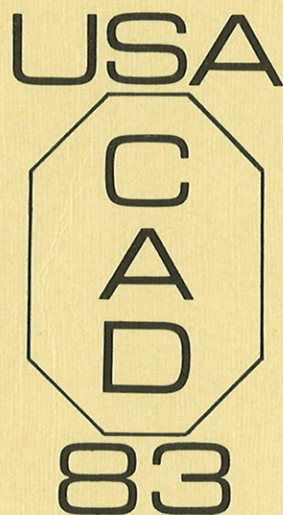


AVDELNINGEN FÖR BÄRANDE KONSTRUKTIONER
TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND

DATORSTÖDD PROJEKTERING, CAD

BESÖK VID FÖRETAG OCH UNIVERSITET
USA HÖSTEN 1983



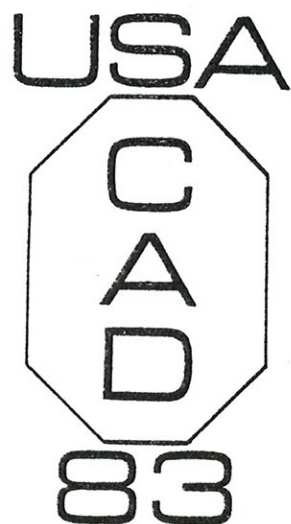
PER CHRISTIANSSON

RAPPORT TVBK-3019
LUND 1984

CODEN: LUTVDG/(TVBK-3019)/1-29 (1984)

DATORSTÖDD PROJEKTERING, CAD

BESÖK VID FÖRETAG OCH UNIVERSITET
USA HÖSTEN 1983



PER CHRISTIANSSON

FÖRORD

Under tiden 25 oktober till och med 4 november besökte undertecknad företag och universitet i USA, för att studera den praktiska CAD-tillämpningen vid några företag samt besöka 3 stycken forskningsinstitutioner. Datema AB hade arrangerat den del av resan, som gällde företagsbesöken, medan universitetsbesöken kom till stånd via egna kontakter i USA. Resan omfattade följande platser: Ann Arbor (Detroit), Chicago, Champaign (Illinois), St Louis och Houston. En under 1982 genomförd motsvarande resa till Californien är rapporterad i BFR G13: 1983. "Datorstödd projektering. CAD i tillämpning."

Resan finansierades via BFR-anslag, som täcker Per Christianssons engagemang som rådgivare åt Byggforskningsrådet i frågor, som rör datorisering av byggbranschen, speciellt CAD, Computer Aided Design.

Manuskriptet är utskrivet av Clary Persson och slutredigerat av Ingbritt Larsson.

Lund mars 1984

Per Christiansson

SAMMANFATTNING

Användningen av datorresurser i olika delar av projekteringsprocessen ökar. Ifrån att ha varit ett rithjälpmiddel ökar behovet nu av att kunna använda CAD-systemen som redskap i projekteringen. Tidigare, och i viss mån fortfarande kunde en ritning framställd av ett CAD-system ha ett egenvärde (utgöra ett säljargument), dock har detta förhållande ändrats i och med att allt fler företag använder sig av tekniken. De företag som anser sig ha glädje av CAD-system har medvetet försökt inpassa eller anpassa systemen för olika uppgifter i projekteringen. Exempelvis för visualisering av resultat i den tidiga projekteringen, rumsplanering, hjälpmedel för sammanställning av redovisningar, projektstyrning, mängdsammanställningar, bättre kommunikation mellan processdeltagare etc.

Produktivitetstvinster rapporteras och om så ej är fallet anser man sig i vilket fall som helst ha byggt upp värdefull kompetens inom företaget. Avskrivningstiderna på systemen är 3-5 år.

Behovet av att kunna integrera datorhjälpmedlen är stort. CAD-system har börjat hopkopplas med persondatorer. Intresset för lättanvända, billiga och flyttbara persondatorer är stort, exempelvis för IBM PC. Dessa användes för beräkningar, projektadministration, textbehandling etc. De stora beräkningsprogrammen har ej integrerats med CAD-systemen. Ett stort intresse finns för att lägga över stora delar av CAD-mjukvaran på fysiskt små datorer, (vilket även sker eller planeras dels av de stora CAD-systemleverantörerna men även genom tillkomsten av mjukvara utvecklade för persondatorer). Arkitekter och ingenjörer har ännu ganska få kopplingar via datorresurserna.

Forskningen vid universiteten röner allt större intresse från utomstående eftersom datorsystem med nya egenskaper formuleras och utformas vilka möter kraven på att kunna utgöra delar i integrerade system ofta med mycket intelligentare beteende än hittills varit fallet. Härvid skall även nämnas aktiviteterna (ut-

veckling av integrerat projekteringssystem) inom amerikanska arméns byggforskningslaboratorier, vilka delvis är knutna till universiteten samt till pågående aktiviteter inom CIB, International Council for Building Research Studies and Documentation, Working Commission 78 Computer Aided Design, vilka inriktas mot arbete med att befrämja integrering av datorstöd inom byggprocessen.

INNEHALL

- 1 INLEDNING

- 2 BESÖK
 - 2.1 University of Michigan, Ann Arbor
 - 2.2 Skidmore, Owings & Merrill, Chicago
 - 2.3 Davis Associates, Architects & Consultants, Chicago
 - 2.4 Construction Engineering Research Laboratory, CERL,
Champaign, Illinois
 - 2.5 University of Illinois at Urbana-Champaign
 - 2.6 Mc Auto, St Louis
 - 2.7 CRS, Houston
 - 2.8 3D/International, Houston
 - 2.9 Pierce, Goodwin & Alexander, Houston

1 INLEDNING

De 6 företagsbesöken hade arrangerats av Datema AB. Med på denna del av resan var:

Per Christiansson	Bärande Konstruktioner, LTH
Claes Ellius	Datema
Bertil Falck	FFNS arkitekter
Pål Hansson	Byggnadsmekanik, LTH
Hando Kask	H Kask arkitektkontor
Raivo Kask	Zerone Konsult AB
Paul Rehn	Byggnadsmekanik, LTH / Skånska Cementgjuteriet, Malmö
Gunnar Hård af Segerstad	HSB
Torbjörn Segolsson	Datema

Genom undertecknads engagemang i CIB Working Commission 78, Computer Aided Design och dess coordinator Janet Spoonamoore, arrangerades dessutom besök vid Construction Engineering Research Laboratory, CERL (United States Army Corps of Engineers) i Champaign samt vid University of Illinois at Urbana-Champaign, Department of Civil Engineering. Vid dessa besök deltog även Pål Hansson och Paul Rehn, LTH.

Undertecknad besökte även (kontakt via Janet Spoonamoore) University of Michigan, Architecture and Planning Research Laboratory i Ann Arbor (vilket bedriver visst samarbete med CERL).

2 BESÖK

2.1 University of Michigan, Ann Arbor.

(Endast Per Christiansson).

Architecture and Planning Research Laboratory College of Architecture and Urban Planning The University of Michigan, Ann Arbor.

