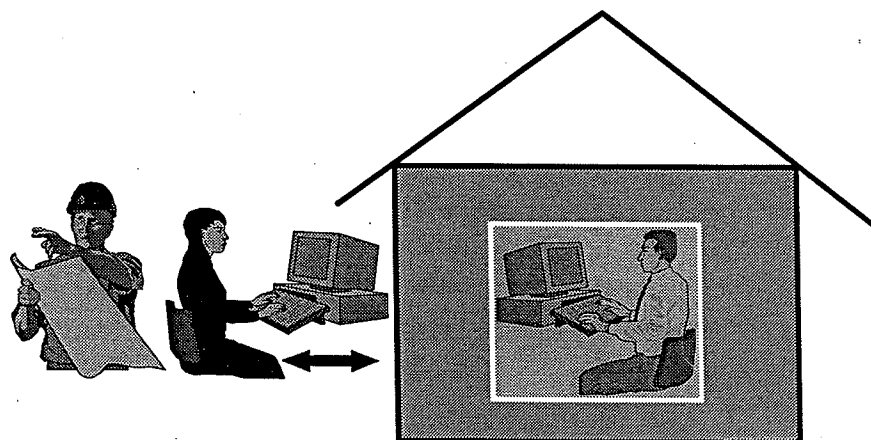


IT-UNDERSØGELSE '95

en undersøgelse af den danske
byggesektors IT-anvendelse.

LARS SCHIØTT SØRENSEN

DTU



IT i BYGGESEKTOREN

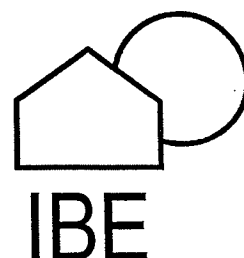
R-004

RAPPORT

ISSN 1396-4011

ISBN 87-7877-002-5

INSTITUT FOR BYGNINGER OG ENERGI
DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET



Forord

Som led i et ph.d-projekt vedrørende dataudveksling og -integration i byggesektoren har jeg udført en større IT-undersøgelse i den danske byggesektor. Undersøgelsen, benævnt IT-undersøgelse '95, blev lavet, for at skabe et overblik over informations-teknologiens (IT) udbredelse i sektoren. Undersøgelsen er foretaget i forlængelse af i alt tre lignende undersøgelser i Danmark i henholdsvis 1988, -89 og -91 udført af Datacenteret for Projekterende arkitekter sammen med BPS-centret. Den sidstnævnte af disse undersøgelser blev udført under TR-initiativområdet "Dataudveksling i byggesektoren" som for nylig er afsluttet. Disse tre lignende undersøgelser var dog begrænset til kun at omhandle CAD-anvendelsen i byggesektoren. IT-undersøgelse '95 omhandler, som navnet antyder, IT generelt i byggesektoren, men dog stadig med en primær vægt lagt på CAD.

I IT-undersøgelse '95 er endvidere medtaget spørgsmål omkring CIS-CAD (Coordinated Information Systems), GIS (Geographical Information Systems), EDI (Electronic Data Interchange), virksomhedens CAD-manual, virksomhedernes IT-politik/strategi, ønsker til nye udvekslingsformater samt spørgsmål vedrørende "en ny projekt-/byggekultur" forårsaget af den ny teknologi. Disse emner var heller ikke medtaget i de tre tidligere udførte undersøgelser - flere af emnerne var ikke særligt kendte/relevante for blot nogle få år siden.

Jeg vil gerne benytte lejligheden til at takke alle de firmaer der har deltaget i undersøgelsen og har afset tid til at udfylde det udsendte spørgeskema. Et ikke helt lille arbejde ! Resultaterne fra undersøgelsen er værdifulde for det fortsatte forsknings- og udviklingsarbejde der har at gøre med anvendelse af informationsteknologi i byggesektoren. Resultaterne fra undersøgelsen skulle således gerne, på sigt, resultere i en øget produktivitet og/eller øget kvalitet på byggeprojekter. Kun ved en effektiv anvendelse af den tilgængelige informationsteknologi, kan et produktivitets/kvalitetsløft for alvor indtræde i de IT-tunge virksomheder i byggebranchen. En effektiv IT-anvendelse opnås i en kombination af egnede IT-værktøjer og ved, at byggebranchens virksomheder får øjnene op for nogle nye og bedre *rutiner* de bør tilegne sig, når de projekterer og bygger med støtte fra informationsteknologien. Det forventes, at nærværende undersøgelse er et vigtigt led i det forløb der skal resultere i en effektiv IT-anvendelse i byggesektoren.

Endvidere vil jeg gerne takke min projektvejleder, lektor, lic. techn. Egil Borchersen for gennem undersøgelsens planlægning og udførelse, at komme med nyttige bidrag

og for kommentering af nærværende rapport. Samtidigt tak til administrationspersonalet her på Institut for Bygninger og Energi, specielt til Ann-Katrine Schou-Jensen og Gitte Nellemose for deres store arbejde i forbindelse med udsendelsen af undersøgelsen og ved den efterfølgende indtastning af data.

August 1996

Lars Schjøtt Sørensen

Indholdsfortegnelse

1. Indledning.....	5
1.1 Omfang af undersøgelsen.....	6
1.2 Udsendte og modtagne spørgeskemaer	7
2. Forudsætninger for undersøgelsen.....	9
3. Detaljeret resultatpræsentation	10
3.1 Hvilke CAD-systemer anvendes i firmaet ?	11
3.2 Hvilke CAD-arbejdsstationer har firmaet ?	15
3.3 Hvilke perifert hardware har firmaet ?	17
3.4 Øvrigt IT-programmel.....	18
3.5 Netværk/kommunikation.....	21
3.6 GIS	24
3.7 Omfang af CAD-brug.....	25
3.8 Brug af CAD	27
3.9 CAD-anskaffelse/-investering	29
3.10 Integreret anvendelse	32
3.11 Digital dataudveksling mellem virksomheder	34
3.12 Udvekslingsmateriale.....	38
3.13 Udvekslingsformater.....	41
3.14 Formål med digital tegningsmodtagelse.....	44
3.15 CIS-CAD	46
3.16 Virksomhedsforhold	47
3.17 Tillægsundersøgelse - Fremherskende problemer ved digital	51
4. Sammenligninger med de tidligere CAD-undersøgelser	54
4.1 Udvikling i CAD-udbredelsen.....	55
4.1.1 Generelt	55
4.1.2 Antal CAD-arbejdspladser	56
4.1.3 Fordeling på virksomhedstyper	58
4.1.4 Fordeling på virksomhedsstørrelser	59
4.1.5 Udvalgte CAD-systemer	60
4.2 Udvikling i CAD-projektering	61
4.3 Udvikling i omfang af CAD-brug.....	62
4.4 Udvikling i brug af CAD	62
4.5 Udvikling i CAD-investering.....	62
4.6 Udvikling i integreret anvendelse	64
4.7 Udvikling i digital dataudveksling	65
4.8 Udvikling i anvendelse af udvekslingsformater	66
5. Afsluttende bemærkning	68
Referencer	70
APPENDIX A	71

1. Indledning

Byggesektoren befinder sig midt i en forvandlingsproces, der går i retning fra den gamle traditionelle projekterings- og byggeproces og mod en ny og mere tidssvarende *byggekultur*, hvor informationsteknologiens indtrængen udgør en yderst vigtig parameter. Byggesektorens virksomheder har traditionelt, hver især, lavet deres del af den samlede mængde arbejde der skulle præsteres for at få et byggeri realiseret. Dette er sket med et minimum (dog ikke et tilstræbt) af genanvendelse-/integrering af allerede udarbejdede data. Med den ny "IT-byggekultur" skulle gerne følge en langt mere *integreret* samarbejdsform, på tværs af de traditionelle faggrænser, hvor størstedelen af allerede producerede data/informationer får mest mulig virkning gennem *hele byggeprocessen*, altså lige fra den tidlige projekteringsfase, i udbudsfasen, i byggeperioden samt i drift- og vedligeholdelsesfasen. Først når en sådan byggekultur er blevet en *rutine* for byggeriets parter vil den for alvor vise sig at resultere i et produktivitetsløft.

Hvor langt er byggesektoren så rent faktisk fremme med hensyn til at genanvende/integrere sine projektdata ? - og hvor langt inde i den "ny byggekultur" befinder sektoren sig rent faktisk. Disse spørgsmål søges blandt andet afklaret med nærværende IT-undersøgelse.

Med henblik på, at læseren skal kunne danne sig et overblik over den udførte undersøgelse, gives i nærværende kapitel en kort beskrivelse af undersøgelsens omfang samt hvilke typer af virksomheder, der blev indbudt til at besvare undersøgelsen, og endelig, fordelingen af virksomhedstyper, der besvarede undersøgelsen.

Kapitel 2 indeholder en beskrivelse af de forudsætninger der har været for undersøgelsen, herunder også det udsendte spørgeskema. I kapitel 3 gives en detaljeret resultatpræsentation. I kapitel 4 præsenteres en sammenligning af nærværende undersøgelses resultater med resultater fra de tre tidligere udførte undersøgelser. Endelig, i kapitel 5, afsluttes med nogle bemærkninger til undersøgelsens resultater.

1.1 Omfang af undersøgelsen

Undersøgelsen, som blev iværksat i september 1995, blev udført med deltagende virksomheder fra følgende kategorier: arkitekter, rådgivende ingeniører, entreprenører, landinspektører og i mindre grad blandt bygningsejere, fabrikanter/leverandører, off. myndigheder samt viden- og uddannelsescentre. Det skal understreges, at der blev udsendt et forholdsvis større antal spørgeskemaer til byggebranchens *projekterende* virksomheder (arkitekter og ingeniører) samt til landinspektører end til de øvrige nævnte virksomhedstyper. Dette set i forhold til det antal virksomheder der findes i Danmark i de forskellige grupper.

For at danne sig et overblik over det omtrentlige antal virksomheder der findes i Danmark inden for de forskellige virksomhedstyper i byggebranchen er der i skema 1 vist en oversigt over medlemstallet i de respektive organisationer PAR, FRI, Entreprenørforeningen etc.. Yderligere er der i skemaet angivet, det antal virksomheder der modtog et spørgeskema og det antal der besvarede og som er tilknyttet de respektive organisationer.

Organisationer	Medlemstallet 1995	Udsendte skemaer	Return. skemaer	Primære udvalgsmetode (i 1991)
PAR	440	147	53	PAR medl. fort. 1990
FRI	300	106	72	FRI medl. fort./ firmaprofil
Entreprenørforen.	795	44	9	Entreprenørf. medl. fort. (91)
PLF	270	61	24	PLF's medl. fort. 1991
Kun medl. i CAD-brugerklub	-	102	13	-
I alt	1805	460	171	
Medl. i CAD-brugerklub, i alt	-	215	118	Medl. fort. fra ABB /AES/Arris/InterGr.

Skema 1. Oversigt over en del af byggesektorens virksomheders medlemsskab i faglige organisationer etc. Endvidere fordeling af det antal virksomheder der henholdsvis modtog og returnerede et spørgeskema til IT-undersøgelse '95 og som var medlem af de nævnte organisationer. Udvalgsmetoder er angivet i sidste kolonne.

Der blev udsendt et ret omfattende spørgeskema til i alt ca. 460 firmaer. Firmaerne blev udvalgt med udgangspunkt i en adresseliste fra CAD undersøgelsen i 1991. Denne blev venligst stillet til rådighed af Datacenteret for Projekterende arkitekter, som udførte den nævnte undersøgelse. Udvalgsproceduren var ganske simpel den, at alle de virksomheder der besvarede undersøgelsen i 1991 fik tilsendt et spørgeskema til denne IT- undersøgelse '95. Herved blev det sikret, at man kunne følge et udviklingsforløb for den samme profilgruppe af virksomheder i perioden juni 1991 til oktober 1995. Dette giver således et godt grundlag at foretage sammenligninger udfra, når det gælder disse to undersøgelser indbyrdes.

De adspurgte firmaers størrelse varierede fra én ansat og op til ca. 2.000 ansatte. 20 af firmaerne fik endvidere et tillægsskema, der omhandlede problemer med brug af udvekslingsformater.

1.2 Udsendte og modtagne spørgeskemaer

Som nævnt, modtog et antal på 460 virksomheder spørgeskemaet.

Et antal på 202 virksomheder responderede på henvendelsen. Af disse firmaer var ialt 31 firmaer enten under lukning, fusioneret med andre, eller ytrede ønske om ikke at deltage i undersøgelsen. Der blev således et resulterende antal besvarende virksomheder på 171, svarende til en gennemsnitlig besvarelsesprocent på 40.

Fordelingen af modtagende og besvarende virksomhedstyper er angivet i skema 2.

Virksomheds- type	Antal virks. der fik tilsendt spørgeskema	Antal virks. der besvarede undersøgelsen
Arkitekter	132	48
Rådg.ing.	91	65
Ark/ing.	36	12
Landinspekt.	67	24
Entrepr.	44	9
Fab./lev.	17	3
Off. mynd.	8	5
Andre	65	5
I alt	460	171

Skema 2. Fordelingen af de virksomhedstyper der h.h.v. modtog spørgeskema og besvarede undersøgelsen (IT-undersøgelse '95)

Antallet af besvarende virksomheder er altså meget varierende fra virksomhedstype til virksomhedstype. Herved bliver det statistiske grundlag således også af meget inhomogen kvalitet. De sidste tre grupper med 5 eller færre besvarende virksomheder er således meget dårligt repræsenteret. Grupperne er dog generelt medtaget i resultatpræsentationerne for ikke på forhånd at fravælge denne gruppes deltagere (og bidrag) til undersøgelsen. De præsenterede resultater for disse tre gruppers vedkommende må derfor læses med en vis skepsis gennem hele rapporten.

De øvrige virksomhedstyper er præsenteret i et omfang som vurderes at give et acceptabelt grundlag for udtagning af resultater, der kan være repræsentative for hele byggesektorens IT-anvendelse. Dette gælder navnlig for arkitekt-, rådgivende ingeniør- og landinspektørvirksomheder og i mindre grad for entreprenørvirksomheder.

Gruppen benævnt "Andre" (gennem hele rapporten), omfatter to bygningsejere, et viden/uddannelsescenter og to handels- & servicevirksomheder.

2. Forudsætninger for undersøgelsen

Undersøgelsen blev planlagt over et par måneder op til udsendelsen som fandt sted i september 1995. Overvejelser omkring type af spørgsmål (kun CAD eller også øvrigt IT), deltagende virksomhedstyper (kun projekterende eller også udførende og bygherrer), antal af spørgsmål etc. blev nøje vendt og drejet. Mulighed for sammenligning af resultater med de tidligere udførte undersøgelser blev også nøje vurderet.

Konklusionen på disse overvejelser blev, at det måtte være mest hensigtsmæssigt at undersøgelsens spørgsmål blev præsenteret på et *spørgeskema*. Herved sikredes en hurtig og struktureret måde for virksomhederne at indtaste deres besvarelser på. I øvrigt kunne besvarelserne på en overskuelig måde efterfølgende indtastes i en til formålet designet database. Det blev endvidere fundet hensigtsmæssigt, at medtage spørgsmål om såvel CAD-systemer som øvrigt IT. Herved kan en *samlet* vurdering af byggesektorens brug af informationsteknologi foretages. Endelig blev det besluttet, at såvel projekterende som udførende samt enkelte myndigheder, bygningsejere og fabrikanter skulle have tilsendt spørgeskemaet. Ved at udsende til en bred vifte af byggesektorens virksomheder, kunne det gennem undersøgelsen fastlægges, i hvor høj grad dataudveksling og -integration ved brug af informationsteknologi finder sted på tværs af byggeprocessen. Altså, lige fra den tidlige designfase, i projekteringsfasen samt i udførelsesfase og den endelige drift- og vedligeholdelsesfase.

