

INSTITUTTET FOR HUSBYGNING

Rapport nr. **183**

---

KRISTIAN HERTZ  
**CAD I BYGGESEKTOREN VED DTH  
PLANER OG STATUS OKTOBER 1987**

---

Den polytekniske Lærestalt, Danmarks tekniske Højskole  
Lyngby 1987

---

## FORORD

Denne rapport udgør en beskrivelse af CAD-aktiviteterne ved bygningsretningen på DTH.

Den indeholder en række af de overvejelser, der har ligget til grund for indførelsen af CAD i undervisningen og forskningen ved DTH-B og giver et indtryk af, hvilke muligheder dette kan indebære for den fremtidige udvikling på området.

Når DTH først så relativt sent har fået mulighed for at arbejde konkret med CAD-teknologien skyldes det bl.a. vanskeligheder ved at indplacere de forholdsvis store investeringer i højskolens stramme budgetter.

Ved at inddrage studerende på eksamensprojektniveau i udviklingen, har DTH imidlertid mulighed for at yde en indsats, som private firmaer ikke vil kunne varetage inden for økonomien i de konkrete sager.

Det vil derfor være en oplagt mulighed, at DTH tager aktuelle projekter op i samarbejde med andre institutioner og firmaer i den private sektor, da dette samtidigt kan sikre de studerende og ansatte ved DTH relevante opgaver og en bred kontaktflade til erhvervslivet.

Det er håbet, at denne rapport kan udgøre en håndbog for firmaer og institutioner uden for DTH, der ønsker at vide mere om, hvad DTH-B foretager sig på CAD-området, ligesom den kan være informativ for DTH's ansatte og studerende i det daglige arbejde.

Afsnittene i rapporten baserer sig på tekster, som alle oprindeligt er skrevet af forfatteren undtagen beskrivelsen af kurset i CAD, der stort set er identisk med gengivelsen i DTH's Program og Studiehåndbog.

Afsnittene med et program for indsatsområdet "CAD i byggesektoren" ved DTH og afsnittet "Anskaffelsesbehov for indsatsområdet CAD i Byggesektoren ved DTH" er vedtaget af indsatsområdets følgegruppe den 10./8. 1987, og gengives her i en ajourført version.

Lyngby, oktober 1987  
Kristian Hertz

INDHOLD

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| Forord.....                                    | 2  |
| Indhold.....                                   | 4  |
| CAD i byggesektoren.....                       | 5  |
| CAD ved DTH-B.....                             | 9  |
| Opgaver for CAD-forskning ved DTH-B.....       | 11 |
| Opbygning af et CAD-miljø ved DTH-B.....       | 13 |
| CAD-forskning ved DTH-B hidtil.....            | 15 |
| CAD SYSTEM VED DTH'S BYGNINGSRETNING.....      | 18 |
| ETHERNET-FORBINDELSER DTH-B, UNI-C, DIA-M..... | 19 |
| ANSKAFFELSESBEHOV                              |    |
| Om CAD-anskaffelser.....                       | 20 |
| Om PC-anskaffelser.....                        | 26 |
| CAD eksamensprojektforslag.....                | 29 |
| Projekt-emneliste.....                         | 30 |
| Undervisning.....                              | 32 |
| Summary                                        |    |
| Computer Aided Building Design.....            | 34 |
| Education activities.....                      | 35 |

## CAD I BYGGESEKTOREN

### Hvad er CAD?

CAD (Computer Aided Design) er et projekteringsværktøj, hvor anvendelsen af en computer muliggør en integration af alle data i en byggeproces.

Man må her skelne klart mellem Computer Aided Design, og Computer Aided Drafting.

---

Drafting står for rene tegnesystemer, hvor man ofte ved hjælp af en PC udfører et tegnearbejde.

Design omfatter foruden tegnesystemerne også databasefaciliteter, hvor en mangfoldighed af oplysninger om bygværket kan knyttes til dets geometriske data.

I denne forbindelse forstås altså ved Computer Aided Design projektering ved hjælp af et egentligt informationssystem.

I byggeteknisk sammenhæng indføres CAD bl.a. ud fra følgende ønsker:

- 1) At kunne udnytte den lette adgang til reproduktion af projektelementer for bygningsdele og hele bygværker.
- 2) At kunne genanvende projektdata til en mangfoldighed af opgaver således, at de samme en gang definerede data eksempelvis kan anvendes i forbindelse med optegning, styrkeberegning, mængdeberegning, prisoverslag, planlægning af opførelsen, planlægning af vedligeholdelsen og projektering af ombygninger.

- 3) At kunne opbygge databanker med detaljer og projektstandarder og udnytte disse systematisk ved projektering.  
Bankerne tænkes dels opbygget internt i firmaer eller i firmagrupper og dels centralt ved statsinstitutioner og lignende (BPS-Centeret f.eks.)
- 4) At kunne tilsikre, at alle, der arbejder på en byggesag til stadighed har adgang til et opdateret projekt.
- 5) At kunne eliminere processer i projekteringen ved at de involverede firmaer direkte får adgang til fælles databaser, der indeholder projektdata.
- 6) At kunne forbedre projektet ved udnyttelse af den lettere adgang til beregning.
- 7) At kunne fremstille projektet med en mere præcis detaljering til brug for udførelsen og, hvad der har den største betydning for, at projektet i det hele taget bliver til noget: at kunne fremstille det forståeligt for bygherrer og myndigheder på et tidligt tidspunkt, hvor det besluttet, om projektet skal realiseres.

#### Økonomien

Desværre indføres CAD ofte med forventninger om besparelser og hurtig afskrivning af udstyret.

I stedet opdager man, at man ofte fik dyrere projekter; men i mange tilfælde med en vis kvalitetsforbedring, som man dog kan fornemme kunne blive langt større, hvis projekteringsformen blev ændret radikalt.

