledande materialleverantör.

## 4. CAD SOM RESURS

I detta kapitel behandlas frågor om vilka förutsättningar som gynnar utveckling av goda CAD-projektörer och ett ändamålsenligt utnyttjande av de relativt höga investeringar som CAD innebär. Till grund för de synpunkter och erfarenheter som framförs ligger dels intervjuer utförda av M-gruppen, dels de intervjuer som utförts av författarna till denna rapport med de personer som medverkat i de två tidigare beskrivna CAD-projekten - Vasaterminalen och FRA-Lövön.

### 4.1 Att lära sig CAD

Mot bakgrund av den stora kostnad som det innebär att utbilda en CAD-projektör, har man alltmer kommit att intressera sig för frågor om vad det är för förutsättningar som skall till för att utveckla goda CAD-projektörer. Mot den bakgrunden har MGruppen försökt att belysa följande frågeställning:

Finns det några faktorer hos personerna/projektörerna som påverkar möjligheten att bli en "bra CAD-projektör" efter genomgången utbildning?

I det följande återges i något redigerad form MGruppens studie - dess uppläggning och resultat.

Utgångspunkten har varit att söka ta reda på om det kan finnas något samband mellan å ena sidan personernas ålder, utbildning, tidigare erfarenhet, värderingar, motivation och personliga egenskaper och å andra sidan deras sätt att använda CAD-tekniken.

Vår mycket anspråklösa studie har bestått av intervjuer med 6 personer med varierande grad av CAD-användning. 5 av dessa personer är anställda på Arne Johnson Ingenjörbyrå och en på SIAB Teknik.

Intervjuerna som omfattat ca 2 1/2 tim per person har gått ut på att söka spåra om de ovannämnda faktorerna haft någon avgörande betydelse för både personens egna lyckanden och också om den intervjuade kunnat iakttaga några faktorer av betydelse hos andra.

Det är naturligtvis farligt att ur ett så begränsat material dra generella slutsatser, men vi vill ändå här redovisa de synpunkter på förutsättningar som varit tämligen genomgående i samtliga intervjuer.

#### ÅLDER

Generellt framkom att man förmodligen har lättare att klara utbildningen om man är yngre (25-35 år). Med åren blir det svårare att lära in ett nytt fackspråk. Sannolikt har det också att göra med vilken grundinställning man har till CAD-tekniken. En av de intervjuade (i 50-årsåldern) har själv, utan kurs, men med stöd av manualer lärt sig CAD-tekniken i egen takt.

#### TIDIGARE UTBILDNING/ERFARENHET

Två av de intervjuade CAD-användarna hade under sin utbildningstid lärt sig användning av data och ansåg också detta vara en klar fördel för att tillägna sig CAD. Från alla håll har framhållits vikten av att ha erfarenhet som projektör på minimum 5 år, innan man lär sig CAD. Att ha ritat vid "plankan" i 20-30 år innebar för en av de intervjuade, som inte kommit att använda CAD, en känsla av att plankan är bättre, medan två av våra intervjuade som verkligen använder CAD och ritat i drygt 25 år vid planka framhöll att CAD innebar en möjlighet till förnyelse, till att komma bort från automatiken och få tänka. Samma personer ansåg att chansen att lära sig CAD-teknik var en utveckling i jobbet och ett alternativ till att byta jobb.



## PERSONLIGA EGENSKAPER/FÖRUTSÄTTNINGAR

Nedanstående lista på personliga egenskaper utgör en sammanfattning och tolkning av vad som sagts i samtliga 6 intervjuer. Utgångspunkten för resonemanget är frågan vad som gör en god projektör till en god CAD-projektör.