Ud fra de ovennævnte valg, og ved den valgte udformning af selve spørgsmålene, blev det endvidere tilstræbt, at denne undersøgelses resultater i størst muligt omfang kunne sammenlignes med de tre tidligere undersøgelses resultater.

Ud over det udarbejdede spørgeskema blev der medsendt en forklaring til begreber, som blev benyttet i spørgeskemaet. Samtidigt blev et følgebrev medsendt, som forklarede formålet med undersøgelsen.

Nogle udvalgte virksomheder (20 i alt) fik endvidere tilsendt et *tillægsskema*. Dette skema indeholdt spørgsmål angående *problemer* i forbindelse med dataudveksling med brug af informationsteknologi. Det var således navnlig spørgsmål til datastrukturer og udvekslingsformater, der blev rejst via dette spørgeskema.

I appendix A er begge spørgeskemaer samt følgebrev vist. Besvarelser på undersøgelsen blev modtaget i løbet af oktober og november 1995. Efterfølgende blev besvarelserne inddateret i en database. Dette blev afsluttet i løbet af december 1995. Foreløbige resultater fra undersøgelsen blev udtrukket fra databasen i december og offentliggjort i en artikel i CABDU Newsletter, dec. 1995 [1].

Dataene blev udtrukket og endeligt behandlet til brug for nærværende rapport i perioden januar til maj 1996.

3. Detaljeret resultatpræsentation

I dette kapitel gives der en detaljeret resultatpræsentation, fra IT-undersøgelse '95. Væsentlige sammenligninger/udviklingsforløb fra de i alt fire undersøgelser gives primært i kapitel 4, hvor der bliver lagt vægt på, hvor muligt, at fremhæve den udvikling, der har været siden den første undersøgelse i dec. 1988. I dette kapitel præsenteres dog nogle få sammenligninger med 1991-undersøgelsens resultater hvor dette er fundet hensigtsmæssigt. I dette kapitels resultatfremstilling, følges de udsendte spørgeskemaers emnemæssige opdeling (se Appendix A). Der gengives alle de fra undersøgelsen udtrukne resultater, opdelt i virksomhedstyper således, at de enkelte firmaer kan sammenligne deres egen branches IT-profil med de øvrige virksomhedstypers profiler. Resultaterne er præsenteret på en form så de (forhåbentlig) findes overskuelige for læseren. For hvert nyt emne gives derfor først det spørgsmål der blev stillet gennem spørgeskemaet. Herved skulle de efterfølgende resultatpræsentationer for det pågældende emne være lettere at forstå. Der er for de fleste resultatpræsentationer angivet såvel totalværdier som procentangivelser.

Det kan være vanskeligt for læseren at sammenligne disse totale registrerede mængder af diverse IT-emner med de tidligere udførte undersøgelser. Dette alene baseret på det faktum, at der har deltaget et forskelligt antal virksomheder (og dermed antal ansatte etc.) i de fire undersøgelser. På trods af denne ulempe ved totalangivelser, er der dog medtaget disse, for at sikre den tilstrækkelige dokumentation af resultaterne. Ved total-angivelser må læseren således huske på, at det har været meget forskellige undersøgelser, såvel kvantitativt som kvalitativt. Total- (og procentangivelser) må således læses med hensyntagen til dette. Der henvises i denne forbindelse til nærværende rapports forord og kapitel 1 og 2 hvor IT-undersøgelse '95 er beskrevet i omfang samt til [2, 3] hvor de øvrige tre undersøgelser omfang og forudsætninger er beskrevet.

3.1 Hvilke CAD-systemer anvendes i firmaet ?

Spørgeskemaets spørgsmål:

Hvilke CAD-systemer anvendes i firmaet ? *1 [14]	Version(er) (Versionsnr. angives)	Antal licenser
Ingen (sæt kryds)	/ /	/ /
AES	/ /	/ /
Arris	/ /	/ /
AutoCAD	/ /	/ /
AutoCAD/POINT	/ /	/ /
DOGS	/ /	/ /
Euclid	/ /	/ /
Gable	/ /	/ /
GDS	/ /	/ /
GeoCAD	/ /	/ /
Intergraph	/ /	/ /
MicroStation	/ /	/ /
MicroStation/Point	/ /	/ /
MicroStation/Intergraph	/ /	/ /
Andet	/ /	/ /

I skema 3 er vist fordelingen af CAD-systemer som er registreret hos CAD-firmaerne. Det er antallet af brugerlicenser der er vist for de seks mest udbredte systemer i undersøgelsen, nemlig AutoCAD, MicroStation, Intergraph, DOGS, GeoCAD og AES. De to førstnævnte er tillige vist med og uden en tilhørende POINT-applikation.

Af skemaet fremgår det, at AutoCAD med og uden POINT er det mest udbredte system blandt arkitekterne, næsten uden konkurrence fra de øvrige systemer. Dette svarer ganske godt til forholdene i 1991. Dog var der i '91 registreret en del AES-systemer hos arkitekterne nemlig ca. 15 % af de registrerede licenser. Derudover var der registreret i alt ca. 25 % af andre systemer som Intergraph, Gable, Arris etc. Der synes altså at være sket en udvikling i retning mod et enkelt system (AutoCAD

m/u POINT) hos arkitekterne. I '91 var tallene dog baseret på 58 CAD-arkitektfirmaer mod nu 33, hvorved tallene ikke er helt sammenlignelige.

For ingeniørernes vedkommende er det mest udbredte system nu MicroStation som fører i antal registrerede licenser foran AutoCAD. I '91 blev der også registreret et større antal Intergraph/Microstation end AutoCAD-licenser, men da var forskellen mindre end nu.

[Antal CAD-licenser]

Virksomheds-type	Auto-CAD	Auto-CAD/POINT	Micro-Station	Micro-Station/POINT	Micro-Station/Intergr.	Inter-graph	DOGS	Geo-CAD	AES
Arkitekter	33 (18)	55 (14)	2 (1)	0	3 (1)	0	0	0	0
Rådg.ing.	179(38)	144 (26)	301 (6)	114 (4)	8 (2)	0	94 (2)	0	13 (2)
Ark/ing.	19 (7)	37 (5)	1 (1)	0	0	0	0	0	0
Landinspekt.	6 (4)	0	16 (7)	0	4 (3)	0	0	19 (6)	0
Entrepr.	8 (2)	5 (3)	0	0	0	0	0	0	0
Fab./lev.	53 (2)	0	0	0	0	0	0	0	0
Off. mynd.	37 (2)	3 (2)	0	1 (1)	13 (1)	14 (1)	0	0	0
Andre	21 (5)	1 (1)	17 (2)	0	1 (1)	1 (1)	0	7 (1)	0
Antal licenser i alt	356(78)	243(51)	337(17)	115(5)	29(8)	15(2)	94(2)	26(7)	13 (2)

Skema 3. Fordelingen af de registrerede seks førende CAD-systemer i IT-undersøgelse '95. Tallene i parentes angiver det tilsvarende antal virksomheder som de angivne licenser er fordelt på.

Det skal i denne forbindelse nævnes, at et par rådgivende ingeniørfirmaer (i '95 - undersøgelsen) tegner sig for et dominerende antal af MicroStation licenserne. *Antallet* af ingeniørfirmaer som har AutoCAD er stadig langt større end antallet som har MicroStation. Betragtes nu summen af licenserne for henholdsvis AutoCAD og AutoCAD/POINT (benævnt AutoCAD-sum) med summen af licenserne for MicroStation, MicroStation/POINT, MicroStation/Intergraph og Intergraph (benævnt MicroStation-sum) konstateres følgende forskydning fra 1991 til 1995 for de registrerede CAD-systemer hos ingeniørerne : I 1991 udgjorde AutoCAD-summen 30 % mere end MicroStation-summen. I 1995, præcis omvendt, idet MicroStation-summen udgør 30 % mere end AutoCAD-summen.

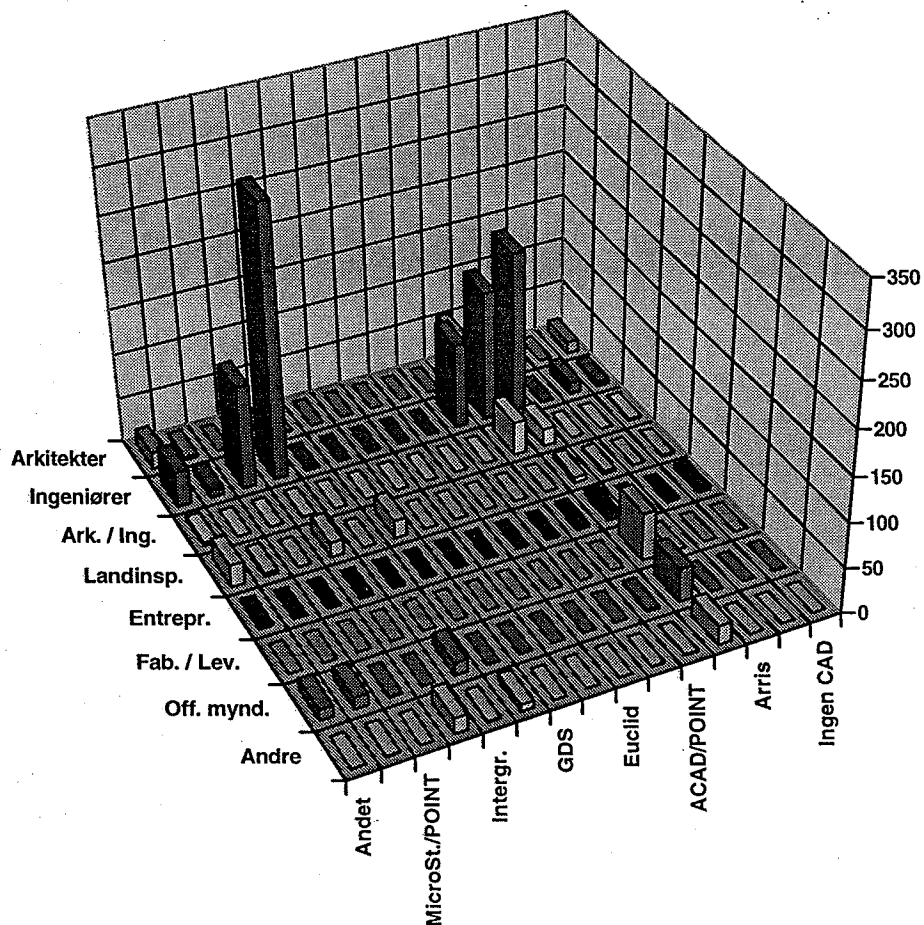
Kombinerede arkitekt- og ingeniørfirmaer har nu, som i '91, en klar overvægt af AutoCAD m/u POINT licenser.

Hos landinspektørerne derimod er registreret stor overvægt af MicroStation og GeoCAD-licenser i forhold til AutoCAD-licenser. Dette svarer også ganske godt til '91-situationen uden den helt store forskydning. En svag tendens til at GeoCAD er mere udbredt end MicroStation hos landinspektørerne kan dog spores. Dette forhold var lige modsat i 1991.

De få entreprenører som har deltaget i '95-undersøgelsen har alle haft AutoCAD m/u POINT. Dette var stort set også gældende i 1991, dog blev der da registreret i alt ca. 30 % af andre mærker (DOGS, Intergraph, HP etc.). I '91-undersøgelsen deltog også et større antal entreprenørfirmaer med CAD, i alt 17.

De tre sidste grupper, nemlig fabrikanter/leverandører, offentlige myndigheder og gruppen "andre" er, som nævnt, meget dårligt repræsenteret i undersøgelsen. Tallene i skema 3, tyder dog på, at der overvejende benyttes AutoCAD og MicroStation systemer i disse grupper.

Vises fordelingen af CAD-systemer som et "Manhattan" diagram fremkommer følgende, vist i figur 1.



Figur 1. Fordelingen af registrerede CAD-systemer i IT-undersøgelse '95. Søjlerne angiver det samlede antal brugerlicenser der er registreret hos de besvarende virksomheder, for de forskellige CAD-systemer, inden for hver virksomhedstype. Tallene er baseret på i alt 171 besvarende virksomheder.

Hvorledes er så fordelingen af de virksomhedstyper der har et (eller flere) CAD-system(er). Dette kan aflæses i skema 4.

Virksomheds- type	Procentdel af besvarende virksomheder der har min. ét CAD-system. IT-undersøgelse '95
Arkitekter	69 %
Rådg. ing.	92 %
Komb. ark./ing.	83 %
Landinspekt.	96 %
Entreprenører	44 %
Fab./lev.	(100 %)
Off. mynd.	(80 %)

Skema 4. Fordelingen af de virksomheder der har besvaret IT-undersøgelse '95, og som har min. ét CAD-system. Tal i parentes hviler kun på h.h.v. 3 og 5 virksomheder.

CAD udbredelsen er altså størst blandt rådgivende ingeniører og landinspektører (når der ses bort fra fab./lev. og off. mynd.) og mindst blandt de udførende virksomheder. Dette er alene målt på **antallet** af virksomheder, der har CAD, og altså ikke på **hvor mange** CAD programlicenser og CAD-arbejdsstationer, de enkelte firmaer råder over. Der indføres derfor et begreb, benævnt **CAD-arbejdspladser** som er den mindste af værdierne "antal CAD programlicenser" og "antal CAD-arbejdsstationer". Benyttes dette begreb, er landinspektørerne bedst dækket med 51 **CAD-arbejdspladser** pr. 100 medarbejdere. Tilsvarende tal er for kombinerede ark./ing.-virksomheder 29, for arkitektvirksomheder 27, for rådg. ingeniører 15 og for entreprenører 8.

3.2 Hvilke CAD-arbejdsstationer har firmaet ?

Spørgeskemaets spørgsmål:

Hvilke CAD-arb.stationer har firmaet ? *2 [15]	Antal
Ingen (sæt kryds)	
IBM-kompatibel PC	
Apple-PC (Macintosh)	
Workstation	
Grafisk terminal	
Andet?	

Der er registreret udbredelse af flere forskellige CAD-arbejdsstationer.

I skema 5 er vist de registrerede CAD-arbejdsstationer hos CAD-firmaerne. Det ses, at det for alle virksomhedstyper er IBM-kompatible PC`ere som har vundet mest indpas til at afvikle CAD-systemerne på. Efter IBM-arbejdsstationerne ligger Workstation`s på en andenplads, ligeledes over hele linien.

I forhold til 1991 ser billedet nogenlunde ens ud, dog med den undtagelse, at landinspektørerne i `91 blev registreret med grafiske terminaler på en svag andenplads i stedet for Workstation som er på andenpladsen i `95.