Når man i praksis forsøger at anvende CAD på aktuelle byggesager, viser det sig hurtigt, at de hidtil anvendte projekteringsformer ikke er tilstrækkelige til at udnytte de fordele, som CAD indebærer.

Som følge deraf er anvendelsen af CAD kun i sjældne tilfælde oplevet som en økonomisk gevinst for projekteringen.

Årsagen hertil er, at firmaerne ofte har økonomisk mulighed for at anskaffe det nødvendige udstyr; men sjældent kan lade medarbejderne forske i udformningen af nye projekteringsmetoder, nye projektudformninger, nye beregningsanvendelser og nye projektorganisationsformer.

### Forskningsbehov

Man mener med rette, at disse opgaver bør varetages af ~~vore byggetekniske forskningsinstitutioner.~~

Herved får man adgang til at anvende den nyeste viden på alle de specialområder, som CAD involverer, og man undgår at måtte vælge de hurtigst opnåelige løsninger, sådan som det normalt er tilfældet, når CAD projektering skal udvikles i forbindelse med de løbende byggesager.

Man får derimod mulighed for at arbejde analytisk med CAD-projektering og afprøve konsekvenserne af de valg, man foretager.

Endeligt opnår man en koordinering af bestræbelserne, således at man ikke skal bruge tid på at løse de samme grundliggende problemer i hvert enkelt firma, og ved at have et aktivt CAD-forskningsmiljø, sikrer man sig, at den nyeste viden på området så vidt muligt bliver tilgængelig.

Sammenfattende kan man sige, at Computer Aided Design kan først og fremmest medføre en kvalitetsforbedring og i anden række en økonomisk gevinst ved byggetekniske anvendelser.

### Informationsteknologien og byggeriet

To forhold er af den største betydning for den fremtidige udvikling af dansk byggeri.

Det ene er, at den danske byggesektor består af mange mindre firmaer, der må arbejde sammen for at realisere et byggeri.

Vore udenlandske konkurrenter er hovedsageligt meget store foretagender, der hver især alene dækker alle nødvendige funktioner i byggeprocessen.

Hvis dansk byggeri skal kunne konkurrere internationalt, er det simpelt hen nødvendigt, at udnytte de muligheder, som informationsteknologien giver for at flere firmaer kan etablere et effektivt samarbejde.

---

Det andet forhold er, at byggematerialerne og byggemetoderne undergår en så rivende udvikling, at danske firmaer ofte er for små til at kunne sikre sig den fornødne adgang til alle relevante data derom.

Dette nødvendiggør således, at informations-teknologien inddrages i byggeriet.

Med andre ord er det direkte et spørgsmål om den danske byggesektors overlevelse, at udnytte CAD-projekterings muligheder i tide.

Det er derfor af den største betydning for den fremtidige udvikling, at forskningen i CAD bliver styrket i Danmark, og alle med et ansvar for dansk byggeri, det være sig Entreprenørforeningen, Foreningen af Rådgivende Ingeniører og regeringen, udtrykker ønske om, at vore byggetekniske forskningsinstitutioner herunder DTH øger indsatsen på området.

CAD VED DTH-B

I betragtning af de gennemgribende ændringer af projekteringsformerne, som den nødvendige indførelse af CAD må påregnes at ville give anledning til, er der et påtrængende behov for forskning og undervisning i CAD ved DTH.

Samspillet mellem undervisning, forskning og praksis er på dette område helt analogt til forholdene på andre byggetekniske områder.

Den selvstændige danske forskning tjener her, som på andre områder, til at løse aktuelle problemer, højne undervisningsstandarden og muliggøre hurtig hjemtagning af nye resultater og ny teknologi fra udlandet, og den argumentation, som berettiger eksistensen af en dansk byggeteknisk forskning, kan med uformindsket styrke anvendes som argumentation for initiering og udbygning af en forskning på CAD-området.

Det er i denne forbindelse naturlige opgaver for DTH at fremme og koordinere udviklingen af computer-understøttet projektering og formidle viden derom.

Den af H.C.Ørsted grundlagte tradition for et tæt samspil mellem eksperimentel og teoretisk forskning ved DTH passer fortrinligt til en forskning i CAD.

De nye projekteringsmetoder, der udnytter den elektroniske datarepræsentation, må - ofte i samarbejde med firmaer - afprøves på konkrete delprojekter, hvorved det verificeres, om metoderne er anvendelige, og nye opgaver for den teoretiske forskning vil tegne sig.

Den følgende liste over mulige delopgaver for en CAD-forskning på DTH kan derfor ikke være fuldstændig; men det betydelige omfang af de anførte opgaver dokumenterer det store behov for en hurtig udbygning af forskningen i CAD ved DTH.

---

OPGAVER FOR CAD-FORSKNING VED DTH-B

Klarlægning af faserne i et projekteringsforløb samt informationsflowet deri og de anvendte projekteringsmetoder.

Udvikling af nye projekteringsformer, hvor mulighederne i CAD udnyttes hensigtsmæssigt, og hvor projekteringen sker direkte på en rumlig datamodel af bygværket.

Undersøgelser over CAD-projekterings konsekvenser for byggeriet og byggesektorens ansatte.

Opstilling af organisationsmodeller for computer-understøttet projektering herunder:

Udformning af det fysiske projekt (tegninger, modeller, beregninger, planer, lister, mængde- og pris-overslag m.v.).

Undersøgelser over CAD-æstetik, læsbarhed, informationskontrol og redundans.

Opbygning af modeller for datarepræsentation af bygningsprojekter.