### Problemslösningsförmåga

- Strukturera problem
- Tänka logiskt och systematiskt
- Hitta genvägar i systemet
- Kreativ, hitta lösningar, utveckla CAD-systemet
- Kunna se helhet resp. delar
- Kunna tänka i nya banor

### Noggrannhet

- Disciplinerat arbetssätt
- Exakthet
- Ordning och reda
- Föra anteckningar

### Psykisk stabilitet

- Tålamod då det inte fungerar
- Klara av väntetider mellan stimulus - respons och handling
- Koncentrationsförmåga
- Ej bli stressad av fel som uppstår
- Vara oberoende av kontinuerliga sociala kontakter
- Våga ta risker och experimentera, pröva sig fram
- Ej bli stressad av "maskinstyrning" och högre ekonomisk press

### Uthållighet

- Inte ge upp under inlärningsstiden
- Komma över inlärningsströsklar
- Ta sig tid till övning

### ATTITYDER - MOTIVATION

Generellt har nedanstående exempel på attityder bedömts som viktiga för att lyckas som CAD-projektör.

### Nyfikenhet

- Intresse för den nya tekniken/data
- Se möjligheter i CAD som hjälpmedel för konstruktionsarbete
- Pionjäranda
- Entusiasm och optimism i att lära någonting nytt, skapa förnyelse i arbetet
- Öppen och mottaglig för nyheter

### Framåtsträvande

- Följa med i utvecklingen
- Se betydelsen av att hänga med i framtidens metodik
- Se CAD-kunnande som en merit, ibland även status i projektörs yrket

### Självsäkerhet

- Våga ta risker
- Grundtrygghet i att vara kompetent i yrket
- "Kan andra lära sig CAD, kan jag"

En av de intervjuade beskrev hur inställningen till CAD förändrats i olika faser av den egna inlärnigen.

1. Nyfikenhet på systemets möjligheter att jobba på ett nytt och mera effektivt sätt. Att lära sig CAD ger också möjligheter att förändra nuvarande arbetssituation. Kan andra lära sig CAD, kan jag.
2. Vis osäkerhet om de egna möjligheterna att hämta in det myckna kunnandet, d v s alla begrepp som skall användas för att kunna sortera menyer och kommandon.
3. Efter en tids övning med hjälp av manual och handledare åter igen mer positiv. Upptäcker att man kan pröva sig fram, göra om, lagra och vinna tid.
4. Efter ännu en tid av övning ytterligare upptäcker av fördelarna med CAD som t ex att inte göra onödiga omritningar, att det är lättare att ändra och sortera. Kommer också på nya sätt att lösa problem, vilket gör att arbetet blir roligare och mindre monotont.
5. Efter att ha jobbat med CAD i ungefär 1 1/2 år accepteras inte längre att tekniken låser vad man kan göra. Man kan påverka systemet, man kan arbeta med ständiga förenklingar, man kan diskutera med programmerare att ändra förutsättningar. Det gäller att inte ge upp och känna sig låst eller styrd av maskinen.

Motivation och belöningar för fortsatta arbeten med CAD får man genom bl a följande:

- Att man ser att det blir en bättre samordning och uppstramning av projektet.

- Erfarenheter av på vilket sätt arbetet effektiviseras och hur tråkigt rutinritande minskar.
- Känslan av att vara med i utvecklingen och i frontlinjen för framtida sätt att arbeta.

I övrigt markerades från flera av de intervjuade vikten av samma typ av belöningar som gäller i allt arbete nämligen att chefer visar intresse och engagemang för såväl medarbetarnas utveckling och prestationer som för att utveckla den egna verksamheten. Chefer behöver inte behärska CAD-tekniken i detalj men deras inställning såsom den speglar sig i diskussioner och visat intresse är oerhört betydelsefull.

#### POSITIVA UPPELVELSER I ARBETET MED CAD-PROJEKTÖR

- Flera i gruppen bedömer samordningsvinsterna som oerhört positiva. Det är lättare att överföra information till medprojektörer och därmed minska risker för missförstånd.
- Några betonar att en uppstramning av projekten är klart positivt. Detta ger en högre grad av klarhet och exakthet. Man får snabbare fram underlag, man upptäcker felaktigheter snabbare och man kan utbyta information på ett klarare sätt.
- Det man uppskattar är känslan av att arbeta med något nytt och revolutionerande. Det ger en fin möjlighet till utveckling i arbetet, en förnyelse av arbetsuppgifterna. Det känns också positivt att få uppleva pionjärandan.
- Möjligheterna till insyn i arbetet upplevs av samtliga som klart positivt.