[Arbejdsstationer]

Virksomheds- type	IBM- kom- patibel PC	Apple- PC (Mac.)	Work- Station	Grafisk terminal	Andet	Ialt
Arkitekter	83 (25)	9 (3)	22 (7)	1 (1)	2 (2)	117 (33)
Rådg.ing.	581 (54)	4 (2)	161 (5)	1 (1)	24 (6)	771 (60)
Komb. ark/ing.	59 (10)	0	0	0	0	59 (10)
Landinspekt.	59 (21)	0	16 (5)	3 (1)	1 (1)	79 (24)
Entreprenører	19 (5)	0	0	0	0	19 (5)
Fab./lev.	49 (3)	0	0	0	0	49 (3)
Off. mynd.	36 (2)	0	30 (4)	0	4 (1)	70 (4)
Andre	60 (5)	0	13 (2)	11 (2)	0	84 (5)
CAD-arb. st. i alt	946 (125)	13 (5)	242 (23)	16 (5)	31 (10)	1248 (144)

Skema 5. Skemaet angiver antal arbejdsstationer, i alt, for hver virksomhedstype. Tal anført i parentes angiver det tilhørende antal virksomheder som arbejdsstationerne er fordelt på.

3.3 Hvilket perifert hardware har firmaet ?

Spørgeskemaets spørgsmål:

Hvilket perifert hardware har firmaet ? [16]	Antal
Intet (sæt kryds)	
Digitizer	
Plotter	
Scanner	
Andet?	

I skema 6 er vist resultaterne for registreret perifert hardware. Det er for alle virksomhedstyper digitizeren som er bedst repræsenteret i antal, efterfulgt af plottere på andenpladsen og scannere som nummer tre. Det er dog plotteren som er bedst repræsenteret med hensyn til det antal firmaer, der har en sådan. Dette målt som en gennemsnitsværdi for alle 171 deltagende virksomheder. Hele 77 % af de deltagende virksomheder har således mindst én plotter. Tilsvarende tal for digitizere er 66 %. Scanneren er derimod kun repræsenteret hos 18 % af de deltagende 171 virksomheder.

De tre typer af hardware er af vidt forskellige typer og skal således ikke sammenlignes yderligere indbyrdes. Det skal dog afslutningsvis nævnes, at antallet af registrerede digitizere svarer til godt en tredjedel af det registrerede antal CAD-arbejdspladser. Digitizeren ser altså ud til at være et populært hjælpeværktøj i forbindelse med CAD-operation.

Det har endvidere ikke været muligt at sammenligne tallene for perifert hardware med nogle af de tidligere udførte undersøgelser. Resultaterne vist her kan naturligvis benyttes som sammenligningsgrundlag for evt. fremtidige lignende undersøgelser.

Kolonnen "Andet" i skema 6 er ikke specificeret nærmere.

[Perifert hardware]

Virksomheds- type	Intet	Digitizer	Plotter	Scanner	Andet
Arkitekter	14 (14)	64 (21)	37 (29)	8 (7)	13 (9)
Rådg.ing.	7 (7)	213 (49)	111 (53)	22 (15)	57 (6)
Komb. ark/ing.	2 (2)	51 (10)	19 (10)	2 (2)	0
Landinspekt.	1 (1)	38 (18)	34 (23)	0	4 (3)
Entreprenører	4 (4)	26 (5)	11 (5)	1 (1)	0
Fab./lev.	0	44 (2)	9 (2)	1 (1)	1 (1)
Off. mynd.	1 (1)	13 (2)	10 (4)	4 (1)	0
Andre	0	18 (5)	10 (5)	4 (3)	0
Ialt	29 (29)	467 (112)	241 (131)	42 (30)	75 (19)

Skema 6. Antal registreret perifert hardware, i alt, for hver virksomhedstype. Tal anført i parentes angiver det tilhørende antal virksomheder som det perifere hardware er fordelt på.

3.4 Øvrigt IT-programmel

Spørgeskemaets spørgsmål:

Tekstbeh.prog. (sæt x)[17]	Regnearksprog. (sæt x)[18]	Databaseprog. (sæt x)[19]	Programpakke (sæt x)[20]
Intet ☐	Intet ☐	Intet ☐	Ingen ☐
WordPerfect ☐	Quatro Pro ☐	Paradox ☐	Perfect Office ☐
Lotus Ami Pro ☐	Lotus 123 ☐	Lotus Approach ☐	Lotus Smart Sweet ☐
MS-Word ☐	MS-Excel ☐	MS-Access ☐	MS-Office ☐
Andet? ☐	Andet? ☐	Andet? ☐	Andet? ☐

Nu til det øvrige IT-software end netop CAD. I skema 7 og 8 er vist resultater for IT-undersøgelse '95 for såvidt angår softwaresystemer til tekstbehandling, regneark, databaser og kombinerede programpakker (office-pakker).

[Tekstbehandling]

[Regneark]

Virksomheds- type		Intet tekst beh.	Word perfect	Lotus Ami Pro	MS Word	Andet	Intet regne- ark- prog.	Quatro Pro	Lotus 123	MS Excel	Andet
Arkitekter	(48)	4%	48%	10%	31%	31%	33%	6%	15%	38%	27%
Rådg.ing.	(65)	6%	68%	3%	40%	23%	6%	18%	34%	52%	28%
Ark/ing.	(12)	17%	33%	8%	25%	33%	17%	0	33%	25%	33%
Landinspekt.	(24)	4%	88%	0	17%	17%	54%	8%	8%	8%	29%
Entrepr.	(9)	0	78%	11%	44%	0	11%	11%	56%	44%	0
Fab./lev.	(3)	0	33%	0	33%	0	33%	0	0	33%	0
Off. mynd.	(5)	0	40%	0	40%	20%	0	0	20%	40%	20%
Andre	(5)	0	100%	0	40%	0	0	40%	40%	60%	0

Skema 7. Udbredelsen af tekstbehandlings- og regnearksystemer hos de besvarende virksomheder (antal besvarende virksomheder er angivet i parentes). Tallene angiver således den andel af de besvarende virksomheder som har de pågældende softwaresystemer i min. ét eksemplar.

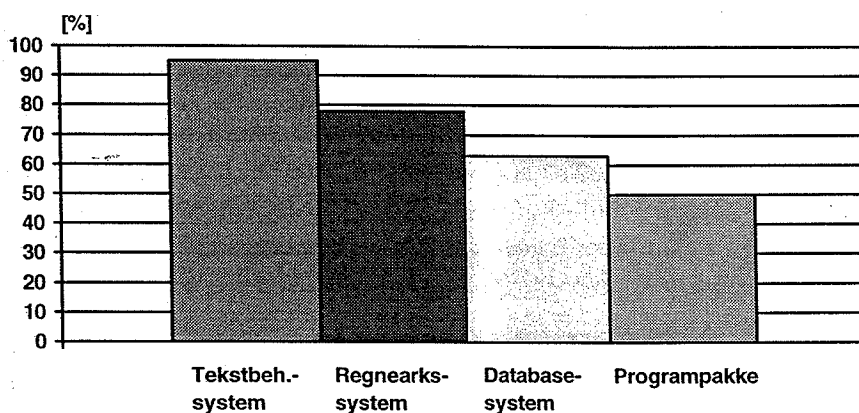
[Database]

[Programpakke]

Virksomheds- type		Intet data- base prg.	Para- dox	Lotus Appr-	MS-Ac- cess	Andet	Ingen pro- gram- pakke	Perfect Office	Lotus Smart Sweet	MS- Office	Andet
Arkitekter	(48)	52 %	2 %	0	19 %	21 %	56 %	6 %	6 %	23 %	8 %
Rådg.ing.	(65)	28 %	14 %	0	38 %	31 %	45 %	6 %	5 %	35 %	12 %
Ark/ing.	(12)	50 %	0	0	25 %	25 %	50 %	0 %	0	33 %	17 %
Landinspekt.	(24)	38 %	4 %	0	4 %	50 %	67 %	13 %	0	8 %	4 %
Entrepr.	(9)	44 %	0	11 %	11 %	0	22 %	0	33 %	44 %	11 %
Fab./lev.	(3)	0	0	0	33 %	33%	0	0	0	67 %	33 %
Off. mynd.	(5)	0	0	0	40 %	60 %	20 %	0	20 %	40 %	20 %
Andre	(5)	0	60 %	20 %	40 %	80 %	60 %	0	0	40 %	0

Skema 8. Udbredelsen af databasesystemer og programpakker hos de besvarende virksomheder (antal besvarende virksomheder er angivet i parentes). Tallene angiver således den andel af de besvarende virksomheder som har de pågældende softwaresystemer i min. ét eksemplar.

For det hurtige overblik skyld kan følgende figur 2 redegøre for udbredelsen af de ovennævnte fire softwaresystemer i den danske byggesektor. Tallene angiver gennemsnitsprocenter for alle de virksomheder som har besvaret undersøgelsen og som har min. ét af de nævnte softwaresystemer. Hele 95 % af de ialt 171 besvarende virksomheder har en eller anden form for tekstbehandlingssystem, 78 % har et regnearkssystem, 63 % af virksomhederne har softwaresystemer til databasedesign og endelig har præcis halvdelen af de besvarende virksomheder en programpakke.



Figur 2. Udbredelsen af tekstbehandling-, regneark- og databasesystemer samt programpakker. Søjlerne angiver *gennemsnitsprocenter* for hele byggesektoren målt på det antal virksomheder (171) som har besvaret undersøgelsen.

Vendes nu tilbage til skema 7 ses det, at for tekstbehandlingssystemernes vedkommende er WordPerfect bedst repræsenteret med et sted mellem 33 og 100 % hos de forskellige virksomhedstyper. MS-Word kommer i dette regnskab på en andenplads med en repræsentation i størrelsen 17 til 44 % i de forskellige virksomhedstyper.

Med hensyn til regnearkssystemer konstateres det, at MS-Excel er bedst repræsenteret hos arkitekter og rådgivende ingeniører, mens kombinerede arkitekter og ingeniører sammen med entreprenørerne anvender Lotus 123 systemet mest. For landinspektørernes vedkommende (24 besvarede undersøgelsen) synes at være et forholdsvis lavt tal af disse som har et regnearkssystem, nemlig 46 % af de besvarende landinspektørfirmaer. Blandt disse er det kun et fåtal som benytter systemerne MS-Excel og Lotus 123. Hovedparten benytter andre regnearkssystemer som ikke er nærmere specificeret.

Af skema 8 fremgår resultaterne for databasesystemer og programpakker. For databasesystemernes vedkommende kan det konstateres, at MS-Access og Paradox ligger på henholdsvis en første og en andenplads målt på udbredelsen blandt de besvarende virksomheder i de enkelte virksomhedstyper. Gruppen "andet" er dog, generelt betragtet, den største, men systemerne skjult heri er ukendte.

Til sidst er der så programpakkerne, det vil sige softwaresystemer der indeholder flere af de netop tre omtalte systemer: tekstbehandling-, regneark- og databasesystemer. For disses vedkommende er MS-Office generelt bedst repræsenteret blandt de forskellige virksomhedstyper med i størrelsen 35-40 % af alle de besvarende virksomheder. På andenpladsen kommer Lotus Smart Sweet og på en tredjeplads Perfect Office med en beskeden repræsentation blandt de projekterende, i størrelsen 5-15 %.

Med disse fire netop præsenterede softwaresystemer har det ikke været muligt at optælle et *antal brugerlicenser* hos de forskellige virksomhedstyper, da virksomhederne kun blev bedt om at svare på om de havde de nævnte systemer i deres virksomhed og altså ikke hvor *mange licenser* af disse de rådede over. Der kan ikke drages sammenligninger til resultater fra de tre tidligere udførte undersøgelser, da disse ikke har medtaget disse øvrige IT-systemer.

3.5 Netværk/kommunikation

Spørgeskemaets spørgsmål:

Anvendes lokalnet - hvis ja, hvilken type/og hvorledes ? (type netværksoftware/fileserver, printershare el.lign.)
Nej ☐ / Ja ☐

Benyttes ekstern kommunikation - hvis ja, hvilken ? (fast opkobling, modem og/eller medier - disketter, bånd m.m.)
Til CAD: Nej ☐ / Ja ☐

til øvrigt IT: Nej ☐ / Ja ☐

Skema 9 giver en oversigt over den andel af virksomhederne som har deltaget i undersøgelsen og som anvender lokalnet. Endvidere indeholder skemaet resultater fra undersøgelsen omkring udbredelsen af ekstern kommunikation, det vil sige kommunikation af digitale data mellem virksomhederne, hvor kommunikationen eksempelvis kan foregå ved udveksling af disketter/bånd eller via ISDN-nettet etc.

[Lokale netværker/ kommunikation]

Virksomhedstype	Anvendes lokalnet	CAD	Øvrigt IT
		benyttes ekstern kommunikation	benyttes ekstern kommunikation
Arkitekter	38% (18)	42% (20)	27% (13)
Rådg.ing.	66% (43)	55% (36)	48% (31)
Ark/ing.	67% (8)	50% (6)	42% (5)
Landinspekt.	50% (12)	67% (16)	38% (9)
Entrepr.	44% (4)	22% (2)	44% (4)
Fab./lev.	67% (2)	33% (1)	33% (1)
Off. mynd.	80% (4)	60% (3)	60% (3)
Andre	100% (5)	0% (0)	60% (3)

Skema 9. Skemaet angiver den procent-andel af de besvarende virksomheder som anvender de nævnte faciliteter. Tal anført i parentes angiver det korresponderende *antal* besvarende virksomheder som benytter de nævnte faciliteter.

Lokalnet anvendes af 38 % blandt i alt 48 arkitektvirksomheder der besvarede undersøgelsen, og af en del flere rådgivende ingeniørvirksomheder, nemlig to tredjedele af de 65 besvarende. Midt i mellem ligger landinspektørerne med halvdelen af de besvarende landinspektører (24) som anvender lokalnet. Lidt mindre er repræsentationen af lokalnettets anvendelse blandt entreprenørerne med 44 % (Kun 9 entrepr. besvarede spørgsmålet). Lokalnet ser altså ud til at være rimelig godt udbredt i den danske byggesektor, og altså mest udbredt hos de rådgivende ingeniører samt hos kombinerede arkitekt- og ingeniørvirksomheder og mindst hos arkitekterne når kun de projekterende virksomheder betragtes.

De øvrige grupper, nemlig fabrikanter/leverandører, off. myndigheder og "andre" er igen medtaget i skemaet, trods deres meget begrænsede deltagelse i undersøgelsen,

nemlig henholdsvis 3, 5 og 5 virksomheder i disse tre grupper. Årsagen til medtagelsen er nævnt i indledningen til denne rapport.

Ekstern kommunikation har den største udbredelse blandt landinspektørerne med to tredjedele af de besvarende virksomheder. Arkitekterne ligger her på 42 % af de virksomheder der besvarede undersøgelsen og ingeniørerne ligger lige midt mellem landinspektørerne og arkitekterne, nemlig med 55 %, når det gælder spørgsmålet om ekstern kommunikation i mellem virksomheder i forbindelse med CAD-data.

Endelig er der den eksterne kommunikation i forbindelse med øvrigt IT. Her er det de rådgivende ingeniører der topper blandt de projekterende med 48 % af de besvarende virksomheder. Arkitekterne ligger stadig nederst i dette regnskab med 27 % af de besvarende virksomheder. Endelig er det denne gang landinspektørerne som er placeret lige midt mellem de to netop nævnte grupper med 38 % anvendelse. Entreprenørerne er repræsenteret med 44 % af de besvarende virksomheder som anvender ekstern kommunikation i forbindelse med øvrigt IT.

Det har ud fra undersøgelsens resultater været muligt at udtrække oplysninger omkring Internettets udbredelse i sektoren. Dette har været muligt, på baggrund af de modtagne oplysninger der er indkommet i forbindelse med spørgsmålet om ekstern kommunikation i forbindelse med øvrigt IT. For den del af virksomhederne som benytter ekstern kommunikation (d.v.s. mellem en fjerdedel og halvdelen af de projekterende) kan følgende skema 10 for tre virksomhedstyper præsenteres.