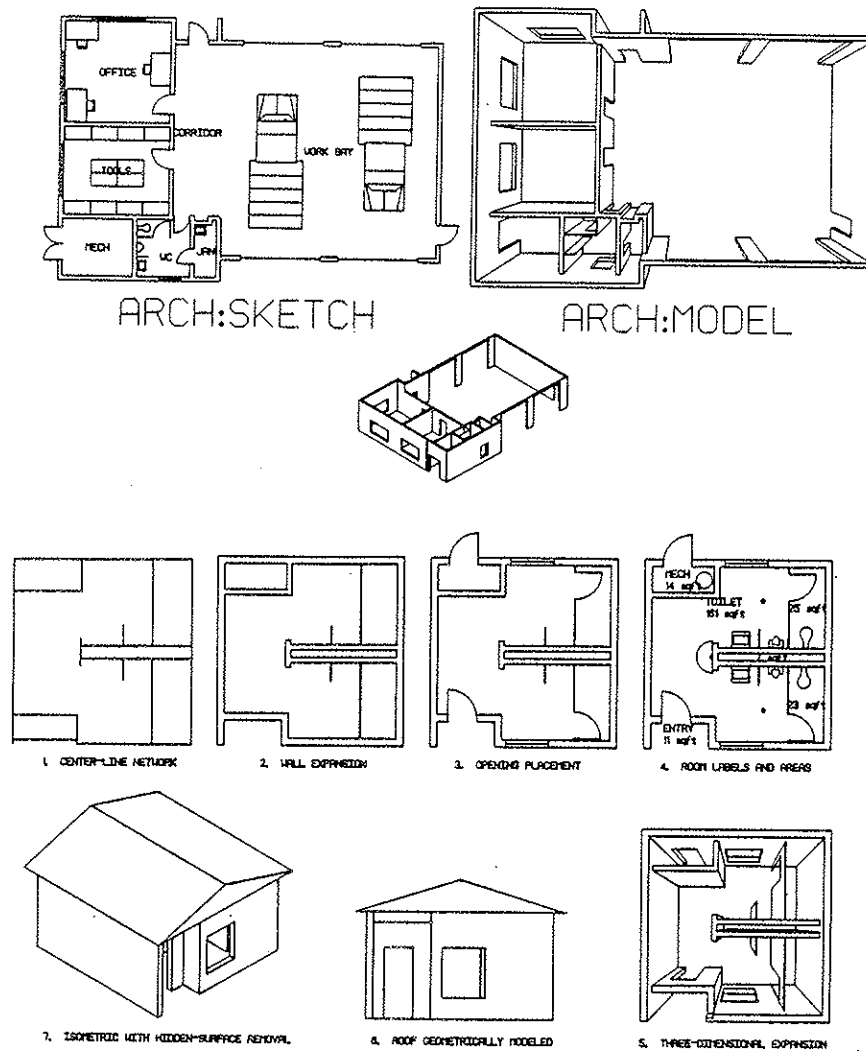
En hel dag ägnades åt att diskutera forskningsfrågor med professor Harold Borkin, chef för Architecture and Planning Research Laboratory, samt att ta del av pågående verksamhet där.

Inom laboratoriet som är beläget i universitetets norra campus, arbetar 6 personer plus doktorander. Inom hela universitetet studerar ca 40 000 studenter.

Lite om hårdvara. Centralt vid universitetet finns en Amdahl 5860 dator, i vilken ett egenutvecklat överordnat operativsystem finns inlagt, MTS Michigan Terminal System. Maskinen är mycket kraftfull (300 samtidigt inloggade, 10 000 jobb från 8 - 24). Inköpspris 6 milj. dollar. Vid arkitektursektionen har man börjat köpa in mindre Apollodatorer och planerar att totalt installera 20 - 30 stycken i ett nät tillsammans med engineering school. Vid universitetet håller man på att bygga om existerande terminalnät till ett integrerat datornät, där 3 universitetsdatorer i Michigan kommer att vara inkopplade, tillsammans med persondatorer vid institutionerna (ev via Ethernet).

Vi tittade in på engineering school (väg- och vattenbyggnadssektionen), där just 60 stycken Apple Lisa med skrivare, 2 floppy- och 1 winchesterminne vid varje arbetsplast samt 5 stycken IBM PC, just installerats. Apple university consortium säljer persondatorer subventionerat till studenterna. Varje elev skall ha tillgång till egen dator (Lisa, IBM PC), vilket kostar eleven 1500 dollar extra under 4 år. För en Apollo-dator med stort skivminne (300 Mbyte) betalar HB 20 000 dollar.

Forskning. Man har under 10 år forskat kring geometrisk modellering i samband med byggprojektering. Bland annat har man samarbetat med CERL i Champaign och utvecklat system som ingår i CAEDS-systemet, vilket beskrivs i kapitel 2.4.



Figur 1. Utmatning från ARCH:SKETCH och ARCH:MODEL programmen, University of Michigan Ann Arbor.

ARCH:MODEL är en relationsdatabas för bl a geometrisk modellering. Med hjälp av systemet kan olika specialiserade modeller byggas, exempelvis för hjälp vid projektering av industribyggnader (mängd-

avtagningar, rumsliga samband, byggbeskrivningar). Systemet måste köras under MTS på Amdahlmaskinen. Geometriska beskrivningar kan manipuleras oberoende av relationerna mellan dem. Integritetskontroller i form av separata processer aktiveras varje gång som databasen uppdateras (exempelvis kollisionstester vid inplacering av objekt). Användaren definierar själv dessa processer. Man har möjlighet att själv definiera de variabler man vill arbeta med (färger, siffervärden, textsträngar osv). Geometriska beskrivningar kan skapas ur redan existerande med hjälp av Booleska operationer. Grafisk utmatning i perspektiv med dolda ytor kan erhållas. Geometriska beskrivningar i form av ytor och volymer lagras ej, utan beräknas när de behövs (för att eliminera en källa till uppkomst av icke-konsistens i databasen). (Vid CERL tittar man på hur ARCH:MODEL kan användas tillsammans med CAEDS systemet, SKETCH-modulen för närvarande). HB berättade hur man skissat på vidareutveckling av ARCH:MODEL genom att sätta upp grundläggande regler för volymers samband. För att meningsfullt kunna köra ARCH:MODEL krävs att man ensam förfogar över datorkraft motsvarande VAX 11/780 menade HB.

Man har börjat flytta över viss mjukvara till Apollo-datorn, vilket fungerat tillfredsställande (ARCH:SKETCH).

Bob Johnson håller på att bygga upp en modell för genomförande av ekonomiska kalkyler. Han använder ARCH:MODEL i botten och funderar på att använda spread-sheet teknik vid kommunikation mot användaren.

HB har haft flera kontakter med svenska forskare. Planer finns på utvidgat samarbete.

Enligt HB och BJ pågår vid Stanford University, Construction Engineering Research Laboratory, forskning kring microdatorstyrda byggrobotar (Boyd Paulson). (Gäller även Steven Fenves vid Carnegie Mellon University).