Undersøgelser over organisation og opbygning af databaser til projekteringsbrug og de tilknyttede skalprogrammer, såvel eksterne som interne for det enkelte projekt.

Undersøgelser af den logiske og fysiske organisation af CAD-systemer.

Undersøgelser af CAD-projekterings indflydelse på arbejds- og ansvarsfordelingen mellem bygherre, rådgivende og udførende teknikere og myndigheder.

Udvikling af hensigtsmæssig information og organisation af brugerstaben til et CAD-system.

Opstilling af krav til delfprogrammer og anvendelsesprogrammer og udvikling af sådanne.

Skabe sammenkoblingsfaciliteter, der knytter beregningsprogrammer tæt til CAD-projekteringen.

Medvirke til fremme af en standardisering af formater og projekt-datarepræsentationer.

---

Bidrag til udvikling af kommunikationsmuligheder mellem forskellige og geografisk adskilte CAD-systemer og systembrugere.

Udvikling af metoder til arkivering af CAD-projekter, så disse kan udnyttes hensigtsmæssigt ved senere ombygninger m.v.

Opbygning af et eller flere CAD-systemer ved DTH-B.

Opstilling og udvikling af begrebsmæssige redskaber, hvormed ingeniører kan definere CAD-systemers opbygning og anvendelse overfor leverandører, programmører og brugere.

OPBYGNING AF ET CAD-MILJØ VED DTH-B

I erkendelse af det store behov for indførelse af undervisning og forskning i CAD ved DTH's bygningsretning vedtog B-fagrådet i 1985 at gøre CAD i byggesektoren til et særligt indsatsområde.

Forskningen i indsatsområdet blev planlagt fremmet ved ansættelse af 4 lektorer i de følgende år, efterhånden, som DTH fik frigjort midler til formålet.

Sideløbende hermed blev der søgt fremskaffet midler til anskaffelse af CAD udstyr til undervisningsbrug.

Status pr. oktober 1987 er, at den første lektorstilling blev besat i februar 1987 og 6 CAD arbejdsstationer er under etablering.

Til undervisningsbrug er der indledningsvis indkøbt 5 arbejdsstationer til CAD-systemet EUCLID ved brug af DTH-midler og en ligeså stor særbevilling fra undervisningsministeriet.

Til forskningsbrug er der af DTH-B midler indkøbt en tilsvarende arbejdsstation.

Herudover har leverandøren tilbudt at opstille 1 station til demonstrationsformål i forbindelse med de 5 undervisningsstationer, således at der i alt vil være 6 stationer til rådighed for undervisningen.

Disse 6 undervisnings-stationer skal dels benyttes til egentlig kursusaktivitet og øvelseseftermiddage i skiftehold, og i den øvrige tid må de påregnes meget hurtigt at blive besat af studerende, der laver individuelle kurser og eksamensprojekter, hvori CAD indgår.

Der er truffet aftale med et antal firmaer og statsinstitutioner om etablering af et forskningsmæssigt samarbejde herunder CE-Data, M.Folmer Andersen A/S, DIA-B og DIA-M, og flere udadrettede kontakter bliver taget med henblik på formulering af fælles forskningsprojekter.

Projekternes gennemførelse vil afhænge af den takt, hvormed udstyret anskaffes og indsatsområdet udbygges.

Firmaerne i den private sektor giver klart udtryk for en stor interesse i et forskningsmæssigt samarbejde med DTH og DIA om CAD, og man er villig til at yde en betydelig indsats i den forbindelse f.eks ved at stille programmel gratis til rådighed, modtage eksamensprojektanter og deltage i afprøvningen af nye projekteringsmetoder.

Trods det iøjnefaldende behov for en betydelig forskningsindsats synes DTH's muligheder for af egne midler at udbygge CAD-indsatsen at være reducerede.

Årsagen hertil er dels begrænsninger i højskolens midler og dels, at en udbygning af CAD aktiviteterne vil kræve midler og stillinger, som vil fragå andre forskningsområder, hvilket naturligvis kan medføre en modstand fra nogle af de medarbejdere, som er beskæftiget med disse områder.

Det er håbet, at CAD-området i vid udstrækning vil kunne finansieres ved særlige bevillinger, således at indsatsområdet kan sikres en støt udbygningstakt og arbejdsro til de store opgaver, som forestår.

CAD-FORSKNING VED DTH-B HIDTIL

I det følgende gives en meget kortfattet redegørelse for arbejdet med CAD ved institutter under Bygningsfagrådet på tidspunktet for påbegyndelsen af arbejdet med indsatsområdet, dvs. primo 1987.

Instituttet for Husbygning har ikke tidligere været involveret i CAD forstået som informationssystemer til projektering (Computer Aided Design i modsætning til Drafting).

Ved instituttet har man dog en lang tradition for at anvende og udvikle computerbaserede løsningsmodeller til byggetekniske opgaver, og man har arbejdet såvel med mikrocomputere, som med mainframes.

Instituttet viderefører forskning og undervisning i Borgerlig Bygningskunst, og har som sådan over hundrede års erfaring i at håndtere synteseprocesserne i forbindelse med projektering, hvilket netop er det centrale ved anvendelsen af egentlige CAD-systemer.

Bl.a. derfor er den første lektor i CAD ansat ved dette institut februar 87.

Afdelingen for Bærende Konstruktioner er det naturlige hjemsted for forskning i computerunderstøttet beregning af bygværkers styrkeforhold.

Her har man i mange år arbejdet med Finite Element-metoder, automatiske last- og spændingsbestemmelser baseret på såvel elasticitetsteorien som på andre konstitutive betingelser, og der arbejdes med brudmekaniske modeller, systemgenerering, lastgenerering, deformationsberegninger, instabilitetsfænomener m.m på såvel mainframes, som på mindre computere.