<i>Virksomhedstype</i>	<i>Anvendelse af Internet for den del af virksomhederne, der benytter ekstern kommunikation i forbindelse med øvrigt IT [%]</i>
<i>Arkitekter</i>	<i>9 %</i>
<i>Rådg. ingeniører</i>	<i>13 %</i>
<i>Landinspektører</i>	<i>13 %</i>

Skema 10. Udbredelsen af Internet for tre udvalgte virksomhedstyper. Værdierne angiver den andel af 33 arkitekter, 60 ingeniører og 23 landinspektører som har Internet.

Af skemaet fremgår det, at Internettet er godt på vej til at manifestere sig i den danske byggesektors projekterende virksomheder. Tallene er dog stadig forholdsvis beskedne, men udviklingen for Internettet går som bekendt hurtigt i disse år.

Generelt kan det konkluderes for næsten alle virksomhedstyperne, at lokalnet er mest anvendt og ekstern kommunikation mindst. Dog med undtagelse af arkitekter og landinspektører hvor det modsatte gør sig gældende når der sammenlignes lokalnet med ekstern kommunikation med CAD-data.

Det skal blive interessant at se, om denne tendens til større ekstern kommunikation end intern kommunikation via lokalnet vil holde fremover, blandt arkitektvirksomheder og landinspektører.

3.6 GIS

Spørgeskemaets spørgsmål:

Benyttes GIS (Geografisk Informations System) - hvis ja, til hvad ?
Nej ☐ / Ja ☐
.....

GIS er en fællesbetegnelse for de IT-systemer der vedrører geografiske informationer, såvel grafiske som alfanumeriske. GIS er udviklet med primært sigte til brug for landskabs/topologiske informationsbehandlinger, kortfremstillinger samt til ledningsregistreringer. Undersøgelsen viser, at 2 % af arkitekterne, 11 % af ingeniørerne og 42 % af landinspektørerne anvender et eller andet form for GIS. Hele 80 % af de offentlige myndigheder (kun 5 besvarede) anvender GIS. Altså en stor spredning på anvendelse af GIS i de forskellige virksomhedstyper. Hos de øvrige virksomhedsgrupper fandtes ingen GIS brugere (dog med undtagelse af en enkelt bygningsejer og et enkelt handelsfirma hvor sidstnævnte udvikler og sælger GIS-applikationer).

Følgende skema angiver det totale antal virksomheder der har besvaret og som har GIS i virksomheden. Endvidere er vist den procentdel af besvarende virksomheder der har GIS.

[Anvendelse af GIS]

Virksomheds- type	Antal besv. virks. der benytter GIS	%-del af besv. virks. der benytter GIS
Arkitekter	1 (48)	2 %
Rådg. ing.	7 (64)	11 %
Landinspekt.	10 (24)	42 %
Off. mynd.	4 (5)	80 %

Skema 11. Udbredelse af GIS. Tallene i parentes angiver, for hver virksomhedstype, det antal virksomheder som besvarede spørgsmålet. Det er kun i de viste kategorier af virksomhedstyper, at der er registreret brugere af GIS.

3.7 Omfang af CAD-brug

Spørgeskemaets spørgsmål:

Til hvilke aktiviteter anvendes CAD ? [25]	% af aktiviteten
Ingen (sæt kryds)	
Programmering	
Forslagsstilling	
Forprojektering	
Hovedprojektering	
Udarbejdelse af tilbud	
Udførelse	
Produktion	
Drift	
Vedligeholdelse	
Andet?	

Nu tilbage til CAD-systemerne. Men nu med sigte på *omfanget* af CAD-brug. I dette afsnit er derfor præsenteret resultater som omhandler omfanget af CAD-brug, når der sættes fokus på de projektfaser som en byggeproces gennemløber, lige fra den tidlige programmeringsfase og helt frem til drift og vedligeholdelse af det færdige bygværk. Disse resultater findes specielt interessante i forbindelse med forskning og udvikling inden for området *produktmodellering*. Produktmodellering er nemlig et udtryk for en digital datarepræsentation af et bygværk igennem hele projekteringsforløbet lige fra den tidlige programmering og designfase og til det færdige detailprojekt. Endvidere dækker udtrykket over en digital datarepræsentation af bygværket i udførelses- samt drift og vedligeholdelsesfasen og i alt dækker ordet produktmodellering således den samlede byggeproces for det *produkt* (d.v.s. den bygning) der skal realiseres.

Skema 12 indeholder resultatudtræk fra undersøgelsen når det gælder omfang af CAD-brug i forbindelse med projektfaserne.

[Omfang af CAD-brug]

Virksomheds- type		Pro- gram- mering	For- slags- stil- lelse	For- pro- jek- tering	Hoved- projek- tering	Udarb. af tilbud	Ud- førelse	Pro- duk- tion	Drift	Ved- lige- hold- else	Andet
Arkitekter	(33)	7%	29%	44%	65%	5%	7%	4%	7%	7%	0%
Rådg.ing.	(60)	2%	18%	43%	67%	8%	8%	2%	2%	3%	2%
Komb. ark/ing.	(10)	10%	36%	67%	83%	16%	1%	0%	5%	3%	0%
Landinspekt.	(23)	1%	1%	1%	8%	0%	10%	64%	5%	10%	12%
Entreprenører	(4)	0%	4%	3%	52%	4%	13%	1%	0%	0%	0%
Fab./lev.	(3)	0%	33%	63%	33%	10%	0%	35%	0%	0%	0%
Off. mynd.	(4)	2%	2%	11%	35%	1%	11%	0%	32%	9%	0%
Andre	(5)	11%	1%	5%	16%	1%	0%	1%	6%	11%	29%

Skema 12. Gennemsnitlig omfang af CAD-brug opdelt i projektfaser. Værdier angivet i % repræsenterer en *gennemsnits*procent for omfanget af CAD-brug i de forskellige faser blandt de besvarende virksomheder. Tal anført i parentes angiver det antal besvarende virksomheder som er i besiddelse af et (eller flere) CAD-system(er) og som procentværdierne derfor er beregnet på basis af.

Fra skemaet kan det umiddelbart konstateres, at det generelt er i forprojekteringen med 43 til 67 % og hovedprojekteringen med 65 til 83 %, at CAD anvendes mest hos de projekterende arkitekt- og ingeniørvirksomheder samt ved kombinerede virksomheder.

Entreprenørerne anvender CAD i langt det største omfang i hovedprojekteringen, nemlig 52 %. Langt mindre CAD-anvendelse finder sted i udførelsesfasen blandt entreprenørerne.

Det er tydeligt fra skemaet som helhed, at CAD-anvendelse til projektfaserne, programmering, tilbudsgivning, udførelse samt drift- og vedligeholdelse ligger lavt, i størrelsesordenen 0 til 15 % med en enkelt undtagelse.

I sagens natur er der forskel på de forskellige virksomhedstypers aktivitetsniveauer i de forskellige faser. Dette skal erindres når skemaets værdier læses.

3.8 Brug af CAD

Spørgeskemaets spørgsmål:

Anvendes CAD-system til tegningsproduktion - hvis ja, til hvilke tegningstyper ? ³ Nej ☐ / Ja ☐
Anvendes CAD-system til andet end tegningsproduktion - hvis ja specificeres i næste skema "Integreret anvendelse" Nej ☐ / Ja ☐
Anvendes strukturering af CAD-data? (lag, blokke el.lign.) - hvis ja, egne- eller hvilke standarder ? Nej ☐ / Ja ☐
Opbygges og vedligeholdes egne databiblioteker - hvis ja, hvilke ? (bygningsdele, symboler, beskrivelser, priser el.lign.) Nej ☐ / Ja ☐
Anvendes eksterne databiblioteker - hvis ja, hvilke og hvorfra ? (byggevakataloger, bygningsdetaljer, priser m.m.) Nej ☐ / Ja ☐
Benyttes digitalt projekteringsgrundlag - hvis ja, i hvilken form ? (digitale eller indscannede kort/tegninger, evt. fotogrammetri el.lign.) Nej ☐ / Ja ☐

Efter at have set på omfanget af CAD-brug skal der nu fokuseres på *hvad* CAD anvendes til i de enkelte virksomhedstyper. Skema 13 indeholder oplysninger om dette. Som det tydeligt fremgår af skemaet, anvendes CAD stort set af 100 % af firmaerne til tegningsproduktion. Anvendelse af CAD til andet end tegningsproduktion udføres af i størrelsesordenen 20 til 30 % blandt arkitekter og ingeniører, mens knap halvdelen af landinspektørerne anvender CAD på alternative måder end lige til teg-

ningsproduktion. Ingen af de fire CAD-entreprenører, der besvarede undersøgelsen anvender CAD til andet end tegningsproduktion, mens alle fem offentlige myndigheder med CAD anvender deres systemer til andet end dette formål.

Mens ingeniørerne tilsyneladende ikke er så gode til at anvende CAD til andet end tegningsproduktion, så går det bedre for dem med at anvende strukturerede CAD-data. Med hele 97 % blandt CAD-ingeniørvirksomhederne som anvender strukturering af CAD-data, topper de blandt de projekterende virksomheder foran landinspektørerne på andenpladsen med 91 % af disse 23 CAD-firmaer og med kombinerede arkitekt- og ingeniørfirmaer på en tredjeplads med 80 % af 10 CAD-firmaer i denne gruppe. Generelt ses det, at strukturering af CAD-data er blevet meget almindeligt blandt byggesektorens CAD-firmaer. Struktureringen foretages hyppigst med anvendelse af CAD-applikations systemet POINT.

Anvendelse af egne databiblioteker er generelt knapt så almindeligt som anvendelse af strukturerede CAD-data. I størrelsen mellem halvdelen og to tredjedele af virksomhederne opbygger og vedligeholder således egne databiblioteker. Hyppigst findes denne anvendelse blandt ingeniørerne og landinspektørerne med to tredjedele af disse besvarende virksomheder. Arkitekterne er præsenteret med godt halvdelen af deres virksomheder som finder anvendelse af egne databiblioteker. De øvrige virksomhedstyper skal ikke kommenteres yderligere, idet der henvises til skemaet for disses resultater.

Anvendelse af eksterne databiblioteker finder, ikke uventet, anvendelse blandt et lidt lavere antal af CAD-virksomhederne, i forhold til de som anvendte egne databiblioteker. Et markant lavere antal landinspektører, nemlig kun 9 % af disse, gør brug af eksterne databiblioteker som supplement eller i stedet for egne databiblioteker som hele 65 % af landinspektørerne gjorde brug af. En så markant forskel på anvendelsesfrekvensen af egne og eksterne databiblioteker, findes ikke blandt de øvrige projekterende virksomhedsgrupper.

[Brug af CAD]

Virksomheds- type		CAD til tegn. prod.	CAD til andet end tegn. prod.	Strukturering af CAD-data	Opbygger og vedl. egne databib.	Eksterne databib.	Digitalt projek- teringsgrundlag
Arkitekter	(33)	100%	30%	73%	55%	52%	58%
Rådg.ing.	(60)	97%	23%	97%	65%	47%	65%
Komb. ark/ing.	(10)	100%	20%	80%	50%	20%	40%
Landinspekt.	(23)	100%	44%	91%	65%	9%	65%
Entreprenører	(4)	100%	0%	25%	50%	0%	0%
Fab./lev.	(3)	100%	0%	100%	33%	0%	0%
Off. mynd.	(4)	100%	100%	75%	75%	25%	100%
Andre	(5)	100%	40%	80%	60%	60%	40%

Skema 13. CAD og dets anvendelse, sat i relation til de CAD-firmaer der svarede på de stillede spørgsmål. Procentangivelserne angiver således *den andel* af de firmaer som besvarede spørgsmålene (i felt 28 til 33) der anvender deres CAD-system til de nævnte formål (i større eller mindre omfang). Tal anført i parentes angiver det antal firmaer der besvarede spørgsmålene.

På spørgsmålet om der anvendes digitalt projekteringsgrundlag svarede mellem 40 og 65 % af de projekterende virksomheder bekræftende på dette spørgsmål. Her lå den største anvendelsesfrekvens igen blandt ingeniørerne og landinspektørerne, ligesom tilfældet var med hensyn til brug af egne databiblioteker. De kun fire offentlige myndigheder med CAD, som besvarede spørgsmålet, anvender alle digitalt projekteringsgrundlag. Derimod er der ingen af de fire besvarende entreprenører med CAD, som anvender et sådant digitalt projekteringsgrundlag.

3.9 CAD-anskaffelse/-investering

Spørgeskemaets spørgsmål:

Første CAD-anskaffelse	[26]
Årstal:	

CAD investeringer (hardware og software) [27]	
1991	
1992	
1993	
1994	

Så er der økonomisiden i forbindelse med CAD. Hvor meget har byggesektorens virksomheder investeret i CAD-systemer de sidste fire år, når der medtages såvel software- som hardwaredelen? Svaret på dette spørgsmål fremgår af skema 14, hvor gennemsnitsinvesteringer for hvert firma er vist for de forskellige virksomhedstyper.

Endvidere er der i skemaet præsenteret en beregnet *gennemsnitsdato* for de enkelte virksomhedstyper som angiver den aktuelle gruppes dato for første CAD-anskaffelse. Datoen er således en fiktiv dato der kun giver et fingerpeg for hvornår *gennemsnitsfirmaet* indenfor en virksomhedstype har anskaffet sit første CAD-system. Da datoen er beregnet på samme måde for alle virksomhedstyperne, kan den således også danne grundlag for en sammenligning indbyrdes mellem virksomhedstyperne.

Resultaterne er angivet for det antal besvarende virksomheder som fremgår af skemaet. Det kan fra skemaet konstateres, at i alle de fire år der er spurgt til har det været de rådgivende ingeniørfirmaer der har investeret flest penge i CAD, målt pr. firma. Dette under udeholdelse af de offentlige myndigheder. På andenpladsen lå arkitekterne i årene -91 og -92, og kombinerede arkitekt- og ingeniørvirksomheder i årene -93 og -94. Tredjepladsen blev indtaget af de to samme netop nævnte grupper, men i de modsvarende årstal. Fjerdepladsen med hensyn til CAD-investeringer er i alle de fire år indtaget af landinspektørerne og endelig, på femtepladsen, kommer entreprenørerne.

Med ingeniørernes førsteplads, når det gælder CAD-investeringer, synes måske umiddelbart at være et modsætningsforhold til den kendsgerning der blev nævnt i afsnit 3.1. Der blev det nævnt, at ingeniørerne lå forholdsvist lavt med hensyn til CAD-dækningen, når der blev talt antal CAD-arbejdspladser pr. 100 medarbejdere. 15 CAD-arbejdspladser pr. 100 medarbejdere blev det målt til for de 60 CAD-ingeniørfirmaer som deltog i IT-undersøgelse '95. Tilsvarende tal for arkitekterne var 27 målt på 33 deltagende CAD-arkitektfirmaer. Tallet for landinspektørerne var helt oppe på 51 CAD-arbejdspladser baseret på 23 CAD-landinspektørfirmaer.