## NEGATIVA UPPLEVELSER I ARBETET MED CAD-PROJEKTÖR

- CAD ger ej möjligheter till kompromisser på samma sätt som kan ske genom "mänsklig" kontakt.
- Svårigheter att se både helheten och delarna.
- CAD kan upplevas som mer "dött" att arbeta med än konventionellt tillvägagångssätt. Estetiken försvinner och därmed något som upplevts som mycket positivt.
- Man lämnar också en frihet. Det är socialt förkastligt att isoleras i ett rum under längre tid med CAD. Fem timmar per dag anses som maxtid med CAD.
- CAD påverkar planeringen i hög grad. Man måste klara ut problemen i början, fatta beslut, ha en klarare struktur och göra allt i en viss ordning. Detta upplevs av några som positivt, framför allt om man uppskattar ordning och reda och exakthet. Andra upplever det mer negativt, "man blir bunden av systemet".
- Man får ej samma kringinformation angående projekten som vid mer personliga kontakter.
- Framför allt i början upplevde man alla driftsstörningar, datorstopp som klart negativt. Det var alltför mycket som ej fungerade.

## NÅGRA SYNPUNKTER PÅ CAD-UTBILDNINGENS UPPLÄGGNING

## TRÄNING

Spontant har de flesta intervjuade påpekat vikten av att på ett eller annat sätt i omedelbar anslutning till genomgången utbildning sätta sig ned och träna CAD-tillämpning under loppet av ca två månader. "På ett eller annat sätt" har inne-

burit att man antingen haft möjlighet att direkt i ett konkret projekt använda CAD efter genomgången utbildning eller att man satt av avsevärd tid på fritid för att jobba med CAD och därigenom komma över de olika trösklar av svårigheter, komplikationer, störningar m m, som uppträder under den första tiden.

Under den här tiden är det också viktigt att ha tillgång till en handledare för att diskutera med och ställa frågor till kring alla svårigheter som man stöter på och för att icke falla tillbaka i mönstret "det går fortare att rita för hand".

Förutom att komma igenom de här nödvändiga månaderna av intensiv träning, noterade en av de intervjuade att CAD-teknik är som stenografi, den måste uppehållas genom att man ständigt arbetar med tekniken. En CAD-projektör bör nog arbeta 10-20 tim per månad med CAD för att behålla kunnandet. Samtliga intervjuade har som redan nämnts pekat på betydelsen av mycket övning i nära samband med genomförande av utbildning.

Yngre har lättare för att absorbera och hänga med tempomässigt i en komprimerad CAD-utbildning. Kanske är det också en fördel att ha utbildningsvana t ex från nyligen genomförda studier.

Vår intervjuperson på SIAB ansåg, efter ett antal olika utbildningserfarenheter, att man nu kommit fram till ett "bra" utbildningsprogram om 10 dagar. I detta har övningsmomenten förstärkts liksom betydelsen av att lärarna speciellt i början av kursen har förmåga att översätta CAD-språket till svenska.

Från en av de intervjuade fick vi följande förslag till uppläggning av CAD-utbildning:

1. Ca 1 dags introduktion till CAD
2. Ca 1 vecka individuella övningar med manual

3. 1 vecka gemensam utbildning. Som förberedelse till denna vecka har man nu mer i egen takt kommit in något i systemet och observerat ett antal problem och svårigheter som kan tas upp under kursveckan.
4. Fortsatta individuella övningar under ca 2 månader.
5. Uppföljning ca 1 dag. Till uppföljningsträffen samlas problem och frågor m m systematiskt upp under övnings-tiden.

Den gemensamma utbildningen bör ske i mindre grupper så att man kan vara max 2 personer per maskin. Vidare är tillgång till handledare av avgörande betydelse under övningstiden.