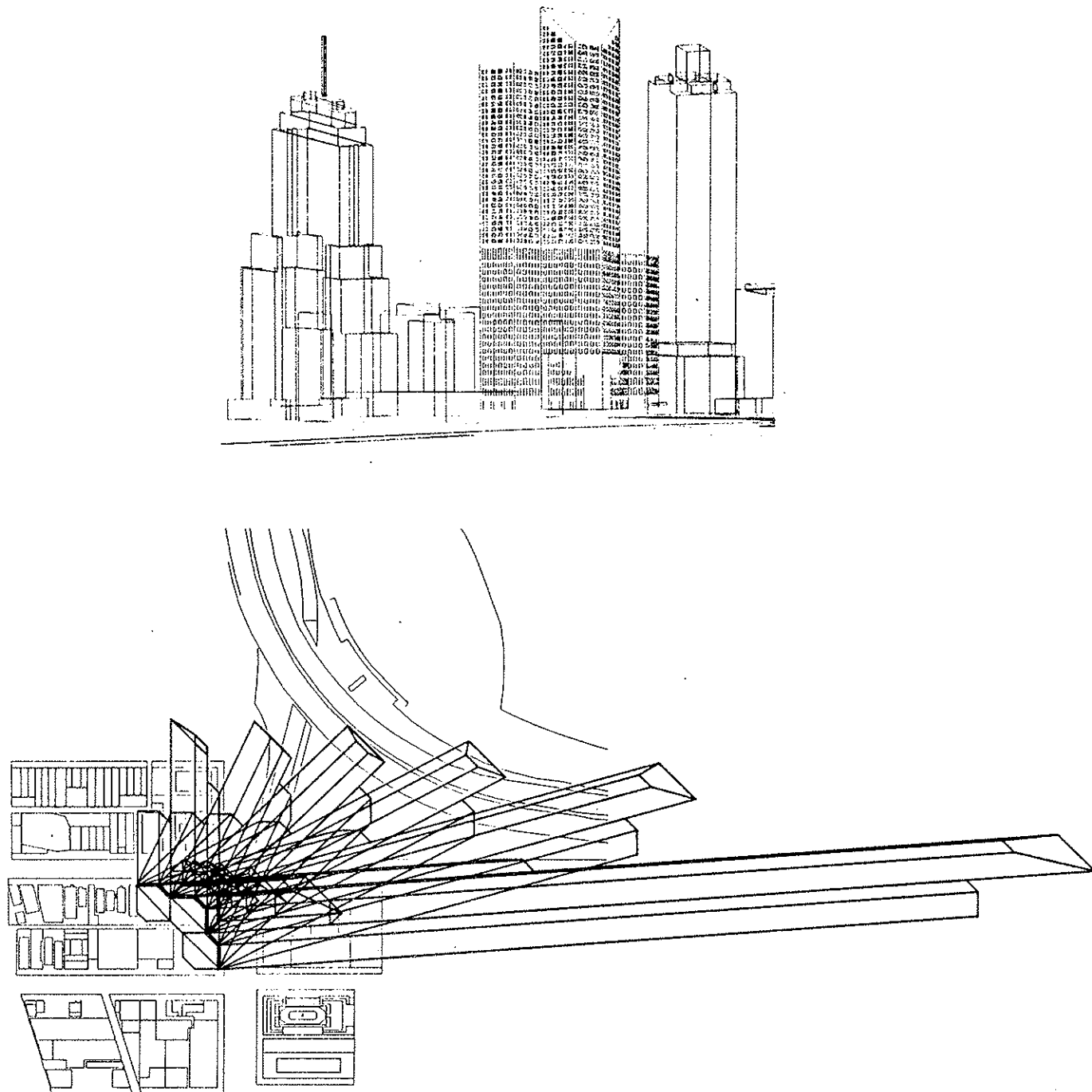
2.2 Skidmore, Owings & Merrill, Chicago

Skidmore, Owings & Merrill är en av USA's största arkitekt-ingenjörskonsulter med ca 1500 anställda, varav 450 i Chicago.

Per C samtal med Douglas Stoker, datorchef på SOM:

Inom SOM finns totalt 28 grafiska arbetsstationer (Tektronix, de nyare med färggrafik) och vid Chicagokontoret ca 60 alfa-numeriska terminaler. Man använder företrädesvis Vax-datorer länkade med Dec-net, men tittar även på persondatorer, vilka skall kunna användas vid en decentralisering av datorkraften (DS tycker ej Apollo fyller måttet ännu). Med 10 användare per Vax-dator kalkylerar man med 44 000 \$ per arbetsstation.

Man har utvecklat datorstöd år de flesta dicipliner inom SOM. Exempelvis i form av grafiska hjälpmedel för arkitekter. Hela Chicago downtown är inlagd som en 3-D trådmodell, där nya projekt (skyskrapor) kan visualiseras (även dynamiskt på film, framställd genom enbildstagningar av datorgenererade bilder) och utbredning av huskropparnas skuggor kan studeras.



Figur 2. One Magnificent Mile, Chicago. Skuggning av intilliggande park och strandmotorväg. SOM Chicago.

Geometriska indata hämtas från byggmodeller i databaser, som underlag för ingenjörernas beräkningar (bärande system, ventilationssystem osv). Arbetsritningar kan tas fram där olika delar kan

separeras genom färgläggning (inredningar, rör, bärande element osv). Arkitekternas och ingenjörernas datorstöd är ej integrerat i någon större omfattning. Man tillåter ej samtidig uppdatering av databaserna. Projektledningen gör avstämning med jämna mellanrum. "Job captain" har blivit databasadministrerare. Inga speciella ritare finns på SOM.

Uppskattningsvis 60 manår är nerlagt i egen programutveckling (ca 600 applikationsprogram). All utveckling betalas av projekten (dataavdelningen debiterar projekten som debiterar beställaren). Det har väl hänt att man fått jobb på grund av att man använder datorstöd (ritsystem).

Man håller på att utveckla Visicalc-liknande (spread-sheet) system att användas vid beräkningar, liksom grafisk åtkomst till databaser ("vandra" runt i modellen och lägga in data). DS menar att det är önskvärt att länka databaserna så, att exempelvis en pelares väg genom ett projekt kan följas.

Peter Jurgensen (arkitekt) demonstrerade arbetet vid ett par arbetsstationer (dragning av ventilationsrör, grafik på en Evans and Sutherland station). PJ berättade att i alla jobb på SOM användes datorstöd i någon form. Ritsystemen använder mest CPU-tid. Struktureringen gör sina beräkningar (med laster och geometri från databaser) varefter arkitekten manuellt lägger in exakta mått i ritsystemet. Det är alltid snabbare att mata ett ritsystem än att rita manuellt. Användarna kan själv bygga upp egna kommandostrukturer mot systemen (dock ej länka in egna program). Evans and Sutherland systemet arbetar på samma databas som ritsystemet.

Ingenjörerna använder även IBM persondatorer (6 stycken för närvarande) vid sidan av Vax-datorerna. En speciell programutvecklingsgrupp finns (ca 10 personer) varav 3 fulltid utvecklar och underhåller grafikmjukvara samt 4 lägger över program från Vax till IBM PC. Man säljer ej sin mjukvara.

2.3 Davis Associates, Architects & Consultants, Chicago.

DAAC är beläget i Chicago downtown intill the loop (lokaltåget 1 våning över gatan runt centrum av Chicago). Firman har 13 anställda och bildades 1975 av John Davis (lämnade då datorchefs-befattningen på SOM). JD's intentioner var att bygga upp det första automatiserade arkitektkontoret i USA.