[CAD-investeringer pr. firma]

	*1) Første CAD- anskaffelse	CAD-in- vest 1991	CAD-in- vest 1992	CAD-in- vest 1993	CAD-in- vest 1994	Virks. der besvar.
Arkitekter	okt. - 90	117	87	51	95	33
Rådg. ing.	mar. - 89	216	255	387	274	60
Komb. ark/ing.	okt. - 88	36	62	126	139	10
Landinspekt.	okt. - 88	32	38	39	59	23
Entreprenører	mar. - 89	26	6	9	13	4
Fab./lev.	jan. - 92	0	0	33	67	3
Off. mynd.	jul. - 88	600	1475	500	500	4
Andre	jan. - 90	15	55	15	10	5

Skema 14. CAD-investeringer, incl. hardware og software, i årene 1991, -92, -93 og -94. Investeringerne er angivet i tusinde kroner som den gennemsnitlige CAD-investering målt pr. firma. Skemaets anden kolonne “*1) Første CAD-anskaffelse”, angiver en beregnet fiktiv dato for hvornår *gennemsnitsfirmaet* har anskaffet sit første CAD-system

Forklaringen på den tilsyneladende modstridende observation ved sammenligning af CAD-investeringen, hvor ingeniørerne toppede og på antal CAD-arbejdspladser hvor ingeniørerne var placeret næsten i bund skal formentlig hentes i *firmastørrelserne*. De gennemsnitlige firmastørrelser, målt på antal ansatte, er vist i skema 15 for hver enkelt virksomhedstype.

[Firmastørrelser og CAD-investeringer pr. ansat]

Virksomhedstype	Gennemsnitlig firmastørrelse. (Antal ansatte)	Gennemsnitlig investering pr. medarbejder	Baseret på antal besvar. virksomheder
Arkitekter	12	kr. 7.900,-	33
Rådg. ing.	84	kr. 3.300,-	60
Ark./Ing.	20	kr. 7.000,-	10
Landinsp.	6	kr. 9.800,-	23
Entrepr.	43	kr. 300,-	4
Fab./lev.	263	kr. 300,-	3
Off. mynd.	55	kr. 9.100,-	4
Andre	37	kr. 300,-	5

Skema 15. Gennemsnitligt antal ansatte i de forskellige virksomhedstyper. Endvidere angives en beregnet gennemsnitlig CAD-investering pr. medarbejder, baseret på de af virksomhederne oplyste CAD-investeringer i 1994.

Fra skemaet ses det, at ingeniørfirmaerne i gennemsnitsstørrelse er 7 gange så store som arkitektfirmaerne og 14 gange så store som landinspektørerne målt på antallet af ansatte. Da CAD-investeringerne angivet i skema 14 er målt *pr. firma*, kan ingeniørernes topplacering, når det gælder CAD-investeringer pr. firma, forklares derved. Selv med en CAD-dækning hos ingeniørerne (målt på antal CAD-arbejdspladser pr. 100 ansatte), som kun er ca. halvdelen af arkitekternes og under en tredjedel af landinspektørernes, vil de store ingeniørfirmaer alligevel toppe med hensyn til CAD-investeringer på grund af de langt større firmaer.

Dette bekræftes endvidere i skema 15 hvor der vises beregnede *gennemsnitlige* investeringer pr. medarbejder (estimeret udfra firmaernes angivne 1994-investeringer og de tilhørende gennemsnits firmastørrelser målt på medarbejderantal).

3.10 Integreret anvendelse

Spørgeskemaets spørgsmål:

Anvendes CAD integreret på nogle af følgende arbejdsområder bekræftes dette ved afkrydsning. Desuden angives hvilke programmer der benyttes, samt ved hvilke opgavetyper anvendelsen finder sted.
Mængdeberegning Nej ☐ / Ja ☐
Udarbejdelse af beskrivelser Nej ☐ / Ja ☐
Projektstyring/tidsplanlægning Nej ☐ / Ja ☐
Økonomistyring Nej ☐ / Ja ☐
Beregning (konstruktion, VVS, El) Nej ☐ / Ja ☐
Rendering/3D-visualisering Nej ☐ / Ja ☐
Drift og vedligeholdelse Nej ☐ / Ja ☐
Facility management Nej ☐ / Ja ☐
Geografisk informationsbehandling Nej ☐ / Ja ☐
Med videnbaseret system(er) *4 Nej ☐ / Ja ☐
Med et fuldt integreret, videnbaseret system - hvis ja, bedes systemet beskrevet kortfattet. Nej ☐ / Ja ☐

Efter det nu i afsnit 3.8 er konstateret, at strukturering af CAD-data anvendes i stort omfang blandt den danske byggesektors virksomheder kunne det være interessant at se i hvor høj grad en egentlig integrering af CAD-data sker med andre computersystemer. Altså, i hvor stort omfang genanvender man allerede indtastede og lagrede strukturerede som ikke strukturerede CAD-data i andre sammenhænge end til blot den egentlige grafiske visualiseringseffekt.

Skema 13 i afsnit 3.8 gav et fingerpeg i retning af CAD-dataenes alternative anvendelser. Fra skemaets anden spørgsmålskolonne fremgår det, at CAD kun i forholdsvis begrænset omfang anvendes til andet end egentlig tegningsproduktion, i størrelsesordenen 20-30 % for arkitekter og rådgivende ingeniører og ca. 45 % for landinspektørerne. Blandt de kun fire entreprenører der besvarede spørgsmålet anvendes CAD ikke til andet end tegningsproduktion ! Derimod hos de fire offentlige myndigheder anvendes CAD hos alle til andet end tegningsproduktion.

Af skema 16 fremgår resultater fra undersøgelsen gående på denne integrerede CAD-anvendelse. Der er således undersøgt virksomhedernes anvendelse af CAD sammen med såvel beregningsprogrammer, udarbejdelse af beskrivelser, økonomistyrings-systemer, drift etc. Endvidere er anvendelsen af CAD integreret med geografiske informationssystemer, Facilities Management samt med videnbaserede systemer undersøgt.

Den første iagttagelse der gøres ved at betragte skemaet er, at det er en forholdsvis lille integration af CAD der rent faktisk foregår. I størrelsesordenen 10-30 % for de i alt ca. 120 projekterende CAD-virksomheder der besvarede spørgsmålet, dog med enkelte lavere h.h.v. højere værdier. Blandt de fire besvarende entreprenørvirksomheder som har CAD, anvendes CAD integreret med mængdeberegningssystemer hos de to af firmaerne. For de fire offentlige myndigheder, anvendes CAD-systemet integreret med såvel drift- og vedligeholdelsessystemer som med geografiske informationsbehandlings systemer. Det er klart, at for disse to sidstnævnte grupper er det statistiske grundlag meget ringe.

[Integreret CAD-anvendelse]

Virksomheds- type	Mæng- debereg- ning	Ud-arb. af be- skrivel- ser	Pro- jekt- sty- ring/ tids- plan- lægning	Øko- nomi- styring	Bereg- ning	Ren- dering /3D- visualis.	Drift & vedl.	Facili- ties manag em.	Geo-gr. infor- mations beh.	Med viden- base- ret sy- stem
Arkitekter (33)	12%	21%	24%	12%	0	45%	15%	12%	0	
Rådg.ing. (58)	13%	3%	13%	2%	17%	20%	15%	7%	8%	1% *1
Ark/ing. (10)	0	20%	20%	10%	10%	60%	40%	10%	10%	
Landinspekt. (21)	43%	4%	0	0	39%	4%	13%	4%	70%	
Entrepr. (4)	50%	25%	25%	25%	25%	25%	0	0	0	
Fab./lev. (3)	0	33%	0	33%	0	33%	0	0	0	
Off. mynd. (4)	25%	50%	0	0	25%	25%	75%	25%	75%	
Andre (5)	20%	20%	0	0	0	20%	0	20%	40%	

Skema 16. Procentangivelserne er udtryk for de andele af CAD-firmaerne der har besvaret spørgsmålene vedrørende integreret anvendelse som anvender CAD integreret med de nævnte systemer. Tal anført i parentes angiver det antal CAD-firmaer der har besvaret spørgsmålene.

*1 Der er i et underprojekt, baseret på resultater fra IT-undersøgelse '95, undersøgt årsagen til denne meget ringe integration mellem CAD og videnbaserede systemer. Se [4].

3.11 Digital dataudveksling mellem virksomheder

Spørgeskemaets spørgsmål:

Med hvem udveksles digitale tegninger ? (sæt kryds) [45]	til	fra
Arkitekt		
Ingeniør		
Landinspektør		
Entreprenør		
Leverandør		
Bygherre		
Myndigheder		
Reprofirma		
Andre?		

Byggeprocessen er kendetegnet ved, at være meget "udvekslingstung" når det gælder data- og informationsudveksling. Denne kendsgerning må IT-systemerne derfor være "gearet" til at efterleve. Det har derfor været et kardinalpunkt for undersøgelsen, at få fastlagt det omtrentlige niveau for data- og informationsudveksling der rent faktisk pågår i byggesektoren. Der er derfor i undersøgelsen spurgt til et stort antal udvekslingskombinationer i mellem de i byggesektoren hyppigst forekommende samarbejdspartnere.

Resultaterne fra denne delundersøgelse fremgår af skema 17 og skema 18. Der er taget udgangspunkt i CAD-firmaerne, som har besvaret undersøgelsen, og der er gennem spørgsmålene søgt registreret omfanget af den *digitale tegningsudveksling*. Det er vurderet, at en sådan begrænsning til tegningsudveksling kan give et ganske godt præg for den øvrige data- og informationsudveksling, der foregår i mellem branchens parter. Samtidigt er det fundet *realistisk*, at de firmaer, som ville deltage i undersøgelsen, har kunnet "overkomme" en registrering af denne art og størrelse. I de følgende par afsnit er der specificeret hvilket *materiale*, der udveksles mellem parterne, og de anvendte udvekslingsformater er registreret. Endelig er *formålet* med den digitale dokument-modtagelse registreret. Men altså, i nærværende afsnit, først en præsentation af resultaterne for omfanget af den digitale tegningsudveksling.

[Omfang af digital tegningsudveksling]

Virksomheds-type	Ark.	Ing.	Land-inspektør	Entrep.	Lev.	Bygh.	Mynd.	Repro-firma	Andre
Arkitekter (33)	21%	91%	12%	18%	9%	39%	3%	42%	0
Rådg.ing. (60)	55%	67%	25%	33%	8%	58%	7%	27%	0
Komb. ark/ing(10)	90%	100%	30%	30%	0	60%	20%	30%	0
Landinspekt. (23)	96%	96%	83%	13%	0	22%	70%	0	9%
Entreprenører (4)	0	0	0	0	25%	25%	0	0	0
Fab./lev. (3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Off. mynd. (4)	75%	100%	100%	25%	0	0	75%	0	0
Andre (5)	0	40%	20%	20%	0	20%	60%	20%	20%

Skema 17. Andel af CAD-firmaerne der udveksler til nævnte firmatyper etc. angivet i øverste række. Tal anført i parentes angiver det antal CAD-firmaer der besvarede spørgsmålet.

Virksomheds- type	Ark.	Ing.	Land- inspek- tør	Entrep.	Lev.	Bygh.	Mynd.	Repro- firma	Andre
Arkitekter (33)	33%	52%	61%	3%	18%	9%	12%	12%	0
Rådg.ing. (60)	88%	58%	68%	13%	27%	35%	8%	8%	0
Komb. ark/ing(10)	90%	100%	70%	10%	20%	10%	30%	0	0
Landinspekt. (23)	48%	61%	87%	4%	9%	13%	57%	0	4%
Entreprenører (4)	25%	25%	0	0	25%	25%	0	0	0
Fab./lev. (3)	33%	67%	0	67%	0	67%	0	0	0
Off. mynd. (4)	25%	50%	75%	0	25%	0	75%	0	0
Andre (5)	0	40%	60%	20%	0	20%	40%	0	0

Skema 18. Andel af CAD-firmaer der udveksler fra nævnte firmatyper etc. angivet i øverste række. Tal anført i parentes angiver det antal CAD-firmaer der besvarede spørgsmålet.

Skema 17 og skema 18 skulle, i sagens natur, være identiske, bortset fra en spejling omkring en diagonalakse. Det er de ikke, og forklaringen herpå blev antydnet i rapporten for CAD-undersøgelse '91 hvor en tilsvarende uoverensstemmelse blev iagttaget. Der blev det forklaret med, at ikke alle firmaer der modtager h.h.v. sender er deltagere i undersøgelsen. Denne forklaring er stadig gældende for IT-undersøgelse '95.

Følgende uddybninger til skemaerne tager udgangspunkt i skema 17.

Ved at betragte skema 17 fremgår det, at der sker en massiv digital tegningsudveksling mellem arkitekter og ingeniører, i størrelsesordenen 90 % i retning fra arkitekt til ingeniør og 55 % den modsatte vej. I lige så høj grad finder udveksling sted mellem ingeniører og landinspektører, i hvert fald i retning fra landinspektører til ingeniører som hele 96 % af de 23 CAD-landinspektører foretager. Modsat, d.v.s. fra ingeniørerne til landinspektørerne, udveksler kun 25 % af ingeniørfirmaerne i denne retning. Endelig sker der også en kraftig digital tegningsudveksling fra landinspektørerne til arkitekterne, igen er det hele 96 % af landinspektørerne som udfører denne udveksling. I modsat retning afsendes der kun digitale tegninger til landinspektørerne fra 12 % af de 33 CAD-arkitekter.

Landinspektørerne er også gode til at udveksle digitale tegninger til myndighederne, hele 70 % af CAD-landinspektørerne deltager i denne disciplin.

Arkitekterne og ingeniørerne ligger igen under landinspektørernes digitale udveksling, når det gælder udveksling til myndighederne. Blandt de to nævnte grupper udveksler således kun henholdsvis 3 % og 7 % til myndighederne. Disse to tal er base-

ret på udsagn fra henholdsvis 33 arkitektvirksomheder og 60 ingeniørvirksomheder. Den modsatte vej udveksles der langt mere, nemlig i størrelsesordenen 75 - 100 %, men dette er kun baseret på 4 myndigheders udsagn, hvorfor dette resultat er meget usikkert !

Entreprenørerne udveksler tilsyneladende ikke digitale tegninger i et nævneværdigt omfang, men som for myndighederne er det statistiske grundlag ringe. 9 entreprenører deltog, fire af disse havde CAD og kun et af disse firmaer sender/modtager digitale tegninger.

Afslutningsvis ses det, at i størrelsesordenen 40 - 60 % af arkitekterne og ingeniørerne (og komb. ark./ing.) sender digitale tegninger til bygherrer. Et lidt mindre antal, ca. 30 - 40 %, sender til reprofirmaer.