Som komplement till ett utbildningsförfarande som jämfört med tidigare läggs upp mera stegvis kan man också tänka sig att det kan vara viktigt att mer omsorg läggs ned på urval av personer till utbildning. Ett sådant urvallsförfarande skulle kunna läggas upp enligt följande:

1. Intresserade projektörer anmäler sitt intresse för utbildning.
2. Samtal mellan ansvarig utbildare och intresserad projektör om projektörens intresse, information om olika svårigheter och problem man stöter på m m.
3. Eventuellt en "provlektion" med en lärare - en elev, där eleven får pröva på att t ex rita figurer och flytta figurer m m på CAD.
4. Eventuellt kan provlektionen kompletteras med några testinstrument. (Dessa skulle kunna hämtas från de testbatterier som används för urval till dataoperatörer och programmerare.)

Syftet med ett mer omsorgsfullt urvalsförfarande skulle främst vara att få en möjlighet att successivt pröva projektörens eget intresse och lämplighet för fortsatt CAD-utbildning och CAD-utveckling.

#### 4.2 Att arbeta med CAD

Hur mycket extra utrymme kräver CAD-tekniken i form av arbetsstationer etc?

Varje arbetsstation kräver en extra arbetsplats. I kontor med kontorsmoduler krävs ett eget rum för CAD-stationen. I kontorslandskap kan man möblera så att ett mindre utrymme än ett helt rum krävs. Plottern kräver också utrymme och det är bra om den står för sig själv med tanke på temperatur, luftfuktighet, buller m.m.

Hur mycket förändrar CAD-tekniken behovet av arkiv etc.?

I de här projekten har det visat sig att det krävts mer utrymme p.g.a. att man arkiverar lika mycket ritningar som normalt plus att man arkiverar databand.

Använder ni samma datamaskin för andra ändamål än ritning?

Flera av de projekterande kontoren använder samma datamaskin till bl.a. beräkningar, rumsbeskrivningar och ordbehandling.

Hur stor del av personalen arbetar med CAD? Finns det önskemål om utökning?

Hos de projekterande företagen finns de flesta CAD-utbildade personerna. Det rör sig om mellan 10 - 25%. Man känner ett behov av att öka antalet CAD- operatörer för att kunna möta behovet vid kommande projekt.



### Hur mycket utbildning behövs, behövs vidareutbildning?

En grundkurs på 10 dagar bedöms generellt som önskvärd. Där-  
efter får man den bästa erfarenheten om man får sitta och  
arbeta kontinuerligt i ca 6 månader. Bäst är i så fall om man  
arbetar i en grupp och det finns folk tillgängligt som kan  
svara på frågor. Bästa resultatet fås om man kan hitta erfarna  
konstruktörer som är lämpade för utbildning. Alla förändringar  
i Medusa kräver vidareutbildning.

### Medför kunskap i CAD-teknik ökade löneanspråk från personalen? Ökad extern rörlighet?

Frågan gav en något blandad bild. Det verkar som att då det  
finns andra företag med likartad verksamhet så flyttar folk  
dit och begär samtidigt löneförhöjning. I de företag som inte  
känner av denna konkurrens från andra uppdragsgivare märks  
ingen eller liten förändring av lönesättningen.

### Hur fungerar erfarenhetsåterföringen från CAD-uppdrag?

På de håll man har en erfarenhetsåterföring sker den i form av  
att man bygger upp egna symbolbibliotek, programslingor för  
flödesscheman etc. De som tills idag inte har haft någon bra  
erfarenhetsåterföring upplever emellertid det som mycket  
angeläget att få igång en sådan.

### Hur skall man organisera CAD-arbetet inom företaget?

Det bästa är om det finns CAD-kunniga erfarna konstruktörer på  
varje avdelning. På sikt bör alla som arbetar med projektering  
behärska tekniken. Man bör inte behöva sitta mer än 4 timmar  
vid en terminal. Arbetet bör organiseras så att personalen kan  
varva mellan olika arbetsuppgifter.

### Vad kostar CAD?

Kostnaden för CAD består av investeringskostnader för hård- och mjukvara samt av underhållskostnader. Dessa uppgår för Medusa-BYGG och Installations-Medusa till mellan 85 och 120 kr/timme beroende på bl a utnyttjandegraden, antal arbetsstationer etc.

Härutöver tillkommer kostnader för kompetenshöjning och vidmakthållande av kunskapsnivån inom den egna organisationen. Dessa kostnader kan variera beroende på företagsstruktur, utbildningsnivå etc.