Jana och John Davis (makar) berättade om verksamheten vid kontoret. Datorkraften utgöres av 2 Alpha Mickro-1062 hopkopplade med ett Intergraph CAD-system (liggande på en Digital Equipment PDP 11/34 med 2 x 85 Mbyte Winchesterskivminnen) med 2 arbetsstationer (inköpta oktober 82 och april 83). All mjukvara till Alpha Micro systemen (1300 - 1400 program) är utvecklad inom firman. I dessa system ligger administrativ mjukvara och program för lagring av svaren på de behovsformulär beställarna får fylla i (utrymmesbehov befintligt - framtida, arbetsytor osv) innan projektteringsarbetet vidtar. Program för ordbehandling och kommunikation finns även i dessa maskiner. Det slutliga projekteringsarbetet göres på Intergraph systemet som hämtar sina basdata från Alpha Micro datorernas databas (textsträngar). CAD-mjukvaran inköptes färdig. JD anser ej att man bör utveckla denna själv (som skett vid SOM). Orsaken till att man valde Intergraph var att systemet bedömdes vara lätt att lära sig, samt hade en bra databas. Man kalkylerar med 5 års avskrivning på datorinvesteringar.

Ritningen är slutmålet för arbetet. Man har inga speciella ritare anställda. Arkitekten som skissar, för själv in information i CAD-systemet (annars risk tappa information mellan arkitekt och ritare). JD uppskattade produktiviteten jämfört med manuellt arbete som 1:1 efter 3 mån, 2:1 efter 6 mån och 3-4:1 efter 9 mån. Man strävar efter att kunna mata in data jämnt under processen.

En stor del av jobben innebär utrymmesplanering på CAD-systemet. Man har endast lite laborerat med redskap för utvärdering av alternativa lösningar (exempelvis med hjälp av viktade värden på avstånd mellan olika utrymmen). Mängdförteckningar för eget bruk tas fram (ekonomiska kalkyler). Bygghfirmorna har ej framställt önskemål om mängddata (JD även tveksam att ansvara för sådana listors exakthet). Långtidslagring av data göres på magnettape i bank och på ritningar.

Vinsten med datorisering? Bättre service för beställare - realistiska kostnadsuppskattningar, tillförlitligare resultat samt större möjligheter för arkitekterna att vara kreativa genom studium av flera alternativa lösningar.

2.4 Construction Engineering Research Laboratory, CERL, Champaign Illinois.

(Per Christiansson, Pål Hansson, Paul Rehn).

US Army Corps of Engineers, Construction Engineering Research Laboratory, CERL, besöktes under en heldag. Vår värd var Ms Janet Spoonamore som leder utvecklingsarbetet av det egna CAEDS-systemet, Computer Aided Engineering and Architectural Design System. Ken Crawford (visiting professor vid University of Illinois) också verksam vid CERL och deltagare i projektet, deltog även i diskussionerna. Forskare vid University of Michigan (se avsnitt 2.1) har utvecklat delar av systemet.

Janet Spoonamore är koordinater inom Working Commission 78, Computer Aided Design inom CIB, International Council for Building Research Studies and Documentation) i vilken även undertecknad är medlem.

W78's målsättning är att uppmuntra och initiera forskning och utveckling, samt att initiera internationellt samarbete inom området integrerat datorstöd i byggprocessen, att utgöra

central enhet inom CIB vad beträffar datorapplikationer, samt i övrigt utföra arbete inom området datorstött arkitekt- och ingenjörarbete. För närvarande pågår arbete med att identifiera egenskaper för och listning av existerande och under utveckling varande CAD, Computer Aided Design, system som i någon form bidrar till integrering av datorstöd inom byggprocessen.

CAEDS projektet har pågått i några år och syftar till att ge arkitekter och ingenjörer kraftfulla verktyg vid projektering av militära byggnader inom amerikanska armén. Eftersom projekten ofta är av repitativ natur räknar man med att CAEDS systemet skall ge stora vinster både under projekterings-, byggnads- och underhållsfaserna. CAEDS är ett integrerat system till vilket olika användare inom armén även integrerat egna applikationsprogram. Systemet har testats i ett 100 tal projekt under concept design skedet. Projekteringen uppdelas normalt i 3 skeden:

- (1) predesign
- (2) concept design
- (3) final design

CAEDS systemet är för närvarande huvudsakligen användbart under projekterings-skedena (1) och (2) (under ca 30 % av projekteringsarbetet), framförallt för arbete med funktionell layout, energiberäkning och mängd- och kostnadsframtagning. System för beräkning av bärande system är endast delvis integrerat. Systemet kan köras från någon av arméns 250 Tektronix 4014 grafiska terminaler. Ett önskemål nu är att efterhand komplettera och byta ut dessa mot färggrafikterminaler. I Champaign köres systemet mot Amdahl datorn vid University of Michigan i Ann Arbor. En del av programvaran håller på att konverteras för att kunna köras på Harris- och Apollo-datorer. En intressant möjlighet är att utnyttja samtliga processer på Apollo-datorn, exempelvis att låta en energiberäkning pågå parallellt med användarens interaktiva arbete mot systemet. CAEDS systemet utgöres för närvarande av ca 200 000 fortransatser (vilket enligt undertecknad bör motsvara 20 mansårs nedlagt arbete).

För att ge en uppfattning av systemets möjligheter ges nedan en kortfattad genomgång av systemets huvuddelar med kommentarer.

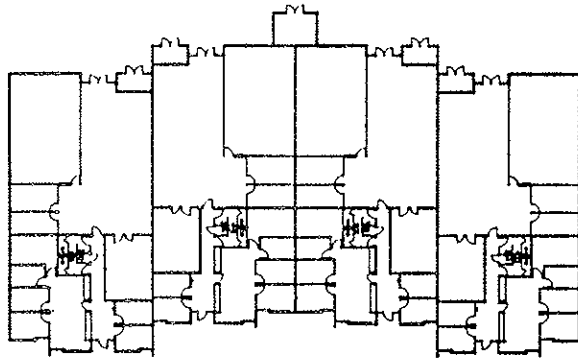
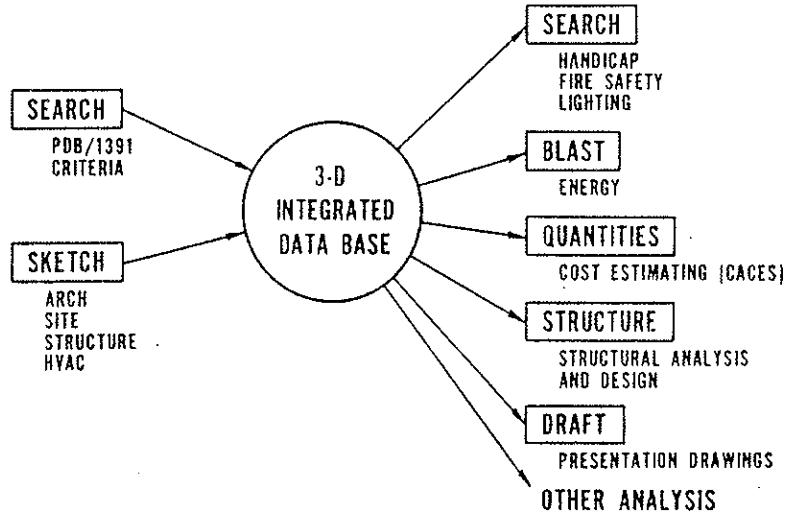
DIS Design information system.
Överordnade projektdata skapas eventuellt med data från tidigare projekt. Standardiserade krav lägges in - på rumsareor, närhet mellan utrymmen osv. Kommunikation mot användaren sker via SEARCH programmet (se nedan).