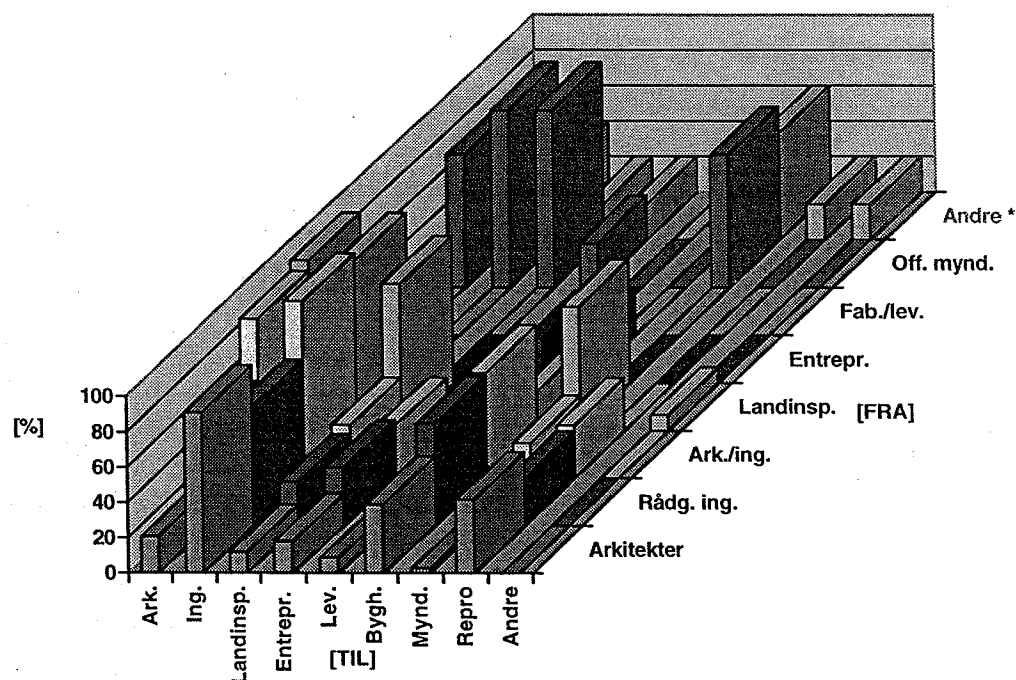
For landinspektørernes vedkommende sender kun godt 20 % af disse til bygherrer og slet ingen sender til reprofirmaer. Sidstnævnte tal er baseret på 23 CAD-landinspektører.

Skema 17 skal ikke kommenteres yderligere bortset fra en slutbemærkning gående på, at landinspektørerne tilsyneladende topper, når det gælder den digitale tegningsudveksling og med de kombinerede arkitektet- og ingeniørvirksomheder på en andenplads, ingeniørvirksomhederne på tredjepladsen og med arkitektvirksomhederne på en fjerdeplads. Der er i denne opgørelse set bort fra de offentlige myndigheder på grund af den ringe statistiske værdi.

De netop præsenterede resultater for den digitale tegningsudveksling blev, som nævnt, taget udgangspunkt i skema 17. Skemaet indeholder ingen oplysning om *hvor* store tegningsmængder der udveksles men kun om den procentdel af de angivne virksomhedstyper, som udveksler digitale tegninger, i et større eller mindre omfang, med de i øverste række nævnte firmaer.

Vises udvekslingsresultaterne i et "Manhattan"-diagram fremkommer følgende billede vist i figur 3. Der er ved udarbejdelsen af figuren taget udgangspunkt i resultaterne angivet i skema 17.

Efter denne præsentation af resultaterne for den digitale tegningsudveksling er det nu på tide at se på det *materiale*, der udveksles digitalt. Dette præsenteres i følgende afsnit.



Figur 3. Procentandel af CAD-firmaer der besvarede, som udveksler digitale tegninger til samarbejdspartnere nævnt langs den vandrette diagramakse.

3.12 Udvekslingsmateriale

Spørgeskemaets spørgsmål:

Materiale, der udveksles digitalt til hovedpartner ? [46]	angiv %
Kortgrundlag	
Hovedtegninger	
Oversigtstegninger	
Bygningsdelstegninger	
Detalje tegninger	
Beskrivelser	
Tilbudslister	
Beregninger	
Fakturaer	
Følgesedler	
Andet?	

Hvad er det så for noget materiale, der udveksles digitalt mellem udvekslingsparterne ? Svaret på dette spørgsmål søges belyst i dette afsnit. De i undersøgelsen deltagende virksomheder har besvaret spørgsmål gående på, hvilket materiale de udveksler til deres hovedpartner. For hver materialetype (kortgrundlag, hovedtegninger, oversigtstegninger, bygningsdelstegninger, beskrivelser, fakturaer etc.) er virksomhederne blevet bedt om at angive den procentdel, som de skønner at udveksle digitalt til deres hovedpartner. Resultaterne fra i alt 169 besvarende virksomheder er behandlet og beregnede gennemsnitsværdier, af de udbedte procentangivelser, for hver virksomhedstype er angivet i skema 19.

[Materiale der udveksles digitalt]

Virksomheds- type	Kort- grund- -lag	Hoved- -tegn.	Over- sigt- tegn.	Byg- nings- dels- tegn.	De- tal- je- tegn.	Be- skri- velser	Til- buds- lister	Bereg- -ning- er	Fak- tura- er	Følge- sedler	Andet
Arkitekter (47)	7%	50%	33%	25%	20%	18%	15%	0	0	0	0
Rådg.ing. (64)	13%	33%	26%	23%	18%	14%	12%	2%	2%	1%	2%
Ark. / ing. (12)	11%	45%	32%	32%	31%	19%	10%	10%	0	0	0
Landinspekt. (24)	78%	5%	7%	2%	5%	0	0	0	0	0	0
Entrepr. (9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fab./lev. (3)	0	0	17%	20%	0	0	0	0	0	0	0
Off. mynd. (5)	30%	19%	1%	1%	1%	0	0	0	0	0	0
Andre (5)	40%	5%	5%	5%	5%	0	0	0	0	0	0

Skema 19. Gennemsnitsprocenter for hver virksomhedstype udveksler det pågældende materiale, digitalt, til deres hovedpartner. Tallene i parentes angiver det antal virksomheder der besvarede dette spørgsmål. Procentangivelserne er således et udtryk for den procentdel af hver materialetype som *gennemsnitsfirmaet*, blandt de besvarende virksomheder, udveksler digitalt til deres hovedpartner.

Med den usikkerhed der ligger i resultaterne, navnlig blandt de tre grupper: fab./lev., off. mynd. og "andre", kan det dog konstateres, at for arkitekternes og ingeniørernes (og disse i kombination) vedkommende er det tydeligt, at det i størst omfang er hovedtegninger der hyppigst afsendes (35-50 %) til hovedpartneren, derefter oversigtstegninger, bygningsdelstegninger, detaljetegninger, beskrivelser og tilbudslister med nogenlunde jævnt faldende digital afsendelsesmængder i den nævnte rækkefølge. Beregninger, følgesedler og fakturaer afsendes stort set ikke digitalt af de projekterende, i størrelsesordenen 2 % !

Landinspektørerne, som toppede, når det gjaldt den digitale tegningsafsendelse, er, som det ses af skemaet, rigtig gode til at afsende digitale tegninger, nemlig kortgrundlag med hele 78 % digital afsendelse. Det er naturligt også landinspektørernes mest relevante udvekslingsmateriale. Men, når det angår beregninger, fakturaer og følgesedler, så er landinspektørerne fuldt på niveau med arkitekterne og ingeniørerne - ingen af de 23 landinspektører, der besvarede, udveksler dette materiale digitalt!

Entreprenørerne er på en ubestridt bundplacering i dette regnskab. Ingen af de entreprenører der har besvaret afsender således noget materiale digitalt til deres hovedpartner.

For de sidste tre grupper er det kun de offentlige myndigheder og gruppen "andre", d.v.s. bygningsejere, viden- og uddannelsescentre og handel & service som udviser en (mindre) digital dokumentudveksling når det gælder kortgrundlag, i størrelsen 30 - 40 %. Den samlede gruppe er her repræsenteret af 13 besvarende virksomheder (hvoraf de 12 har CAD). For disse tre gruppers vedkommende er der, som for alle de øvrige grupper, en totalt manglende digital dokumentudveksling, når det gælder beregninger, fakturaer og følgesedler. Disse tre typer dokumenter er netop dokumenter, som i overvejende grad skal udveksles under produktions- og udførelsesfaserne samt under drift- og vedligeholdelsesfasen.

Forklaringen på den manglende digitale dataudveksling af ovennævnte dokumenttyper kan hentes i skema 12 i afsnit 3.7. Her blev der netop udvist en meget lav CAD-anvendelse i faserne produktion, udførelse samt i drift- og vedligeholdelse, typisk i størrelsen under 10 %. Det er klart, at jo mindre CAD-aktiviteten er i de virksomheder, der typisk udveksler i de nævnte faser, des mindre er aktiviteten (og værdien af denne) af digital dataudveksling mellem disse virksomhedsgrupper.

3.13 Udvekslingsformater

Spørgeskemaets spørgsmål:

Hvilke udvekslingsformat(er) anvendes ? [47]	sæt x
DXF	
IGES	
DSFL	
EDI/EDIFACT	
STEP	
Internt systemformat	
Andre?	

Hvilke udvekslingsformater benytter virksomhederne sig nu af, når de skal udveksle digitale dokumenter med samarbejdspartnerne ? Spørgsmålet er interessant når der i den tidligere omtalte tillægsundersøgelse spørges om forskellige fremherskende problemer i forbindelse med anvendelsen af de forskellige udvekslingsformater.

Spørgsmålet, i tillægsundersøgelsen, udbedtes i kombinationer mellem *datastrukturer* og *udvekslingsformater* og for de forskellige kombinationer blev de forholdsvis få virksomheder (i alt 20), der fik tillægsskemaet udleveret, og besvarede det (ialt 7), bedt om at angive de fremherskende problemer, der er i forbindelse med dataudvekslingsopgaver. Der henvises til afsnit 3.17 for resultater fra tillægsundersøgelsen.

For bedre at kunne anvende resultaterne fra tillægsundersøgelsen gående på disse fremherskende udvekslingsproblemer, er der i hovedundersøgelsen medtaget spørgsmål omkring hvilke udvekslingsformater, der benyttes. Herved haves et godt statistisk grundlag, baseret på i alt ca. 135 besvarende virksomheder, som de angivne problemer kan kobles sammen med. Fremgangsmåden er benyttet, for at undersøge om de hyppigst benyttede udvekslingsformater benyttes, fordi der ikke er så mange problemer med disse. Hvis dette *ikke* er tilfældet, kan den store anvendelse således skyldes andre forhold, som for eksempel at der ikke findes andre, og bedre, udvekslingsformater på markedet.

Først resultaterne fra hovedundersøgelsen. Disse fremgår af skema 20.

[Anvendte udvekslingsformater]

Virksomheds- type	DXF	IGES	DSFL	EDI / EDIFACT	STEP	Internt sys. form.	Andre
Arkitekter (30)	67 %	7 %	3 %	0	0	0	37 %
Rådg.ing. (58)	81 %	5 %	21 %	0	0	17 %	24 %
Komb. ark/ing. (10)	90 %	0	0	0	0	0	10 %
Landinspekt. (22)	86 %	0	95 %	0	0	18 %	27 %
Entreprenører (4)	25 %	0	0	0	0	0	25 %
Fab./lev. (3)	0	0	0	33%	0	0	33 %
Off. mynd. (4)	75 %	0	100 %	0	0	0	50 %
Andre (5)	60 %	0	60%	0	0	40 %	40 %

Skema 20. Anvendte udvekslingsformater blandt CAD-virksomhederne der udveksler. Værdierne angiver procentdelen af de besvarende CAD-virksomheder, som anvender de angivne udvekslingsformater i større eller mindre omfang. Tal anført i parentes angiver det antal besvarende firmaer til dette spørgsmål.

Det ses, at det er DXF formatet som er det hyppigst anvendte udvekslingsformat, i størrelsesordenen 60 - 90 % med en enkelt virksomhedsgruppe som undtagelse. DXF formatet har oplevet en stigning i anvendelsen siden juni '91.

DSFL kommer på en andenplads i hyppigheden af anvendelse, i al fald når det gælder udvalgte virksomhedstyper. 95 % af landinspektørerne anvender således DSFL formatet. Det er indlysende at tallet 100 % ud for offentlige myndigheder som anvender DSFL-formatet kun kan betragtes som et fingerpeg i retning af bred anvendelse af dette format. Det er jo kun baseret på 4 myndigheder som alle anvendte formatet.

IGES formatet er meget beskedent anvendt i byggesektoren (blandt de besvarende virksomheder). Kun 5 - 7 % af arkitekt- og ingeniørvirksomhederne anvender dette format. Ingen af de andre er registreret som anvendere af dette format !. Formatet er et systemneutralt udvekslingsformat, i modsætning til eksempelvis DXF formatet som er udviklet til et meget udbredt CAD-system, nemlig AutoCAD, men som også

kan anvendes i andre CAD-systemer. Dette er måske en del af forklaringen på den store forskel i anvendelsen blandt disse to udvekslingsformater.

Interne systemformater er, i mindre grad (17 - 18 %), udbredt blandt rådgivende ingeniørvirksomheder og landinspektører. De interne systemformater har sin anvendelsesfordel, når der udveksles imellem éns computersystemer.

Andre formater (uspecifiseret hvilke) har oplevet en pæn stigning i anvendelsesomfang siden undersøgelsen i juni '91. Nu anvendes der "andre" formater i et omfang mellem 10 og 50 %, fordelt over de forskellige virksomhedstyper. Se skema 20.

EDI/EDIFACT (*Electronic Data Interchange*)/(*Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport*) er en standard, der kun er registreret anvendt hos en enkelt virksomhed blandt de i alt 142 virksomheder, der har besvaret dette udvekslingsformat-spørgsmål ! Det synes umiddelbart overraskende, at ikke flere virksomheder anvender EDI. EDI er i første omgang møntet på udveksling af elektroniske dokumenter som f.eks. forespørgsler, følgesedler, fakturaer o.lign.. Det skal i den forbindelse pointeres, at der i alt kun er 12 entreprenører og leverandører, der har besvaret undersøgelsen. Det er netop i denne gruppe (og navnlig blandt leverandørerne/producenterne), de nuværende og potentielle brugere af EDI befinder sig.

En kort forklaring til, hvad EDI står for, gives nedenfor.

EDI står, populært sagt, for elektronisk dokumentudveksling. EDIFACT er en international standard, som EDI udføres i henhold til. Når et dokument, som eksempelvis en faktura eller en følgeseddel, udveksles via EDI, d.v.s. jvf. EDIFACT-standarden, kan de enkelte kommunikerede dataelementer identificeres af modtager, og genanvendes direkte i dennes EDB-system. Herved kan eksempelvis fakturaen kontrolleres på skærmen, og den videre registrering af fakturaen internt i virksomheden samt betalingen kan ske via modtagerens EDI-baserede EDB-system, uden at fakturaen på noget tidspunkt behøver at blive udskrevet.

STEP (*STandard Exchange of Product model data*) er et standardiseret udvekslingsformat for produktmodel data. Standarden udvikles i et internationalt samarbejde. STEP-standarden (ISO 10303) er under fortløbende udarbejdelse. Tolv dokumenter, hørende til standarden, var pr. september 1995 ophøjet til fuld International

Standards (ISs). STEP-standarden er ikke registreret anvendt hos nogle af de 136 besvarende virksomheder.

Med hensyn til de fremherskende problemer i forbindelse med anvendelsen af de netop præsenterede udvekslingsformater henvises til afsnit 3.17 senere i denne rapport.

3.14 Formål med digital tegningsmodtagelse.

Spørgeskemaets spørgsmål:

Formål med digital tegningsmodtagelse [48]	sæt x
Til orientering	
Til videreprojektering	
Til mængdeudtagning	
Til produktionsforberedelse	
Til bygningsdrift	
Andet?	

Igennem de sidste par afsnit, er der skrevet om de faser, der udveksles digitalt i, om det udvekslede materiale samt om de anvendte udvekslingsformater.

Nu er læserens nysgerrighed måske skærpet i retning af at finde ud af, hvad *formålet* med al den udveksling egentlig er. Dette belyses i nærværende afsnit.