Da disse områder er af stor betydning for de ingeniørmæssige anvendelser af CAD, er det hensigten, at den anden lektor i CAD under indsatsområdet skal ansættes ved dette institut ved konvertering af en adjunktstilling, som allerede er besat.

Instituttet for Tegning har allerede indledt en forskning i CAD på PC'ere, hvor man har udviklet tegneprogrammer og koblet disse til et mindre databasesystem.

Desuden arbejder man med sammenkobling af forskellige systemer og med standarder for dataoverførsler derimellem.

Instituttet er det naturlige hjemsted for en forskning i geometrisk modellering med CAD og i grafisk lay-out herunder læsbarhed af det grafiske udtryk og opbygning af tegningsdelen af projekter.

Instituttet for Anlægsteknik har gennemført vurderinger af konsekvenserne af CAD for arbejdsforholdene på byggepladser, mulighederne i at anvende PC'ere til planlægning og styring af bygge- og anlægsopgaver, CAD's indflydelse på byggeriets brugskvalitet og udtryk, mikrodatamaters anvendelse på byggepladser og edb-understøttede prisberegninger.

Instituttet er det naturlige hjemsted for en forskning i anvendelsen af CAD i entreprenørvirksomheder og CAD-organisation i forbindelse med udførelse af bygge- og anlægsarbejder.

Laboratoriet for Varmeisolering har en lang tradition for forskning i computerunderstøttede beregninger af varmetransport, varmeenergilagring og solvarme-påvirkning og -akkumulering deraf med såvel mikrocomputere, mainframes og analogmaskiner til simulering.

Der arbejdes med grafisk præsentation af beregningsresultater, men endnu ikke sammenkobling af beregningerne med egentlige CAD-informationssystemer.

Laboratoriet har til brug for anvendelsen af et specielt program investeret i en Apollo computer.

Instituttet for Landmåling og Fotogrammetri har anskaffet en Microvax og udstyr fra firmaet Dangraph, som man arbejder sammen med i forskningsprojekter om anvendelse af CAD-informationssystemer til ledningsregistrering, opbygning af digitale terrænmodeller, udvikling af skitseprojekteringsværktøjer og anvendelse af geografiske databaser.

Dette afføder naturligt en forskning i sammenkobling af CAD-systemer, kommunikationsstandarder og i modelfortætning ved skaleringsprocesser.

Installationer udgør en vigtig bestanddel af CAD-projekter i husbygning, men af historiske årsager hører delemnerne opvarmning og ventilation ikke hjemme under DTH's bygningsretning.

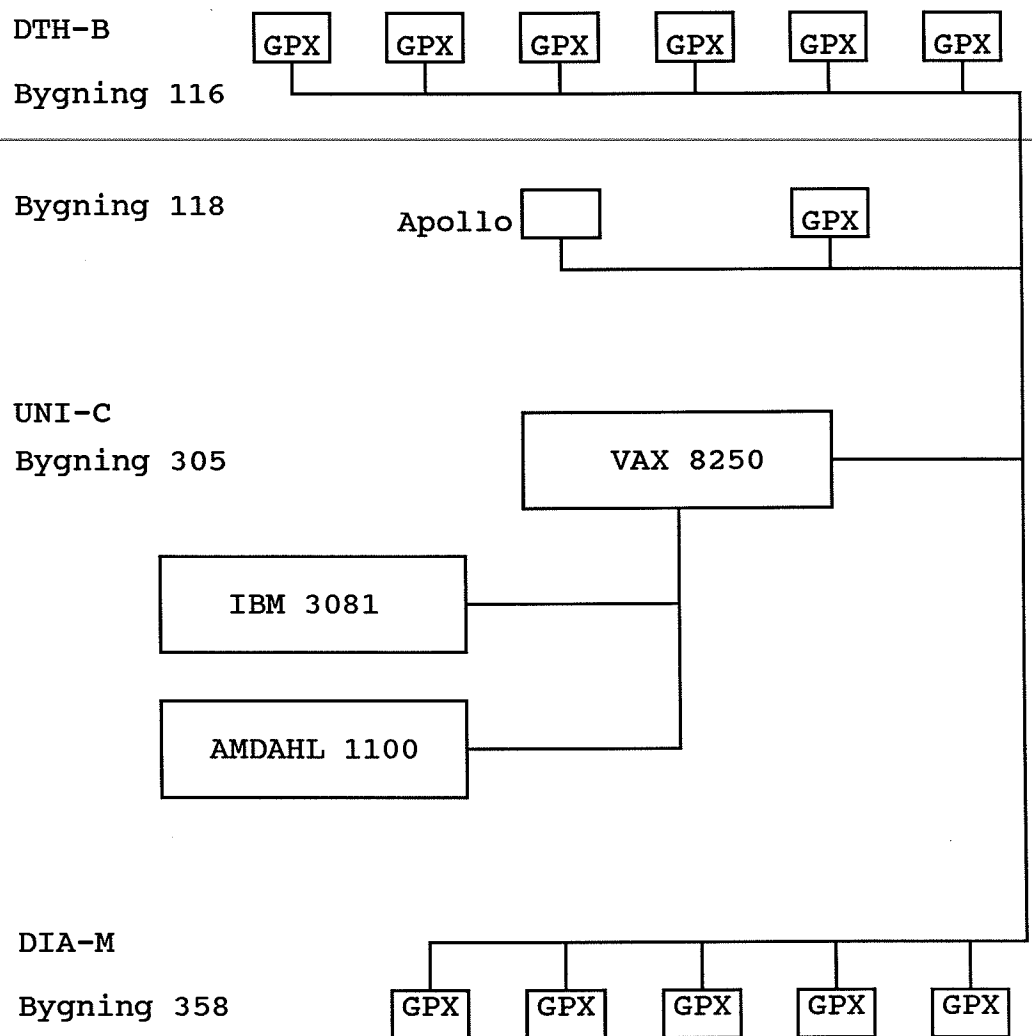
Såvel Laboratoriet for Teknisk Hygiejne ved DTH-B, som Laboratoriet for Varme- og Klimateknik ved DTH's maskinretning bør derfor inddrages i den samlede forskning i CAD i byggesektoren.