SKETCH Skissmodulen, är den centrala delen i CAEDS.
Preliminär layot skissas, eventuellt genom modifiering av i databasen befintliga lösningar från genomförda projekt. Väggars centrumlinjer lägges ut (samt uppgifter om vägg tjocklekar och material), data för tak specificeras, fönster och dörrar placeras. Utrymmen ges namn och dess funktion specificeras. Inredning placeras ut (hämtas från separat skapade ARCH:SYMBOL filer). Belysningsanordningar utplaceras, varma och kalla utrymmen specificeras osv. SKETCH är ett 2D-system, där även rumshöjder och våningstillhörighet inmatas (2.5D). Bildskärmen är indelad i skissarea och meny- och dialogarea.

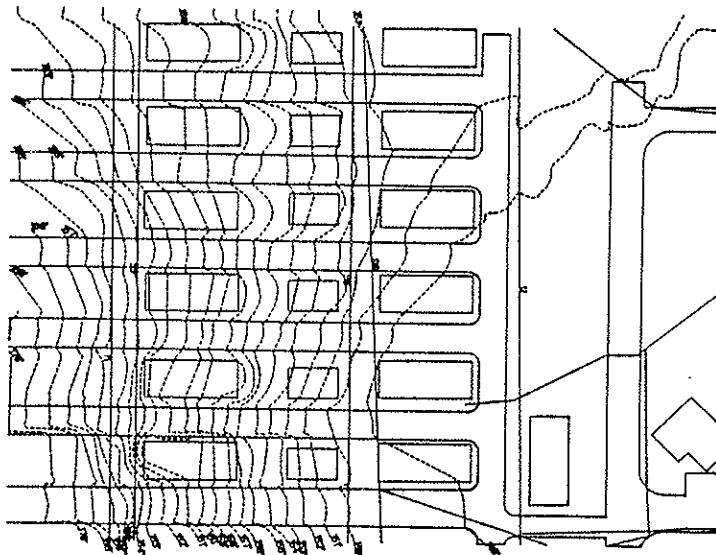
SITE på liknande sätt som i SKETCH skissas huskroppars placering, väggar, försörjningssystem (vatten, el, avlopp etc), marknivålinjer osv.

Papperskopior av "skisserna" kan tas ut under arbetets gång från SKETCH och SITE, liksom listor över ingående tak, väggar, pelare, dörrar, fönster, inredning, belysningsanordningar osv från SKETCH och liknande listor från SITE. Dessa listor datalagras och kan vidarebearbetas med TAKEOFF programmet (mängdsammanställningar).

COMPUTER-AIDED ENGINEERING AND ARCHITECTURAL DESIGN SYSTEM
CAEADS



FLOOR PLAN
SCALE: 1/16"=1'



EXISTING SITE
SCALE: 1"=50'

Figur 3. CAEDS systemets huvuddelar samt exempel på utmatning från SKETCH och SITE programmen.

SEARCH Systematic Evaluation of Architectural Criteria. Resultaten från SKETCH och SITE utvärderas nu m h t krav på max och min areor, gångavstånd, akustisk separering av utrymmen osv, avvikelser från krav listas. Vidare kan speciell utvärdering av handikapp- och brandsäkerheteskraV göras med hjälp av separata program HANDICAP och FIRE-SAFETY.

Om kraven ej uppfylls eller om nya krav önskas inlagda, börjar man om vid "DIS" ovan.

HVAC programmet köres av de ingenjörer som projekterar värme- och ventilationssystem. Temperaturzoner definieras tillsammans med värme- och luftkonditioneringsystem utgående från SKETCH producerade data. En noggrann energibalansberäkning kan nu utföras med hjälp av BLAST-programmet, building loads analysis and system thermodynamics. BLAST styres av användaren. BLAST använder speciella väderinformationsfiler och filer innehållande olika materials termiska egenskaper. Energibalans- och temperaturberäkningar utföres genom simulering under hänsynstagande till ventilations- och uppvärmningssystem, temperaturspecifikationer för olika zoner, närvaro av människor, solinstrålning, styrsystem för uppvärmning osv. BLAST ger en detaljerad bild av energiförbrukning och kostnader, dels momentant, dels summerat under byggnadens livstid, liksom detaljerade uppgifter om temperaturvariationer under dagen i olika utrymmen. BLAST består av 70 000 fortransatser. Körningar av HVAC/BLAST upprepas till dess att önskat resultat uppnåtts.

STRUCTURE utgående från SKETCH-data kan nu beräkningar av bärande system göras. STRUCTURE är för närvarande ej integrerat i CAEDS. Utvecklingsarbete pågår. Analysprogram, som

STRUDL, köres separat.

CEG/CACES Control Estimate Generator och Computer-Aided Cost Estimating programmen användes för att göra kostnadsuppskattningar under projekterings tidiga skeden (1) och (2) (ovan) resp under den slutliga projektering (3). Bibliotek för enhetspriser på arbete, redskap och material appliceras på mängdlistor framtagna med hjälp av TAKOFF programmet. TAKEOFF kan för närvarande använda mängder producerade av SKETCH, SITE, LIGHTING (HVAC och STRUCTURE producerade mängdlistor kan ännu ej anropas).

```

*****
* BUILDING QUANTITY TAKE-OFF *
* FOR U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS *
* DEVELOPED BY *
* U.S. ARMY CONSTRUCTION ENGINEERING RESEARCH LABORATORY *
*****

```

PROJECT : CASB4
DATE : MAY 2, 1983

```

*****
* MATERIAL SUMMARY *
*****

```

AREA SQFT.	MATERIAL TYPE
10176.76	EWAL1
17305.04	ROOF1
1493.33	ROOF2
11898.38	ROOF3
31280.39	FLOOR32
3633.53	PARTITION18
2391.99	PARTITION21
5875.84	PARTITION23
2947.27	WIREMESH

```

*****
* LIGHTING SUMMARY *
*****

```

TOTAL COUNT	LUMINAIRE TYPE
317	FLUORESCENT WITH PRISMATIC LENS

```

*****
* OPENING SUMMARY *
*****

```

NUMBER COUNT	TOTAL LENGTH	HEIGHT	TOTAL AREA	OPENING NAME
20	91.67	7.00	641.67	SINGLE PANE WITH BLINDS
8	12.67	7.00	88.66	SINGLE PANE HW WINDOW
48	144.00	7.00	1008.00	ID1
8	22.00	7.00	154.00	ID2
8	21.33	7.00	149.33	ID3

```

*****
* FINISHING SUMMARY *
*****

```

AREA (SF.)	FINISHING TYPE
4980.09	VINYL ASB.TILE/ RESILIENT
12150.24	EXPOSED/ EXPOSED
52.93	EXPOSED/ RESILIENT
501.14	CERAMIC TILE/ CERAMIC TILE
13898.29	./ EXPOSED-GYPSUM
28117.73	./ EXPOSED
458.86	HARDBOARD-4' / EXPOSE-GYPSUM
2983.71	CERAMIC-4' / EXPOSE-GYPSUM
2864.21	ACOUSTIC-8'
2115.89	ACOUSTIC-9'
10760.02	EXPOSED-VARIES
554.07	GYPSUM-8'
37932.70	NO-FINISH

Figur 4. Exempel på mängdavgtagning från CAEDS systemet.