Sammantaget innebär dessa kostnader att en debiteringsnivå på mellan 200 och 300 kr/timme har tillämpats i de två aktuella projekten.

### Ställs det ändrade krav på kompetens hos CAD-operatörerna?

Den helt dominerande inställningen är att man endast skall utbilda folk som redan har lång erfarenhet av projektering, helst minst 5 år. En viss datamognad kan vara en fördel samt ordningssinne och sinne för noggrannhet. Införandet av CAD-tekniken medför också större krav på handläggarna.

### Är det någon fråga som jag har glömt?

Svaren på denna fråga blev:

1. CADEN som konkurrensmedel.
2. Hur skall arbetsmiljön för den som arbetar med CAD utformas
3. Ja, säkert!
4. CAD som maktmedel. CADENS roll i beslutsfattandet.

## LITTERATUR

- \* Rapport från försök med CAD-projektering i system Medusa.  
Rapport 1987:2 Fortifikationsförvaltningen, 1987.
  
- \* Datorn i byggandet, nr 2-3, sid 5-14, augusti 1986.
  
- \* Bergvall, B & Lundeqvist, J  
CAD-projektering, en utvärdering.  
Bollnäs, kv Älgen  
Byggnadsstyrelsens rapport nr 163, 1985
  
- \* Carlson, P-O & Ankarberg, S-E & Bäckström H  
Mängdning med CAD  
Förstudie av generella krav och metoder  
Rapport R21:1986, Byggforskningsrådet



BILAGA A

Intervjufrågor CAD-projektering

### Inledande frågor

1. Ställer Du upp frivilligt på denna intervju?
2. Känner Du att Du kan svara öppet och ärligt på våra frågor?
3. Blir Du besvärad av denna typ av intervjuer?
4. Anser Du att Du har tid att svara engagerat på våra frågor?
5. Vilken är Din grundläggande syn på datateknik? CAD-teknik.

### Kommunikation och integration i projekteringen.

6. Vilka har varit Dina arbetsuppgifter och Ditt ansvarsområde?
7. Har Du tidigare erfarenhet av projektering med CAD?
8. Har projekteringstiden påverkats av att man använt integrerad CAD-teknik?
9. Hur har projekteringsmötena påverkats av att man använt integrerad CAD-teknik vad avser innehållet, antalet?
10. Hur har Din arbetsplanering påverkats i förhållande till traditionellt utförd projektering?  
Krav på underlag?
11. Hur har ritningsgranskningen påverkats?
12. Har ritningsrevideringar påverkats? Har man tack vare lagerindelade ritningar snabbare kunnat korrigera felaktigheter eller finns problem av ny karaktär?
13. Har informationsmängden via papperskopior på ritningar och protokoll påverkats?
14. Hur har ansvarsfördelningen inom Ditt företag påverkats i det här projektet?
15. Hur har poolhanteringen påverkat projektet?  
Fördelar, nackdelar, utvecklingsmöjligheter.
16. Hur har verifieringen av informationsflödet via poolen fungerat?
17. Ställer poolhanteringen krav/önskemål om att A-K-V-E  
Konstrukterna betraktar resp. byggdel på ett likartat sätt?

18. Dataritande medför en rad nya arbetsuppgifter t ex ritningsplottning. Hur ser Du på den?  
Distribution av ritningar.
19. Hur anser Du att CAD-tekniken bör användas i denna typ av projekt?
  - a) skall man rita 100% av objektet?
  - b) skall man rita 100% av ritningen?Har man glädje/nytta av 3D ritningar?
20. Finns det speciella fördelar med CAD?  
Finns det speciella nackdelar med CAD?  
Finns det speciella CAD-objekt?
21. För vilka projekt är CAD lämpligt?  
För vilka projekt är CAD olämpligt?
22. Har Du märkt någon kvalitetsförändring i ritarbetet vad avser noggrannhet, vyplacering, innehåll?
23. Har Du ytterligare synpunkter då det gäller samarbetet med andra konsulter, entreprenörer, byggherrar?