CAD SYSTEM VED DTH'S BYGNINGSRETNING

Systemet, som er etableret i sommeren 1987 består af 7 VAX GPX arbejdsstationer med farveskærme og CAD-systemet EUCLID i ethernet-forbindelse med hinanden og med UNI-C, hvor en VAX er blevet opgraderet til model 8250.

Herudover er denne centrale VAX forbundet til en tilsvarende gruppe GPX arbejdsstationer på Danmarks Ingeniørakademis maskinretning, og der vil være mulighed for at benytte forbindelser til UNI-C's andre EDB-maskiner, dvs. IBM 3081 og Amdahl 1100 vektorprocessor, samt diverse kommunikationslinier ud fra DTH's område.

Der vil endvidere med tiden også blive en netforbindelse til Apollo-arbejdsstationerne på DIA-B og DTH-M.

ETHERNET-FORBINDELSER DTH-B, UNI C, DIA-M

ANSKAFFELSESBEHOV FOR INDSATSOMRÅDET CAD I BYGGESEKTOREN VED DTHOM CAD-ANSKAFFELSER

CAD-udstyr er i sig selv relativt kostbart, og det er derfor oplagt, at indførelsen af CAD-teknologi ved DTH's bygningsretning giver anledning til investeringer, som vanskeligt kan finde plads i Bygningsfagrådets i forvejen stramme budgetter.

Det kan ikke forekomme rimeligt, at CAD skal indføres på bekostning af andre i forvejen veletablerede fagområder, således at anden udbytterig forskning må begrænses eller helt ophøre.

Det må imidlertid anses for en uomgængelig nødvendighed, at DTH's bygningsretning beskæftiger sig med CAD og informationsteknologi.

Det bør derfor tilsikres, at indførelsen heraf sker så skånsomt som muligt overfor de øvrige fagområder, dvs. at større anskaffelser i videst mulig udstrækning søges tilvejebragt ved ekstraordinære bevillinger, udnyttelse af puljemidler og gennem konkrete projekter støttet af forskningsråd og private firmaer, samt på længere sigt evt. ved salg af know-how og programmel m.v.

Det er bl.a. i den forbindelse vigtigt, at DTH udgør en troværdig samarbejdspartner for andre firmaer og institutioner, hvorfor indsatsområdet bør have stabile arbejdsforhold og Bygningsfagrådets fulde støtte.

For at de eksternt og internt financerede investeringer i CAD-udstyr skal have den største effekt, søges i det følgende opstillet nogle vurderinger af anskaffelsesbehovene i cirka-priser for indsatsområdet CAD i byggesektoren ved DTH.

Vurderingerne bygger på den nuværende viden og de gældende priser i sommeren 1987. Begge dele må forventes at give anledning til ændringer i form af større behov og lavere priser.

Da investeringsbehovene står i forhold til aktivitetsniveauet, må oversigten opdeles i et antal tilfælde, der naturligt ses i forhold til antallet af faste VIP-stillinger tilknyttet CAD-området.

---

[A] Udgangspunktet er, at der pr. juli 1987 er anskaffet 5 arbejdsstationer til CAD-systemet Euclid til undervisningsbrug og 1 stk. til forskningsbrug.

Ud over afviklingen af DTH-kurser i CAD vil undervisningsstationerne blive intensivt udnyttet af eksamensprojektanter, hvor arbejdsstationen til forskningsbrug hovedsageligt benyttes af de faste VIP.

Herved vil samtlige arbejdsstationer udnyttes i fuldt omfang til undervisning og forskning.

I vid udstrækning vil arbejdet med CAD-systemet bestå i aktiviteter, der ikke kræver udnyttelsen af alle CAD-arbejdsstationens faciliteter.

Disse aktiviteter, der bl.a. omfatter udarbejdelse af bygningsdelsbeskrivelser og programmering, kan ligesåvel udføres på en PC til 30.000 kr som på en arbejdsstation til 300.000 kr.

Hvis mulighederne for at henlægge dette arbejde til PC'ere udnyttes, vil hver arbejdsstation kunne deles mellem 3 fuldtidsmedarbejdere, hvor alternativet ellers var 1 arbejdsstation pr. medarbejder.

Det må derfor have en høj prioritet, at der sikres en hensigtsmæssig dataoverførsel mellem eksisterende PC'ere og CAD-systemet.

Dette kan ske ved anskaffelse af en enkelt Vaxmate, der er en kombineret terminal og PC til 50.000 kr, eller et programmel, så enkelte af de anvendte PC'ere kan fungere som VT220 terminaler til VAX.

Med denne tilkobling, kan data fra en hvilken som helst IBM-kompatibel PC overføres til systemet på diskette, så netværkstilslutning af de mange PC-enheder i første række kan spares.

---

Det må tilsikres, at de faste VIP med tilknytning til CAD kan få adgang til at arbejde ved PC-udstyr ved de institutter, hvor de er ansat. Udstyret skal kunne skrive tekst og udføre Fortran 77 programmer

Da de enkelte institutters anskaffelsespolitik for PC'ere imidlertid er meget forskellig, kan behovene for dette område ikke sættes i relation til antallet af VIP, hvorfor PC-udstyr generelt behandles i et specielt afsnit.

De anskaffede CAD-arbejdsstationers lagerplads for data er meget begrænset set i forhold til CAD-projekters pladskrav.