DRAFT som är ett ritsystem producerar, skalade, måttsatta och textförsedda ritningar producerade av SKETCH programmet. Med hjälp av GRAPHIC kan även perspektiv produceras.

Med CAD:OPENINGS programmet skapas biblioteksfiler över dörrar och fönster. Kataloger kan produceras, vidare kan beskrivningar över fönster och dörrar läsas av DRAFT och läggas ut på ritningar, som underlag för byggupphandling.

Ett önskemål är att integrera något existerande rit-system till CAEDS med bättre egenskaper än DRAFT (större användarvänlighet önskvärd).

Vid CERL finns även viss mjukvara för datorstöd i den slutliga projekteringen ((3) finaldesign). Förutom ovan nämnda CACES finns

EDITSPEC Computer-Aided Specification Preparation System.
Med systemet kan byggbeskrivningar tas fram genom sammanställning av datalagrade beskrivningstexter.

ARCH:MODEL är ett 3D modelleringsystem baserat på en relationsdatabas (systemet som är utvecklat vid University of Michigan Ann Arbor beskrives kortfattat i avsnitt 2.1). Ritningar producerade med SKETCH kan flyttas över till ARCH:MODEL. ARCH:MODEL kan eventuellt komma att utgöra stommen i ett integrerat system för den slutliga projekteringen.

Vid CERL drivs för närvarande ett projekt, vilket kommer att resultera i rekommendationer för standardiserad redovisning av olika symboler på ritningar. I projektet deltar alla berörda organisationer i USA, som ASCE (American Society of Civil Engineers), NBS (National Bureau of Standards) osv.

Arkitekturprofessorn Walter Lewis vid University of Illinois, berättade att man just startat en A/E (architecture/engineer) utbildning sammansatt av delar av arkitekt- och civilingenjörsutbildningarna, som ett led i att undvika ökade klyftor mellan arkitekter och civilingenjörer (enligt vad undertecknad erfarit

har detsamma skett vid University of Berkely i Californien). JS kommenterar det positiva förhållandet, att SOM (se avsnitt 2.2) ej anställer arkitekter och ingenjörer som ej har datorkunskaper.

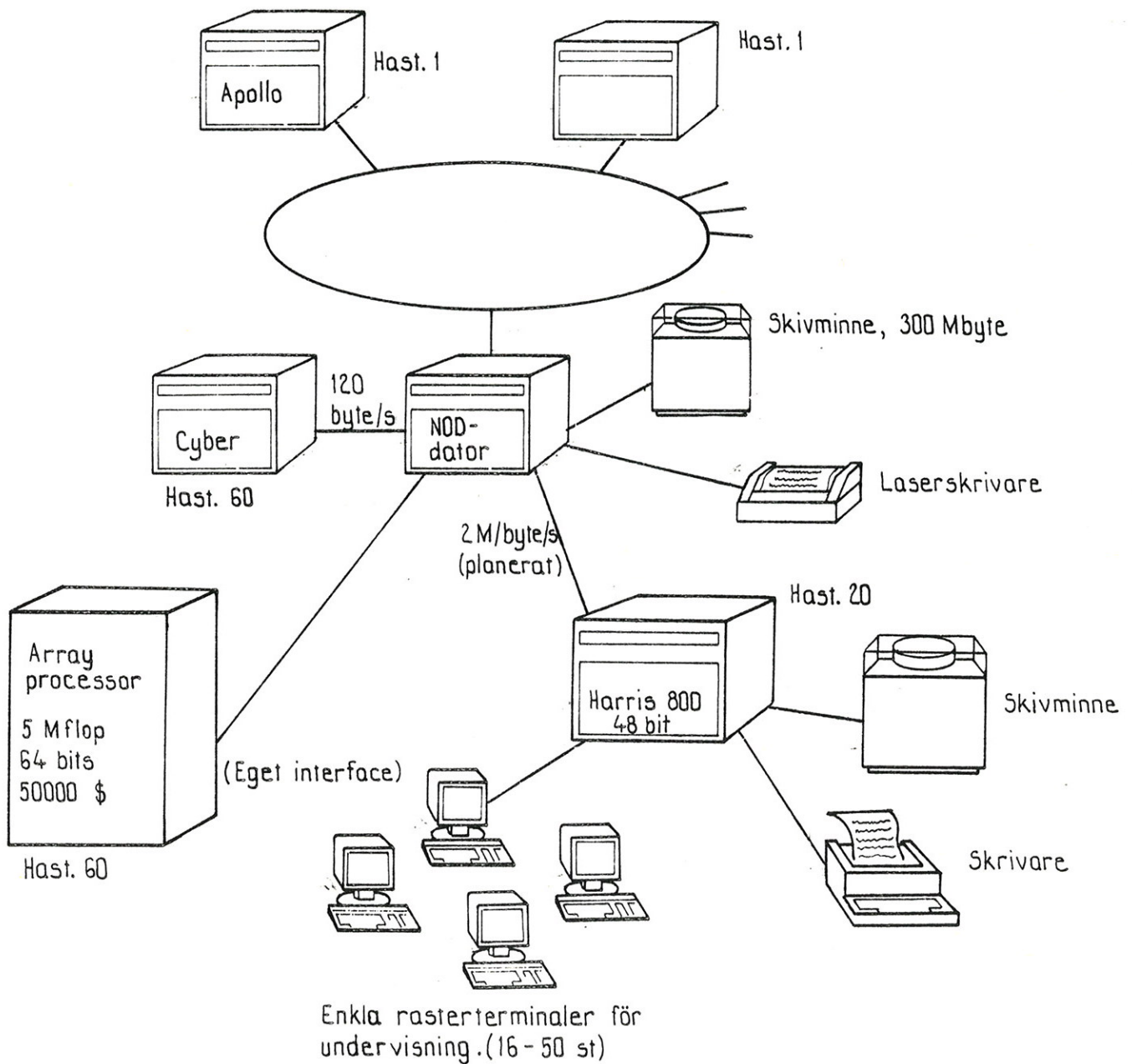
CERL har låtit utveckla ett speciellt program, SIF, med vars hjälp data producerade av SKETCH kan flyttas till CAD-systemen Intergraph, Applicon eller Autotroll (SIF, Standard Interface Format Translator). Data konverteras till så kallat SIF format (Standard Interchange Format). Programmet är skrivet i Fortran IV och ligger på Amdahl datorn vid University of Michigan Ann Arbor. SIF sätter upp en fil av ASCII-kommandon för det mottagande systemet för skapande av väggar, öppningar, möbler, utrustning, rum och hjälplinjer (GRID). Upp till 10 våningar (max 100 i SKETCH) överföres per bild. Funktionell uppdelning göres på olika lager.

2.5 University of Illinois at Urbana-Champaign (Per Christiansson, Pål Hansson Paul Rehn)

Besök hos professor Lenny Lopez, Department of Civil Engineering, University of Illinois, Urbana, Illinois.

LL informerade om sin pågående forskning inom området datorstödd konstruktion. Situationen för forskningen inom området företer vissa likheter med den i Sverige, genom bristande förståelse från anslagstilldelande myndigheter om betydelsen av forskning inom det område, som kan benämnas software engineering (NSF National Science Foundation har emellertid nyligen insett behovet).