#### CAD som resurs

24. Hur länge har Ditt företag haft tillgång till CAD-tekniken?
25. Hur mycket extra utrymme kräver CAD-tekniken i form av arbetsstationer etc.?
26. Hur mycket mindre utrymme kräver CAD-tekniken i form av mindre arkiv etc.?
27. Använder Ni samma datamaskin även för andra ändamål än ritning?
28. Hur stor del av personalen arbetar med CAD, finns det önskemål om utökning?
29. Hur mycket utbildning behövs, behövs vidareutbildning?
30. Medför kunskap i CAD-teknik ökade löneanspråk från personalen?
31. Medför kunskap i CAD-teknik ökad extern rörlighet bland berörd personal?
32. Hur fungerar erfarenhetsåterföringen från CAD-uppdrag, symbolbibliotek?

33. Hur ska man organisera arbetet inom företaget?
34. Vad kostar CAD?
35. Ställs ändrade krav på kompetens hos CAD-användarna?
36. Är det någon fråga jag har glömt?



**BILAGA B**

**Intervjufrågor Byggmaterialeleverantör**

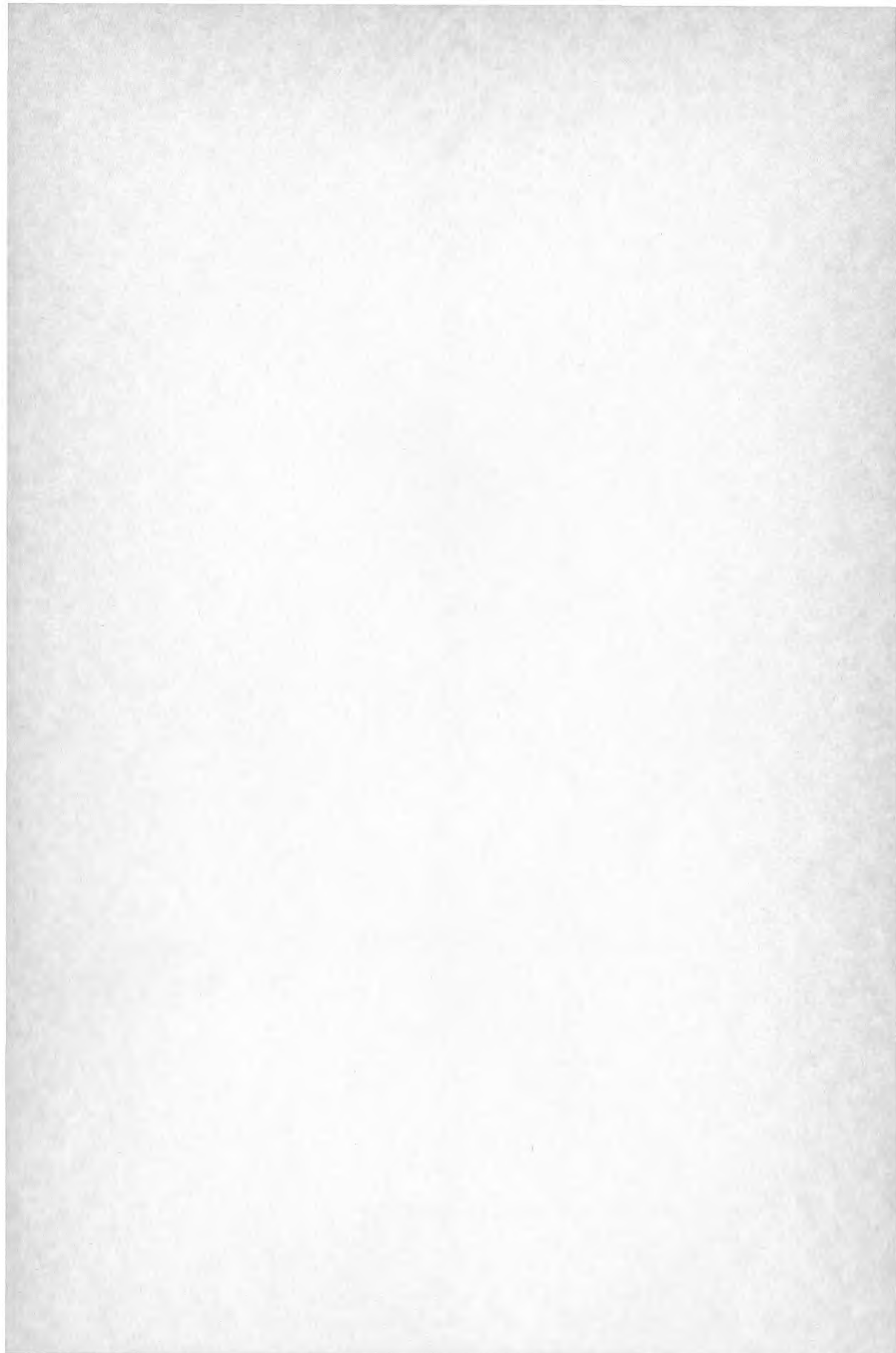
1. PRESENTATION AV INTERVJUAT FÖRETAG OCH DESS PRODUKTION.
  - 1.1 Hur många anställda är Ni och hur många av Er använder datorstöd i arbetet?
  - 1.2 Arbetar Ni med standardprodukter eller specialtillverkar Ni efter beställning?
  