Selvom pladsen udnyttes optimalt, og de enkelte brugere fjerner deres data på bånd, hver gang de forlader en arbejdsstation, vil der inden for et år sandsynligvis vise sig et behov for ekstra diskplads til 100.000 kr.

Da der kun er anskaffet finite-elementprogrammel til undervisningsarbejdsstationerne, bør der investeres 20.000 kr i rettigheder til dette programmel til forskningsbrug.

CAD-systemet EUCLID danner massive volumener og foretager operationer på disse. De anskaffede arbejdsstationer viser de genererede volumener som trådmodeller, og er ikke i stand til at vise skyggelagte billeder deraf til trods for, at programmet omfatter denne oplagte mulighed.

Årsagen er, at skærmene af sparehensyn er udstyret med et for lille lager til denne aktivitet (de har 4 bit-planer i stedet for 8, som Euclid kræver for en skyggelægning).

Det må forudses, at såvel arkitekt som konstruktionsingeniør i fremtiden vil udnytte skyggelægningsfaciliteterne i CAD-systemerne langt mere, end tilfældet er nu, da det er et oplagt redskab til al formanalyse og konstruktion.

Specielt indeholder byggetekniske tegninger ofte så mange delkomponenter, at en stregtegning deraf vil være uoverskuelig i forhold til en skyggelagt gengivelse. Med andre ord vil stregtegningen kræve langt flere forenklinger i modellen for at man kan se, hvad man laver, end det skyggelagte billede.

Det vil derfor have en høj prioritet, at få opgraderet mindst to af de indkøbte arbejdsstationer til at kunne vise skyggelagte billeder, hvilket for DTH vil koste ca. 100.000 kr pr. skærm, ligesom det må være et krav, at kommende indkøb af arbejdsstationer udelukkende vil være af denne standard.

Med det indkøbte udstyr vil der kunne opretholdes et aktivitetsniveau svarende til 2 CAD-VIP og begrænset deltagelse af øvrige VIP og eksamensprojektanter.

Forskningsaktiviteten vil da kunne understøtte en undervisning i CAD ved DTH.

De faste VIP's arbejde vil på dette (nuværende) niveau hovedsageligt bestå i en koordinering af indsatsen i eksamensprojekter og projekter i samarbejde med firmaer og institutioner og uddragelse og præsentation af resultaterne heraf, udarbejdelse af ansøgninger om midler til yderligere aktiviteter, udbygning af database og programmel til DTH's anlæg samt en teoretisk forskning, der kan muliggøre en kontakt med udlandet, så nye resultater og ny teknologi kan hjemtages til Danmark.

[B] Ved ansættelse af yderligere 2 CAD-VIP må påregnes anskaffelse af en ekstra arbejdsstation til forskningsbrug, der med programmel og diskplads vil beløbe sig til ca. 450.000 kr.

Med et sådant aktivitetsniveau vil CAD-forskningen ved DTH kunne tilføre den danske byggesektor et vægtigt tilskud forudsat, at der kan skaffes kvalificerede ansøgere til stillingerne.

Dette niveau svarer til det erklærede mål for DTH's bygningsretning, og aktiviteterne vil foruden de ovenfor nævnte områder bl.a. omfatte et arbejde med koordination af informationsvejene i dansk byggeri, medvirken til oprettelse af "Byggeriets Databanker" og etablering af forbindelser til internationale databanker, afprøvning af nye projekteringsmetoder på større konkrete byggeprojekter i samarbejde med danske firmaer og formidling af know-how om CAD-projektering til dansk erhvervsliv.

[C] Ved udbygning med yderligere 2-4 (fondsansatte) VIP vil DTH's bygningsretning kunne bidrage på afgørende måde til forbedring af dansk byggeri's konkurrenceevne ved en målrettet forskning, der har til formål at forbedre byggeriets kvalitet gennem intensiv udnyttelse af de nye muligheder for detaljering, styring og kvalitetssikring, som CAD kan give.

Til de nye medarbejdere må anskaffes yderligere et antal arbejdsstationer til 450.000 kr pr. stk. incl. programmel og diskplads.

Oversigtligt kan de tre skitserede niveauer opstilles som følger:

**[A]** Nuværende niveau med 2 VIP.

Investeringerne er foretaget (over 2 mill. kr.) og manglende udstyr andrager ca. 300.000 kr.

Forskningen vil kunne sikre DTH-B et rimeligt teknologisk niveau, så kandidater herfra vil kunne anvendes i erhvervslivet.

**[B]** Oprindelig målsætning med 4 VIP.

Manglende udstyr andrager i alt ca. 600.000 kr.

DTH-B vil kunne indtage en central rolle ved indførelsen af informationsteknologi i dansk byggeri, hvilket må ses som en forudsætning for bevarelsen af en selvstændig dansk byggesektor efter årtusindeskiftet.

**[C]** Udbygning til 6-8 VIP (tildels fondsansatte).

Manglende udstyr andrager i alt ca. 2 mill. kr.

DTH-B vil på afgørende måde kunne bidrage til forbedring af den danske byggesektors konkurrenceevne, så hjemmemarkedet beholdes og dansk byggeeksport kan fremmes ved højnelse af kvaliteten gennem en systematisk udnyttelse af CAD-teknologiens muligheder.

## OM PC-ANSKAFFELSER

De CAD-systemer, der idag markedsføres til PC'ere er i hovedsagen kun tegnesystemer, og anskaffelse heraf til den grundlæggende CAD-undervisning bør i første række henhøre under Instituttet for Tegning.