Först lite om datorresursbilden. Den vid universitetet tillgängliga Cyberdatorn var ej lämplig att arbeta med och Borroughsdatorn för långsam. Man har nu börjat köpa in Apollodatorer och planerar att köpa in 20 st att sammankopplas i ett ringformat nät. Den planerade konfigurationen framgår av figur 5, i vilken även datorernas relativa beräkningshastighet angivits. (Apollo = hastighet 1).



Figur 5. Planerad konfigurering av datorresurser vid Department of Civil Engineering, University of Illinois.

LL är engagerad i både konsulterande verksamhet, undervisning och forskning. Man strävar efter att köpa in så mycket mjukvara som möjligt, samt extern hjälp för programvaruutveckling (hinner ej själv).

LL har tidigare utvecklat ett engineering data management system, POLO. Sedan ett par år forskar LL inom området knowledge engineering. Inget är ännu publicerat, men resultat kommer eventuellt att redovisas i september vid den planerade Knowledge Engineering in Computer Aided Design-konferensen i Budapest. Forskningen innebär att ett egenutvecklat knowledge base, KB, system avses hantera informationsflödet mellan applikationsprogram och databaser. Applikationsprogrammen kommunicerar mot användaren på hög nivå via ett user interface management system, som mellan sig och användaren utnyttjar grafisk standard, GKS eller CORE. Applikationsprogrammen rådfrågar under gång KB systemet (är detta tillåtet osv). Applikationsprogrammen och databaserna kan på detta sätt bli föremål för av varandra oberoende modifieringar.

Synsättet kan även appliceras vid uppbyggnad av datorlagrade normer. LL deltar i forskningsverksamhet finansierad av NBS, National Bureau of Standards, inom ovanstående område, vilket bland annat resulterat i SASE programvaran (Standards Analysis, Synthesis and Expression) för stöd vid formulering av datorbaserade normer. Detta och liknande arbeten, inom området AI, artificiell intelligens (expertsystem och 5:e generationens programvara), kommenteras av undertecknad i samband med rapportering av pågående forskning vid Bärande Konstruktioner, LTH, (projektet "Styr- och redovisningssystem för datorbaserat byggprojekteringsarbete").

LL har redan kontakter med svenska forskare, framtida samarbete med LTH - Konstruktionsteknik diskuterades.

2.6 McAuto, St Louis

McDonnell Douglas Automation Company, St Louis, Missouri.

McAuto är McDonnell Douglas koncernens dataserviceföretag. McAuto grundades 1960. Totalt arbetar inom McDonnell Douglas 7000 personer. McAuto säljer applikationsprogramvara inom bland annat CAD/CAM området, för strukturanalys samt projekt- och underhållsplanering. Vidare säljer man tjänster i samband med utveckling och underhåll av mjukvara, träning och rådgivning. Slutligen erbjuder man tillgång till olika datorprogram på egna maskiner (framförallt på Vax).

McAuto är nyblivna agenter för GDS (General Drafting System) och BDS (Building Design System) från ARC (Applied Research of Cambridge). Dessutom säljer man sin egenutvecklade CAD/CAM mjukvara Unigraphics. Tyvärr presenterades inte CAD-verksamheten vid McAuto, dock inhämtade undertecknad lite information under middagen.

James Pfeiffer (manager architectural services) berättade att man dittills sålt 39 GDS-system (3 system per 2 veckor). Som regel installerar köparen till en början 2 arbetsstationer. ARC håller på att lägga in Fortrankompilator under GDS (Basic finns redan). McAuto undersöker möjligheter till samarbete med universitet (Cornell - Penn. state - MIT - UCLA). Gene Barron (engineering services marketing) berättade att McAuto tittade på möjligheterna att koppla ihop GDS-databasen med andra systems databaser. För fyra år sedan försökte man att introducera Unigraphic systemet på byggmarkanden utan att lyckas.

Peter Kapus presenterade det nyutvecklade System 1, vilket köres på Vaxdatorer. Programmet kan ses som ett överordnat operativsystem. Systemet kan nås på tre olika nivåer, uppifrån och ned - system manager, project managers och användare. Olika projekt kan definieras med delprojekt till vilka olika applikationsprogram knytes. Maskinresurser kan fördelas mellan jobb, åtkomst till filer styrs, liksom tilldelning av filareor och CPU kapacitet. Kommunikation mot andra datorer ombesörjes av systemet, som sänder iväg jobb och tar emot resultat när de är färdiga. Underlag för

debitering av kunder ges inom olika projekt.

PK menade att Mc Auto måste ha tillräckligt stor marknadsandel inom CAD/CAM-området (10 %) innan de börjar lägga ner pengar på att integrera CAD-systemen med andra program. 5 - 6 miljoner \$ per år lägges ned på finita element paketet STRUDL. 70-talets boom (skyskrapebyggen) är över, vilket ställer till problem (50 % av sådana byggnader är beräknade med STRUDL enligt PK).

Joachim Wenersbach och Bill Webster informerade om de program-paket Mc Auto kan erbjuda inom området projektadministration, MCS Managing and Control System. Man erbjuder program inom 6 huvud-områden (programmen kan integreras). CAD-programvara kan ej integreras. 75 % av alla programinstallationer finns på byggtre-prenadfirmor:

- (1) ESTEK, Estimating, för kostnadskalkylering
- (2) MSCS, Management Scheduling Control System, för resursför-delning (arbete, dollar osv).
- (3) COPES, Cost Control and Performance Measurment, för jämförelser mellan budgeterade och verkliga kostnader.
- (4) LISS, Materials Management and Drawing/Document Control (LISS = line item standard system), för att exempelvis följa en pumps väg genom ett projekt (design, tillverkning, transport, installation).
- (5) PERMAC, Maintenance Management, för underhållsplanering.
- (6) TMAPS, MAPS och MGS för grafisk presentation av resultat.

2.7 CRS, Houston

CRS Group, Houston, är en konsult/entreprenörfirma med 3000 anställda (ca hälften från det nyligen uppköpta Sirrine Company). Årsomsättningen är 200 miljoner \$, med 30 % på utlandsarbeten (50 % före Sirrine köpet).

Gus Akselrod, executive vice president CRS Systems Division, informerade om företaget och dess CAD-resurser (dock ej CAD inom Surrine, som använder Intergraphsystem vid projektering av framförallt processindustrier). Genom köpet av EPR, Environmental Planning & Research Inc i San Fransisco, har man även tillgång till GDS/BDS. EPR, New York, avser använda GDS för administrering av utrymmes användning, kontor, inom Rockefeller Centre.

1976 inköptes ett Auto-trol system med 4 arbetsstationer. Man använde nästan inte systemet på 6 år (erhöll ingen produktivitetsökning), dock hade systemet varit framgångsrikt vid inredningsprojektering av höghus i Houston.

Man anlidade 1982 en konsult, Gerald Pfeffer, som tog fram underlag för bedömning av hur man skall gå vidare. GP utarbetade en mycket omfattande checklista för systematiserad bedömning av olika CAD-system. För närvarande kör man ett pilotsystem (2 Intergraphsystem på Vax 11/750). Vidare tittar man på Autocad systemet liggande på IBM PC.