I skema 21 er resultater fra spørgsmålene vedrørende formål samlet. Resultaterne er angivet som den procentdel af de besvarende virksomheder, som har afkrydset de enkelte punkter som værende et formål (ud af eventuelt flere formål) med den digitale tegningsmodtagelse. Spørgsmålet er altså begrænset i omfanget til *kun* at omfatte den digitale tegningsudveksling og under dette område kun tegningsmodtagelsen. Der blev i undersøgelsen juni '91 stillet et spørgsmål på samme måde som dette, hvilket giver en god sammenligningsmulighed resultaterne imellem.

[Formål med digital tegningsmodtagelse]

Virksomheds-type	Til orientering	Til videre-projektering	Til mængde-udtagning	Til produktionsforber.	Til bygnings-drift	Andet
Arkitekter (30)	27%	83%	3%	10%	20%	7%
Rådg.ing. (57)	32%	93%	5%	11%	12%	2%
Komb. ark/ing. (10)	20%	90%	0	10%	20%	0
Landinspekt. (23)	17%	61%	4%	26%	0	17%
Entrepenører (4)	0	25%	0	0	0	0
Fab./lev. (3)	0	33%	0	33%	0	0
Off. mynd. (4)	50%	75%	0	25%	0	50%
Andre (5)	20%	40%	20%	20%	40%	0

Skema 21. Procentandele af CAD-firmaerne, der besvarede spørgsmålet som modtager digitale tegninger med de nævnte formål. Tal anført i parentes, angiver det antal CAD-firmaer, der besvarede spørgsmålet.

Det kan hurtigt konstateres ved at betragte skemaets resultater, at det primære formål med den digitale tegningsmodtagelse er til videreprojektering. Dette gælder for alle virksomhedsgrupperne.

På en generel andenplads kommer formålet "til orientering" - kun overgået hos landinspektørerne med 26 % af firmaerne, der har produktionsforberedelse som det næstvigtigste formål.

At modtage digitale tegninger med det formål at kunne lave mængdeudtag, er ikke særligt hyppigt. Kun mellem 3 % og 20 % af virksomhederne har angivet dette som et formål.

Bygningsdrift er et formål, som mellem 12 % og 40 % af virksomhederne anser som værende et aktuelt formål med den digitale tegningsmodtagelse. Her er det gruppen "andre", der topper med de 40 %. Det er dog også i denne gruppe, at der er indeholdt nogle bygningsejere, som man kunne forvente at have et sådant formål højt prioriteret. Resultatet på dette punkt er dog særdeles usikkert på grund af den meget lave deltagelse af virksomheder i denne gruppe - nemlig fem.

3.15 CIS-CAD

Spørgeskemaets spørgsmål:

Har virksomhed projekteret med krav om CIS-CAD - hvis ja, har dette vanskeliggjort projekteringsprocessen ?
Nej ☐ / Ja ☐

CIS-CAD struktur er en af Boligministeriet fastlagt datastruktur (incl. udvekslingsformat), som i nær fremtid skal overholdes ved aflevering af stamdata på digital form, gældende for offentligt og støttet byggeri samt for byfornyelse. Ved et spørgsmål om virksomhederne har projekteret med krav om aflevering jvf. CIS-CAD strukturen, svarede 4 % af arkitekterne, 8 % af ingeniørerne og 21 % af landinspektørerne bekræftende herpå. Blandt de øvrige grupper af virksomheder var der ingen, der havde projekteret med dette krav.

Følgende skema angiver det totale antal såvel som procentandele af virksomhederne, der har besvaret, og som har projekteret med krav om CIS-CAD strukturen.

[CIS-CAD struktur]

Virksomheds-type	Antal besv. virks. der har proj. med krav om CIS-CAD struktur.	%-del af besv. virks. der har proj. med krav om CIS-CAD struktur.
Arkitekter	2 (46)	4 %
Rådg. ing.	5 (63)	8 %
Landinspekt.	5 (24)	21 %

Skema 22. Omfang af virksomhedstyper, der har besvaret spørgsmålet, og som har projekteret med krav om aflevering af digitale data jvf. CIS-CAD strukturen. Tallene i parentes angiver, for hver virksomhedstype, det antal virksomheder, der besvarede spørgsmålet.

3.16 Virksomhedsforhold

Spørgeskemaets spørgsmål:

Er der foretaget firmaorganisatoriske ændringer p.g.a. IT-indførelse - hvis ja, hvilke ? Nej ☐ / Ja ☐
Har IT-indførelse medført øget produktivitet - hvis ja, på hvilke områder ? Nej ☐ / Ja ☐
Stilles der ændrede kvalifikationskrav ved nyansættelser, p.g.a. IT-indførelse - hvis ja, hvilke ? Nej ☐ / Ja ☐
Hvem er virksomhedens CAD-brugere ? (angiv antal fordelt på faggrupper)
Har CAD-projektering været et krav fra bygherre eller medprojekterende - hvis ja, fra hvem og hvorfor ? Nej ☐ / Ja ☐
Har virksomheden en CAD-manual - hvis ja, ligger TR-publikationen "Virksomhedens CAD-manual" til grund ? Nej ☐ / Ja ☐

Efter denne omgang resultatpræsentationer omkring IT-udbredelsen, -investeringer og IT-anvendelsen i byggesektoren må det være naturligt at få belyst, hvilke konsekvenser branchen som helhed mener, at teknologien har medført på nogle for virksomhederne, og dermed branchen som helhed, vitale punkter.

Der er fundet endog ret store IT-investeringer i branchens virksomheder; investeringer, der naturligvis gerne skulle hentes hjem igen. Dette kan ske gennem egentlige produktionsstigninger eller - gennem kvalitetsløft ! Begge disse forhold vil stille den enkelte virksomhed bedre i konkurrencen med de øvrige virksomheder, og branchen som helhed vil stå stærkere på den internationale arena.

En række spørgsmål i relation til ovenstående er stillet til virksomhederne; spørgsmål og resultater fremgår af skema 23. Resultaterne er opgjort som den procentdel af de besvarende virksomheder der har besvaret et givent spørgsmålet med et "ja".

[Har CAD resulteret i ændrede virksomhedsforhold ?]

Virksomheds- type	Er der foreta- get organisati- ons-ændringer pga. IT- indfør. ?	Har IT med- ført øget produktivi- tet ?	Stilles der æn- drede kvalifika- tionskr. v. ny- ansætt. ?	Har CAD- proj. været et krav fra bygh. eller medproj. ?
Arkitekter (46)	13%	33%	39%	39 %
Rådg.ing. (59)	15%	46%	63%	49 %
Ark/ing. (10)	10%	50%	50%	30%
Landinspekt. (24)	17%	71%	58%	63 %
Entrepr. (9)	11%	44%	44%	11 %
Fab./lev. (3)	0	33%	67%	0
Off. mynd. (5)	40%	80%	60%	0
Andre (5)	40%	60%	20%	40 %

Skema 23. Procentangivelserne er et udtryk for den andel af de besvarende firmaer, som har besvaret med et "ja". Tal anført i parentes angiver det antal virksomheder, som besvarede spørgsmålene vedr. disse virksomhedsforhold.

IT har tilsyneladende ikke ændret på virksomhedernes organisation, generelt betragtet, med kun i størrelsen 10 -20 % af virksomhedstyperne arkitekter, ingeniører, landinspektører og entreprenører, som har besvaret de stillede spørgsmål omkring virksomhedsforhold med et "ja". Gruppen består tilsammen af ca. 150 besvarende virksomheder på spørgsmålet.

De offentlige myndigheder og gruppen "andre" er registreret med 40 % af deres tilsammen 10 besvarende enheder. Resultatet her er altså temmelig usikkert, grundet det begrænsede statistiske grundlag.

I juni 1991 blev det i resultatrapporten nævnt, at der kun var 47 CAD-virksomheder, der oplyste om organisationsændringer. Der blev ikke i samme forbindelse nævnt et samlet antal CAD-virksomheder, der besvarede spørgsmålet. Efter en vurdering af andre resultater fra CAD-undersøgelse '91 skønnes det, at tallet har ligget på ca. 250 virksomheder. Det vil sige, at det i juni '91 var ca 19 % af CAD-virksomhederne, der oplevede organisationsændringer i forbindelse med CAD-indførelse. Et tilsvarende gennemsnitstal for oktober 1995 kan beregnes til 15 %. Der er altså ikke sket det store skred i dette resultat i de forgangne ca. fire år.

Ved at betragte virksomhedernes svar lidt nøjere (svar der er indtastet i databasen men ikke gengivet her), kan det konstateres, at de hyppigste organisationsændringer er, at der er blevet udpeget en systemansvarlig, der er oprettet en IT-afdeling, der etableres superbrugergrupper og der ændres i virksomhedernes uddannelsesorganisering. Endelig angiver nogle virksomheder, at der nu er færre sekretærer og tekniske assistenter.

Så er der spørgsmålet, om IT har medført øget produktivitet i virksomhederne. 33 % af de 46 besvarende arkitektvirksomheder mener, det har givet øget produktivitet. Altså en tredjedel af arkitekterne. Den resterende del af arkitekterne må altså mene, at IT enten ikke flytter ved virksomhedens produktivitet - eller, at den ligefrem er faldet, efter IT er indført.

En lidt større andel af de rådgivende ingeniørvirksomheder, nemlig 46 % af de 59 besvarende, mener at IT har medført øget produktivitet for virksomheden. Men, altså stadigvæk mindre end halvdelen af de besvarende virksomheder siger produktivitetsløft, og dermed lidt over halvdelen der har den modsatte opfattelse - eller, status quo.

De 10 kombinerede arkitekt-/ingeniørvirksomheder er delt i præcis to lige store lejre, den ene der siger produktivitetsstigning, den anden produktivitetsfald eller uændret.

Landinspektørerne derimod har en klar overvægt af de virksomheder, der siger, at IT har medført en produktivitetsstigning, hele 71 % af disse. Gruppen er kun overgået af de få besvarende offentlige myndigheder. Af disse 5 mener de 4 således, at IT har medført øget produktivitet.

De angivne produktivitetsstigninger er af langt de fleste angivet som øget *tegningsproduktion*, og at det nu er blevet lettere at gennemføre projektændringer. Endvidere angiver et stort antal, at det er blevet lettere med beskrivelserne - alt kan nu genbruges. Nogle enkelte virksomheder påpeger en pæn gevinst ved mængdeudtræk og beregninger generelt. Landinspektørerne specielt, nævner at opmålings- og kortproduktionen er blevet mere effektiv.

En egenskab, som hedder *kvalitet* på produkterne, er ikke umiddelbart let at sætte tal på. Nogle virksomheder har dog nævnt, at kvaliteten på projekterne er blevet bedre med IT end uden.

Et antal omkring halvdelen af virksomhederne, generelt set, påpeger, at der stilles ændrede kvalifikationskrav ved nyansættelser p.g.a. IT-indførelse. Ved at betragte disses svar kan det konkluderes, at de hyppigste nye krav der stilles, er CAD-erfaring og -motivation, viden om EDB og kendskab til EDB på brugerniveau.

På spørgsmålet, om CAD-projektering har været et krav fra bygherre eller medprojekterende, svarede knap halvdelen af arkitekterne og ingeniørerne bekræftende herpå, mens næsten to tredjedele af landinspektørerne var blevet mødt med et sådant krav. De øvrige grupper er ikke så interessante for dette spørgsmål, da deres primæropgaver ikke er projektering.

Svarene omkring disse krav fra bygherrer eller medprojekterende er blevet gransket lidt nøjere, og for dette spørgsmåls vedkommende er det i alt overvejende grad bygherren, der stiller kravet. Ca. 70 % af de virksomheder, der er mødt af kravet, angiver bygherren som kravstilleren. På en andenplads (med 25 %) kommer virksomheder, som har mødt kravet fra medprojekterende. Endelig på en tredjeplads ligger kravet fra de offentlige myndigheder, med 13 % af virksomhederne der er blevet afkrævet CAD-projektering. Det er primært landinspektørerne, der har mødt kravet fra de offentlige myndigheder. Det er således næsten alle de landinspektører, som har besvaret bekræftende på dette spørgsmål, som har mødt kravet fra de offentlige myndigheder.

Virksomhedens CAD-manual indeholder beskrivelser omkring den pågældende virksomheds rutiner ved brug af CAD, herunder hvem der er virksomhedens CAD-ansvarlige, hvilke udvekslingsformater der skal benyttes, projektbiblioteksstruktur, tilladte symboler, fil- og lagstrukturer etc. I øvrigt kan i CAD-manualen angives specielle krav til tekniske aftaler, der skal overholdes ved digital tegningsudveksling med samarbejdspartnere. Af de besvarende virksomheder har ca. 40-50 % af de projekterende virksomheder en eller anden form for CAD-manual, og ca. 25-30 % af de udførende virksomheder har en sådan.

3.17 Tillægsundersøgelse - Fremherskende problemer ved digital dataudveksling

To af tillægsskemaets spørgsmål lød:

1)

Hvilke datatyper udveksles digitalt ? (sæt kryds)
1. Simple grafiske entiteter (datatyper som f.eks. linier og skraveringer)
2. Simple alfanumeriske entiteter (datatyper som f.eks. tekst, tal og tegn)
3. Kombination af ovenstående
4. Strukturerede data (datatyper hvor lagstruktur, blokke, referencer etc. er bevaret)
5. Objekter *I
6. Produktmodeldata **II

2)

Hvilke problemer er fremherskende ved dataudvekslingsopgaver jvf. de i foregående skema afkrydsede datatyper?		
Datatype	Udvekslingsformat angives ^{III}	Fremherskende problemer
1. Simple grafiske entiteter [13]		
2. Simple alfanumeriske entiteter [14]		
3. Kombination af ovenstående [15]		
4. Strukturerede data [16]		
5. Objekter [17]		
6. Produktmodelldata [18]		

Som nævnt tidligere, ville de fremherskende problemer i forbindelse med dataudveksling blive præsenteret (resultater fra tillægsundersøgelsen).

Skema 24 viser fordelingen af de virksomheder, der har besvaret tillægsundersøgelsen (i alt 7, fordelt på arkitekter, ingeniører, landinspektører og off. myndigheder), og som anvender de nævnte *datatyper* ved dataudveksling. Skemaet angiver også med hvilke udvekslingsformater, der er problemer ved de forskellige datatyper. De i skema 24 viste resultater har dog en begrænset værdi, jvf. nedenstående kommentarer.

Det ses, fra tillægsundersøgelsens resultater angivet i skema 24, at være DXF-formatet, der hyppigst er problemer med. Derefter kommer DSFL formatet og interne formater på en delt andenplads. På tredjepladsen ligger ASCII formatet. Fra skema 20 i afsnit 3.13 ses da også, at af de ovennævnte formater er DXF formatet der anvendes mest, dernæst DSFL formatet og interne formater. Altså, et korresponderende mønster mellem de mest anvendte udvekslingsformater og fordelingen på de formater, der hyppigst konstateres problemer med. Hvis alle udvekslingsformater, i et tankeeksperiment, er præcis lige gode, så ville den samme iagttagelse naturligvis fremkomme i sammenhængen "størst anvendelse giver flest registrerede problemer". Resultatet i skema 24 er således umiddelbart af meget begrænset værdi. Det kan dog benyttes som et grundlag for præsentation af hvilke problemer, disse syv virksomheder typisk har haft med de forskellige udvekslingsformater. En sådan præsentation gives lige efter skema 24.