Udviklingen går i retning af, at de store systemer tager ved lære af PC-systemernes brugervenlighed og at PC-systemerne om kort tid vil blive leveret med databasefaciliteter, hvorved de vil blive egentlige CAD-systemer, og med den stadigt forøgede kapacitet på PC-maskinerne, må det forudses, at grænserne mellem store og små systemer vil forsvinde.

DTH's bygningsretning bør følge udviklingen nøje inden for begge systemkategorier, hvilket umiddelbart er muligt, da der i forvejen er anskaffet det mest avancerede af de store systemer, og da institutterne har et antal PC i drift til mangfoldige formål.

Da DTH opnår op til 90% rabat, vil programmet kunne erhverves for under 8.000 kr pr. PC.

Prisen for en PC, som er velegnet til aflastning af Euclid-arbejdsstationerne er ca. 30.000 kr incl. Fortran programmel.

Der er næppe noget fagområde ved DTH's bygningsretning, hvor anvendelsen af personlige computere ikke vil have indlysende fordele, så i denne forbindelse er CAD-området ikke specielt.

PC'ere er særdeles velegnede til alle former for tekstbehandling. Når man som VIP skriver sin tekst direkte på en PC, har man de bedste muligheder for øjeblikkeligt at redigere og omforme det skrevne, hvorfor resultatet ikke blot kan blive dobbelt så megen tekst, men også en langt bedre og grundigere bearbejdet tekst, end det er muligt at fremstille med papir og blyant og en sekretær med et tekstbehandlingsanlæg.

Foruden den egentlige forfattervirksomhed, vil man kunne skrive kildetekster til EDB-programmer på samme tekstbehandlingsanlæg, få kildeteksterne oversat til færdige programmer og afprøvet på PC.

Programmerne kan herefter anvendes på PC'en eller overføres som kildetekst til større systemer, hvor de efter mindre rettelser kan oversættes og udføres som delprogrammer.

I forbindelse med CAD-systemer ligger der eksempelvis en meget stor økonomisk besparelse i at udarbejde programmer og råtekst på persondatamater i stedet for at optage tid og plads dermed på de 10 gange så dyre arbejdsstationer.

En væsentlig anvendelse for PC'ere er indsamling af måledata og styring af forsøg.

Ved udbygning af PC'en med printkort vil den kunne anvendes til disse formål og afvikle processer, der på forhånd er programmeret på VIP'ernes personlige datamater.

Måledata kan da tilbageføres hertil og bearbejdes, eller overføres til en større computer for yderligere behandling.

Endelig vil resultater og opstillinger kunne præsenteres på PC'ens farveskærm, der direkte kan affotograferes med et normalt kamera til dias i rimelig kvalitet til brug i forelæsningerne.

Ved at vise en sådan dia-serie som en hurtig følge af figurer, der hver især er resultater af beregninger, vil der opnås en væsentlig pædagogisk effekt i forbindelse med demonstration af fysiske fænomener såsom varmestømninger og deformationer under last.

Disse få linier kan kun medtage et tilfældigt udvalg af de mange behov, som de ansatte ved DTH's bygningsretning har for at anvende personlige computere.

På grund af de mange ansøgninger om midler til PC-udstyr har forskningsrådene imidlertid indtaget en meget afvisende holdning med det resultat, at det er blevet normal praksis, at de nødvendige PC'ere indkøbes under andre mere rummelige poster på forskningsbudgetterne.

Dette forhold er naturligvis urimeligt, og DTH's repræsentanter i forskningsrådene bør gøre opmærksom på, at der skal afsættes særlige bevillinger til den hårdt påkrævede udbygning af læreanstaltnes PC-materiel, ligesom DTH bør søge at tilvejebringe særlige midler til institutternes PC-anskaffelser.

Det kan endvidere anbefales, at DTH undersøger mulighederne for at oprette en central for ældre computerudstyr, da meget af det udstyr, der udskiftes, fordi behovene ændres, vil kunne genanvendes eller ombygges til andre formål eksempelvis dataindsamling og automatisk regulering af forsøgsudstyr.

CAD EKSAMENSPROJEKTFORSLAG

I det følgende opstilles en række forslag til emner for eksamensprojekter i Computer Aided Design ved DTH's bygningsretning.

Listen er hverken fuldstændig eller prioriteret.

Listen vil blive ført ajour med mellemrum og udgør et katalog over muligheder til inspiration for studerende og lærere ved DTH-B.

Eksamensprojekter, der udføres ved DTH inden for disse og beslægtede emner bedes rapporteret til undertegnede, ligesom firmaer, andre institutioner og enkeltpersoner kan foreslå nye emner til listen ved at sende dem til

Instituttet for Husbygning  
bygning 118 DTH  
2800 Lyngby  
Att.: K. Hertz

Følgende forkortelser anvendes for DTH institutter:

ABK.....Afdelingen for Bærende Konstruktioner  
IFA.....Instituttet for Anlægsteknik  
IFH.....Instituttet for Husbygning  
IFT.....Instituttet for Tegning  
ILF.....Instituttet for Landmåling og Fotogrammetri

PROJEKT-EMNELISTE:

Revideret 1987-09-17

Projektering

Hensigtsmæssig opbygning af et CAD-projekt af et hus.  
IFH, IFT, M.Folmer Andersen A/S, CE-Data.

Udvikling af programmel til beregning af  
~~kompositbjælker på basis af data fra CAD-systemet~~  
Catia. Højgaard & Schultz, IFH.

Databaseorganisation

En analyse over hensigtsmæssige databaseorganisationer  
for projektering ved hjælp af CAD, eksemplificeret med  
CAD-systemet Euclid. IFH, CE-Data, M.Folmer Andersen  
A/S.

En analyse af byggeprocessens hensigtsmæssige fysiske  
organisation ved udnyttelse af CAD-projektering med  
fælles databasestruktur. IFA, IFH, Relevante firmaer og  
institutter.