Ken Green, systems analyst, arbetar med Autocad. Bland annat undersöker han möjligheterna att ta fram en bärbar version med digitizer och plotter och ett system för materialtracking, där uppgifter om olika komponenters väg genom ett projekt lagras i CAD-systemen. KG jämförde databaserna RIM och dBase2 och menade att Dbase2 var lika användbar som det större RIM.

GA menade att man går in i en återvändsgränd om man enbart betraktar CAD-systemet som ett ritsystem. Ett CAD-system måste vidare vara avskrivet på 3 år.

GA nämnde att man inom CRS förfogar över ett brett spektrum av program (en del egenutvecklade) för projektplanering, kostnadsräkylning, materialhantering (från projektering till inventarie-katalog), redovisning, utrymmesplanering och planering av viktigare beslut (decision tracking).

Joe Thomas, senior vice president, och David Clark, vice president, vid International Division, redogjorde för CRS's utlandsverksamhet. Man bygger ofta upp speciella lösningar för ett projekt utomlands beträffande konfigurering av hårdvara, mjukvara och kommunikationsnät (telenät). Man kommer att köra mera projekt-administration på IBM PC framöver (persondatorerna är billiga, flyttbara och lätta att använda menar man).

Vid Houston kontoret har man en egen HP3000 installerad, dessutom använder man IBM datorer vid Rice university. Datorerna kommunicerar via General Electric World Net.

(CRS's Cad manager heter Mike Schley, som tyvärr ej kunde närvara vid vårt besök).

2.8 3D/International, Houston

3D/International, Houston, Texas, är en arkitekt/ingenjörskonsultfirma med ca 300 anställda. Man projekterar ofta banker, sjukhus och kontor. Ca 50 % av omsättningen faller på utlandsjobb. Förutom datorkraft för den egna verksamheten erbjuder man extern datorservice (se nedan).

Det är framförallt inom 3 av totalt 9 avdelningar som CAD-teknik användes, i ordning av ingenjörer (2 arbetsstationer), interiörarkitekter (1 station) och arkitekter (2 stationer). Man använder Intergraph på en PDP 11/70 dator från Digital Equipment.

Philip Wales, manager computer aided design, kommer från Prime Computers, där han arbetat med konvertering av CAD-systemet Rucaps (från GMWC i England) till Prime-datorer. PW anser att både Medusa och GDS systemen (från CIS respektive ARC i Cambridge) är bra system. Intergraph håller på att bli en standard inom architecture/engineer området i USA, menade PW. Man arbetar med

att koppla ihop IBM PC (personal computer) med Intergraph systemet, i första hand för textöverföring mot persondatorn. Systemavdelningen utvecklar själv menyer för de olika diciplinerna. Några analysprogram har men ej integrerat till systemen. Ingenjörerna kör även analysprogram externt på universitetsdatorer. CAD-stationer användes i två skift 6 - 14, 14 - 22 och vid behov under ett tredje skift 22 - 6.

Det är positivt för arkitekterna att kunna presentera lösningar på ett tidigt stadium med hjälp av CAD-teknik, även om lösningarna ej är de slutgiltiga. Arkitekterna använder ej systemet som ett dimensioneringsredskap, men man kommer att tvingas till detta, när allt fler kontor skaffar hjälpmedlet (nu kan det vara säljande att hävda att ritningarna är CAD-ritade).

Lloyd Fite, vice president engineering division, kommenterade pågående arbete vid de olika CAD-arbetsplatserna. Bland annat förevisades egenutvecklade rutiner i Fortran, med vars hjälp element ingående i en ritning, sammanställdes genom alfanumeriska kommandon på vanlig bildskärm. Intergraph systemet sammanställde därefter den slutliga ritningen. Fördelen var att ingen speciell utbildning krävdes för användning av rutinerna. Man arbetar ej med parametriska element (biblioteksfigurer lagras således med givna mått). Man anser sig, under de 4 år man haft systemet, byggt upp en värdefull kompetens inom företaget. Med hjälp av egenutvecklade menyer erhåller ingenjörerna ett kraftfullt verktyg för sammanställning av installationsritningar, liksom arkitekterna för framtagning av inrednings- och planritningar. Man kommer inte att byta ut sin PDP 11/70 mot Vax 11/780, utan inväntar istället arbetsstationer med processorer och skivminnen, vilka kommer att innehålla en stor del av CAD-mjukvaran.

Vid servicebyrån finns 3 Intergraph arbetsstationer, varav en färggrafikterminal (Intergraph arbetsstation i färg kostar ca 52 000 \$). Man håller på att lägga in Houston downtown i systemet. Datorn är en Vax 11/780. 2 - 3 personer arbetar med programutveckling.

2.9 Pierce, Godwin & Alexander, Houston

PGA, Houston Texas, är en arkitektfirma, som existerat sedan 1946. Man har projekterat alla terminalerna på Houston International. Vidare projekterar man höghus, parkeringsgarage, undervisningsbyggnader, museer, industrier, sjukhus och restauranger. Totalt har man 90 anställda (15 i Dallas).

Steven Peters en av delägarna redogjorde för CAD-resurserna vid PGA. Grafisk hantering göres på ett Computervision (CV) CGP 200 system på 2 anslutna arbetsstationer. Till systemet finns 2 stycken microdatorer Cromemco Z2H inkopplade, till vilka 8 alfa-numeriska terminaler är anslutna. Microdatorerna är värddatorer där CV systemet uppför sig som en terminal. I microdatorerna finns databasen dBase 2, vilken bland annat innehåller information om vad som produceras med CV systemet och manuellt. Microdatorerna kommunicerar via telenätet med externa stordatorer, där exempelvis energiberäkningar göres (BLAST, DOE2, EP), (sänder indatafil, tar emot resultatfil). Storskaliga planer och sektioner tas fram i CV-systemet.

En orsak till att man valde CV systemet var att man kunde arbeta med 3D modeller av verkligheten (trådmodeller). Man önskade även kunna sammanlänka grafisk information med icke grafiska beskrivningar eftersom 90 % av alla data i ett projekt är av icke grafisk natur.

Man började bygga upp systemet 1981. Kostnad för CAD-system med dator, 2 arbetsstationer och plotter var 313 000 \$. Ytterligare 2 arbetsstationer kommer att inköpas. Målet är 2 - 3 arkitekter per arbetsstation, samt en alfanumerisk terminal per arkitekt. Systemchefen är arkitekt. För närvarande har man 5 välutbildade användare, samt ytterligare 12 i februari 1984. Träning sker efter arbetstid och är frivillig. Endast ett 10-tal byggkonsulter

använder CV-system i USA.

System för automatisk märkning i CAD-systemet av exempelvis rum och dörrar har man utvecklat själv. Listor över komponenter kan genereras, liksom ytspecifikationer. Tidigt i ett projekt sätter man upp en masterspecification, där arkitekten anger vilka planer osv, han avser arbeta med. Man arbetar i 2D, när det är möjligt (modellen är dock alltid i 3D).

Man har en mycken medveten filosofi inom PGA att använda datorresurserna som ett projekteringshjälpmedel och ej endast som ett rithjälpmedel. SP poängterade vikten av att sträva efter att knyta samman arkitekter och ingenjörer i projekteringsarbetet.