2. PRESENTATION AV FÖRETAGETS DATORSYSTEM.
  - 2.1 Vilken dator har Ni och vilka programvaror använder Ni?
  - 2.2 Hur länge har Ni använt datorstöd i Er verksamhet?
  - 2.3 I vilka verksamheter använder Ni datorstöd?
  - 2.4 Med vilka andra företag samarbetar Ni i fråga om datorstöd?
  
3. PRESENTATION AV UTFÖRDA PROJEKT.
  - 3.1 I vilka projekt har Ni använt datorstöd (storlek, typ m m)?
  - 3.2 Vilka företag har Ni samarbetat med och har dessa varit datoriserade?
  
4. SAMMANFATTNING AV GJORDA ERFARENHETER.
  - 4.1 Vilket externt datorproducerat underlag har Ni använt vid Ert anbudslämnande?
  - 4.2 Vilket externt datorproducerat underlag har Ni använt då Ni framställt Era tillverkningsritningar?
  - 4.3 På vilket sätt har Ni erhållit ovanstående underlag och från vem?
  - 4.4 På vilket sätt har Ni använt Er av det externt datorproducerade underlaget?
  - 4.5 Hur har detta underlag varit utformat?
  - 4.6 I vilken form och till vilka har Ni lämnat vidare av Er datorproducerat material?
  - 4.7 Har Ni med hjälp av datorn tagit fram mängdlistor från CAD-ritningar?

- 4.8 Hur har Ni använt datorstöd vid prissättning och anbuds-lämnande?
- 4.9 Använder Ni Er av i bibliotek lagrade standarddetaljer?
- 4.10 Kan andra projektörer använda Era standarddetaljer i sina CAD-system och om så är fallet har någon gjort det?
- 4.11 Har Era granskningrutiner påverkats sedan Ni börjat CAD-producera Era ritningar?
- 4.12 Hur har datorstödet påverkat Er kapacitet och Er ekonomi?
- 4.13 Har planeringsarbetet förändrats efter Er datorisering?

## 5. FRAMTIDA PLANER

- 5.1 Vilken policy har Ni för användning av CAD framöver?
- 5.2 Hur vill Ni samarbeta med beställare, konstruktörer m fl i fråga om CAD?
- 5.3 Vilka hinder ser Ni för ett effektivt CAD-samarbete?
- 5.4 Finns det behov av branschgemensamma insatser för att underlätta CAD-samarbete?
- 5.5 Vad vinner man på att använda CAD?
- 5.6 Vilka kostnader innebär CAD-användning?
- 5.7 Vad/vem styr utvecklingen av CAD-användningen?







**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 860472-7  
från Statens råd för byggnadsforskning till Arne Johnson  
Ingenjörbyrå AB, Stockholm.**

**R94: 1988**

**ISBN 91-540-4954-7**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6708094**

**Abonnemangsgrupp:  
Z. Konstruktioner och material**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm**

**Cirkapris: 39 kr exkl moms**