En undersøgelse af mulighederne i PC-CAD med henblik  
på udnyttelse af PC-databaseprogrammel i forbindelse  
med PC-tegneprogrammel. IFT, IFH, Relevante firmaer og  
institutter.

Dataudveksling

En undersøgelse af mulige løsninger på  
skaleringsproblemer ved anvendelse af projektdata med  
forskellig fortætningsgrad. Problemet er, at  
tilvejebringe metoder til frasortering h.h.v.  
udvælgelse af detaljedata, når man overfører data  
beregnet for betragtninger i et målestoksforhold fx.  
ved landmåling til projekter, hvis detaljeringsgrad er  
tilpasset et andet målestoksforhold fx. husbygning.  
IFL, IFT, IFH.

En undersøgelse over mulighederne for projektering ved grafisk kommunikation med Autocad i samarbejdet mellem bygherre, ingeniør og arkitekt.

IFH, M.Folmer Andersen A/S.CAD projektering af betonkonstruktioner med Euclid. ABK, IFH, Nielsen & Rauschenberger A/S.

#### Planlægning

Begrebsmæssig opbygning og Top-Down planlægning af informationssystemer til CAD-projektering. IFH, M.Folmer Andersen A/S.

## UNDERVISNING

I samarbejde mellem Afdelingen for Bærende Konstruktioner, Instituttet for Husbygning og Instituttet for Tegning er der etableret et kursus i bygningsprojektering med CAD.

Kurset er første gang udbudt september 1987 og har følgende indhold:

---

### 6915 CAD I BYGGESEKTOREN

POINT: 6.

FORUDSÆTNINGER: Grundlæggende kendskab til og erfaring med datalogi, grafisk databehandling og bygningsprojektering - f.eks. opnået på kurserne: 5523 Videregående Datalogi for B-ere, 6514 Bygningsprojektering 1, 9072 Grafisk Databehandling og CAD eller 6914 Grafisk Databehandling B.

VEJLEDENDE PLACERING: 7.halvår.

UNDERVISNINGSSOMFANG OG FORM: Forelæsninger: 2 skemamoduler pr. uge. Øvelser:

1 eftermiddag (4 timer) pr. uge.

SKEMAPLACERING: E1 (kun 1987). F1.

Øvelser mandag og onsdag. (Se bemærkninger).

EKSAMENSFORM: Eksamensform 6. 3 afløsningsopgaver i løbet af kurset, som karakterbedømmes, og alle opgaver skal bestås.

DELTAGERBEGRÆNSNING: 24.

**KURSUSMÅL:**

- at give de studerende en nødvendig baggrundsviden for informationsteknologien både i relation til programmel og udstyr.
- at vise konkrete/kommende anvendelser af CAD inden for byggesektoren specielt sat i relation til bygningsprojektering.
- at sætte de studerende i stand til at løse en mindre projekteringsopgave på et konkret CAD-system.

---

**KURSUS INDHOLD:** CAD-systemer heriblandt især EUCLID.

Eksempel på brug af EUCLID. Modelering. Datastruktur til geometriske og andre former for information.

Systemtyper: Wireframe, Surface, Solid, 2-D contra 3-D.

Informationsflow i projekteringsforløbet. Praktisk dataorganisering. Organisering af tegningsmaterialet. Genfinding. Dataudveksling mellem byggeriets parter. Kobling til beregningsprogrammer. Dokumentation. Eksempler fra praksis.

**BEMÆRKNINGER:** Kurset gives 1. gang efteråret 1987 og vil fra foråret 1988 kun gives om foråret. Kurset er kun godkendt som et forsøgskursus uden for normeringen og kan derfor bortfalde med kort varsel.

**ENGELSK TITEL:** Computer Aided Building Design.

**LÆRERE:** Egil Borchersen og Kristian Hertz, IFH, Niels Jørgen Christensen og Flemming Vestergaard, IFT, Lars Damkilde, ABK.

Det er tanken, at det eksisterende kursus 9072 afløses af et nyt kursus 6914 i grafisk databehandling for bygningsingeniører.

Dette kursus vil være en forudsætning for det egentlige CAD-kursus og omhandle computeres grafikmuligheder og grafiske pakker.

## SUMMARY

### COMPUTER AIDED BUILDING DESIGN

A Priority Research Area is established on the subject of Computer Aided Building Design involving a number of institutes at the Technical University of Denmark.

The main topics for the research are:

---

Design methods based on a solid three-dimensional data model of the building.

Viable design organisations for computer aided building design and contributions to the development of communication facilities between different and geographically separated participants of the design process.

Application programs and methods of communication between different design systems.

Models for the organisation of public and private databases and expert systems supporting a computer aided building design.

The legal aspects of a computer aided design.

The aesthetical and logistic contents of a computer aided design project and its physical output.

Form analyses on buildings by means of a three-dimensional data model.

Conceivable consequences of a computer aided design on the final building and on the conditions of work for the employees of the building project.

Testing of the results of research on actual building projects in collaboration with consultants and contractors.

### EDUCATION ACTIVITIES

From september 1987 a course is given comprising 28 lectures of 2 x 35 minutes each and 14 exercises of 4 hours each.

The course is made in collaboration between a number of institutes of the Technical University of Denmark:  
The Structural Research Laboratory,  

---

The Institute of Technical Drawing,  
The Institute of Building Design.

As a precondition for taking the course the students must follow a course in Computer Graphics in Building Design.

During the summer 1987 a system is established comprising 7 VAX GPX color workstations combined with an ethernet to other CAD workstations for research purposes, a central VAX 8250 and to a similar system at the Danish Ingeneering Academy department of Mechanical Engineering 2 km from the Building Department of the Technical University.