	Simple grafiske entiteter	Simple a/n entiteter	Kombination af graf. og a/n entiteter	Struktur-rede data	Objekter	Produkt-model data
Antal virksomh. der benytter angivne datatyper	6	7	7	6	0	0
Problemer med udvekslingsform. i.f.b.m. udveksl. af nævnte datatyper	5 * DXF 1* DSFL 1* intern. format	4*DXF 2*DSFL 2*ASCII 1*internt format	4*DXF 1*andet 1*internt format	4*DXF 1*DSFL 1*DWG 1*internt format	—	—

Skema 24. Antal virksomheder der har besvaret tillægsundersøgelsen og udveksler de nævnte datatyper digitalt. I alt har 7 virksomheder besvaret tillægsundersøgelsen. Endvidere er angivet det antal virksomheder, som har problemer med de angivne udvekslingsformater, når der udveksles de pågældende datatyper. "5 * DXF" skal forstås således, at der er 5 virksomheder, der har problemer med anvendelse af DXF-formatet, når de udveksler simple grafiske entiteter. Endvidere skal det pointeres, at et enkelt firma godt kan være præsenteret som bruger af flere forskellige udvekslingsformater.

DXF formatet er hyppigst problematisk ved oversættelsesprocedurer (målforhold og tekstfonte ændres utilsigtet, elementtyper ændres, skala etc.). Endvidere ændres skraveringer på tegninger, idet kun skraveringens udstrækning og oplysning om mønster skal angives. Skraveringen foretages først under udplotningen og er således afhængig af plottersystem. Tekster og signaturer på drejede tegninger skal efterredigeres. Ved udveksling af større og mere strukturerede tegninger med andre CAD-systemer via DXF formatet, mistes der ofte en del af strukturen m.h.t. blokke-, lag- og farveopbygningen. Ved udveksling af andre styresystemer (f.eks. UNIX) er der problemer med bogstaverne æ, ø, å, Æ, Ø, Å.

DSFL formatet giver problemer ved cirkler og såkaldte *splines*. Splines er tilsyneladende forskelligt defineret i forskellige systemer. Også for DSFL formatet melder der sig problemer med tekster og signaturer på drejede tegninger. I øvrigt er det tidskrævende at fortolke/oversætte ved DSFL modtagelse. Der er ikke tilknyttet oprindelseskode til de enkelte punkter. Også når der anvendes DSFL opleves forskelle i fontdefinitioner som et problem.

Ved de interne formater opleves, at skraveringer kan give problemer, idet der tilsyneladende ikke er tilstrækkelig kompatibilitet til de forskellige plotsystemer, som findes på markedet.

Det er klart, at det for de interne formater er en forudsætning, at der anvendes de samme CAD-systemer eller, at modtagerens CAD-system kan oversætte *fra* det pågældende modtagne interne format og *til* sit eget systemformat. Der kan således være problemer med oversættere i modtagerens system, idet denne skal kunne klare flere forskellige interne formater i flere systemversioner. Altså ret skrappe krav til en oversætter.

4. Sammenligninger med de tidligere CAD-undersøgelser

I dette kapitel bringes væsentlige resultater fra IT-undersøgelse '95 med henblik på at sammenligne disse resultater med resultater fra de tre tidligere udførte undersøgelser, hvor dette har været muligt.

4.1 Udvikling i CAD-udbredelsen

Ved sammenligning med de tre tidligere udførte undersøgelser, kan følgende resultater for udviklingen i CAD-udbredelsen i den danske byggesektor de sidste ca. syv år præsenteres.

4.1.1 Generelt

Procentangivelser i skemaet nedenfor angiver *gennemsnitsprocentdelen for alle deltagende virksomheder*, som har mindst én CAD-arbejdsplads (min. 1 CAD-brugerlicens og 1 CAD-arbejdsstation).

[CAD-udbredelsen i perioden 1988 til 1995]

UNDERSØGELSE	Antal virks. der besvarede undersøgelsen	Antal virks. der besvarede og har min. ét CAD-syst.	%-del af virks. der besvarede og har min. ét CAD-syst.	
Dec. '88	140	45	32 %	*1
Dec. '89	232	163	70 %	*2
Jun. '91	450	258	57 %	*3
Okt. '95	171	144	84 %	*3

NOTER:

*1 Undersøgelsen omhandlede kun arkitektfirmaer og rådg. ingeniørfirmaer som var medlem af enten PAR-edb, FRI's edb-brugerklub eller ABB.

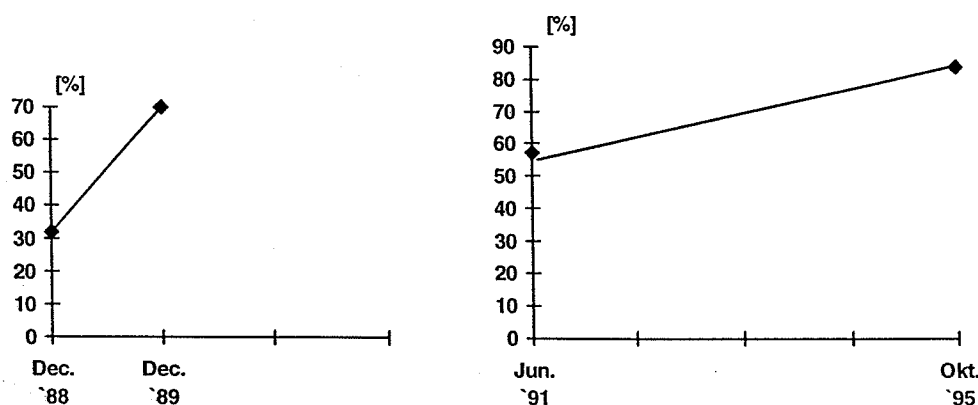
*2 Undersøgelsen omhandlede, foruden de ovennævnte virksomheder, også landinspektører der var medlem af PLF-data.

*3 Omhandlede alle potentielle typer af CAD-brugere i byggesektoren og altså ikke begrænset til arkitekt-, ingeniør- og landinspektører. I øvrigt er begrænsningen til edb-brugerklubmedlemmer undladt.

Skema 25. Skemaet giver et første indtryk af CAD-udbredelsen. Resultater er uddraget fra besvarelser til spørgeskemaets spørgsmål nr. 14 (undersøgelse okt. '95), idet alle virksomheder, der besvarede undersøgelsen, og som har mindst ét CAD-system, er medregnet. Skemaet indeholder sammenligning med tilsvarende tal fra de tre tidligere undersøgelser. Bemærk, at disse tre undersøgelser hviler på hver sit grundlag m.h.t. *antal* virksomheder, der besvarede undersøgelsen, og (jvf. note 1, 2, 3) m.h.t. de virksomhedstyper der blev adspurgt. Undersøgelserne er således bedst sammenlignelige to og to, som den i skemaet adskillende vandrette punkterede linie indikerer.

Den høje værdi i undersøgelsen dec. '89 må tilskrives, at undersøgelsen var baseret på edb-brugerklub medlemmer, som må forventes at have en større andel af CAD-brugere end gennemsnittet af alle firmaer. Der ses at være sket en relativ stor fremgang i antallet af (primært projekterende) firmaer, der anvender CAD i den danske byggesektor i perioden fra 1988 til -95.

Udviklingsforløbet er vist grafisk i figur 4 med undersøgelserne opdelt i to sammenlignelige grupper.



Figur 4. Udviklingen i CAD-udbredelsen i byggesektoren de sidste ca. syv år. Gennemsnit for alle virksomheder, der har besvaret undersøgelserne. De i alt fire undersøgelser er bedst sammenlignelige to og to på grund af de forudsætninger, der er lagt til grund for undersøgelsesnes deltagende virksomheder.

Fra figuren ses, at der er sket en afdæmpning i antallet af ny-tilkomne CAD-firmaer i perioden juni 1991 til oktober 1995 i forhold til perioden fra december 1988 til december 1989. En svag tendens til denne dalende tilvækst blev nævnt i rapporten for '91-undersøgelsen.

4.1.2 Antal CAD-arbejdspladser

Antallet af CAD-arbejdspladser i okt. '95 har nu antaget værdierne angivet i følgende skema, idet der sammenlignes med jun. '91. Tallene er angivet for *det antal virksomheder* (angivet i parenteser), som har deltaget i undersøgelserne og som har CAD. Tallene er således ikke umiddelbart sammenlignelige.

<i>Virksomhed</i>	<i>Jun. 1991</i>	<i>Okt. 1995</i>
Arkitekter	160 (58)	111 (33)
Rådg. ing.	483 (75)	771 (60)
Ark./ing.	20 (8)	59 (10)
Landinspekt.	78 (47)	72 (23)
Entrepr.	56 (16)	13 (4)
Fab./lev.	34 (14)	49 (3)
Off. mynd.	80 (12)	70 (4)
Andre	333 (28)	50 (5)
SUM	1.244 (258)	1.195 (142)

Skema 26. CAD-arbejdspladser i de forskellige virksomhedstyper. Tallene er angivet for det antal virksomheder (angivet i parenteser) som har deltaget i de to undersøgelser og har CAD.

Det samlede antal CAD-arbejdspladser blandt de besvarende virksomheder har udviklet sig fra 266 i dec. '88 (for 45 virksomheder), til 1.244 i jun. '91 (for 258 virksomheder) og til 1.195 i okt. '95 (for 142 virksomheder). Sættes tallene i forhold til en referenceværdi på 100 virksomheder, er udviklingsforløbet som vist i skema 27.

	<i>Dec. 1988</i>	<i>Jun. 1991</i>	<i>Okt. 1995</i>
Antal CAD-arbejdspladser	266 (45)	1.244 (258)	1.195 (142)
Antal CAD-arbejdspladser for 100 virksomheder	591 (100)	482 (100)	842 (100)

Skema 27. Udviklingen i antal CAD-arbejdspladser. Tallene i parentes angiver det tilsvarende antal virksomheder. Angivelserne i den nederste række er *fiktive tal* for antal CAD-arbejdspladser målt på 100 fiktive virksomheder. Tallene er omregnet direkte fra tallene, angivet under rækken benævnt "Antal CAD-arbejdspladser".

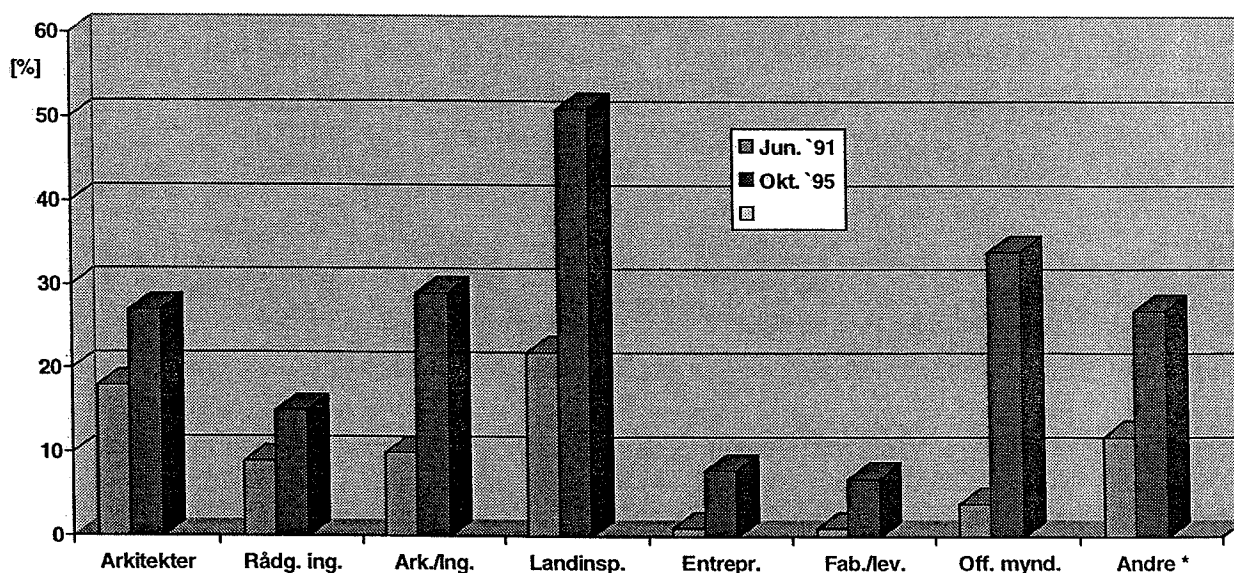
Det skal understreges, at tallene er usikre, idet de tre undersøgelser hviler på forskellige grundlag. I den forbindelse kan det fremhæves, at '88 undersøgelsen kun medtog arkitekter og rådg. ingeniørvirksomheder, som var medlem af EDB-bruger-

klubber. De to sidste undersøgelser har derimod alle potentielle CAD-brugere i hele byggesektoren med, og ikke kun begrænset til EDB-brugerklubmedlemmer. En anden usikkerhedsparameter ligger i, at størrelsen af virksomheder ikke er medtaget. Det er jvf. tidligere oplysning de små firmaer, som har den bedste CAD-dækning, målt på antal CAD-arbejdspladser pr. 100 medarbejdere. Denne kendsgerning er med til at give et forholdsvis større tal for '88-undersøgelsen end for '91- og '95-undersøgelserne, da gennemsnitsstørrelsen på CAD-virksomhederne i '88 var mindre end for de to øvrige undersøgelser.

På baggrund af skema 27 kan en vækstrate estimeres til ca. 1,75 i perioden fra juni '91 og til oktober '95.

4.1.3 Fordeling på virksomhedstyper

Sammenlignes resultaterne for antal CAD-arbejdspladser pr. 100 medarbejdere, præsenteret i afsnit 3.1, med tal for CAD-arbejdspladser fra '91 undersøgelsen, ses det nedenfor viste udviklingsforløb.



Figur 5. Udviklingen fra '91 til '95 i antal CAD-arbejdspladser pr 100 ansatte.

Det ses, at landinspektørerne den bedste CAD-dækning, når det opgøres som det samlede antal indkøbte CAD-arbejdspladser pr. 100 ansatte. Det ses endvidere, at virksomhederne generelt har tilføjet et stort antal nye CAD-arbejdspladser. Det ser således ud til, at især kombinerede arkitekt- og ingeniørfirmaer samt entreprenører i de forgangne fire år har øget CAD-dækningen markant. De sidste tre grupper (fab./lev., off. mynd. og "andre") hviler på et for spinkelt statistisk grundlag til at kommentere udfra.

Udviklingen i antallet af CAD-arbejdspladser pr. 100 medarbejdere kan endvidere ses af skema 28, som angiver tallene, præsenteret i figur 5, og endvidere medtager en vækstrate, beregnet med udgangspunkt i '91-værdierne. Vækstraten er udeladt for de sidste tre grupper af virksomhedstyper.

Virksomhedstype	Juni '91	Okt. '95	Vækstrate
Arkitekter	18	27	1,50
Rådg. ing.	9	15	1,67
Komb. ark./ing.	10	29	2,90
Landinspekt.	22	51	2,32
Entrepr.	1	8	8,00
Fab./lev.	1	6	-
Off. mynd.	4	32	-
Andre	12	27	-

Skema 28. Kolonnerne "Juni '91" og "Okt. '95" angiver antal CAD-arbejdspladser pr. 100 ansatte. Kolonnen "Vækstrate" er dimensionsløs, og angiver væksten i perioden juni 1991 til oktober 1995, sat i forhold til juni 1991-værdien.

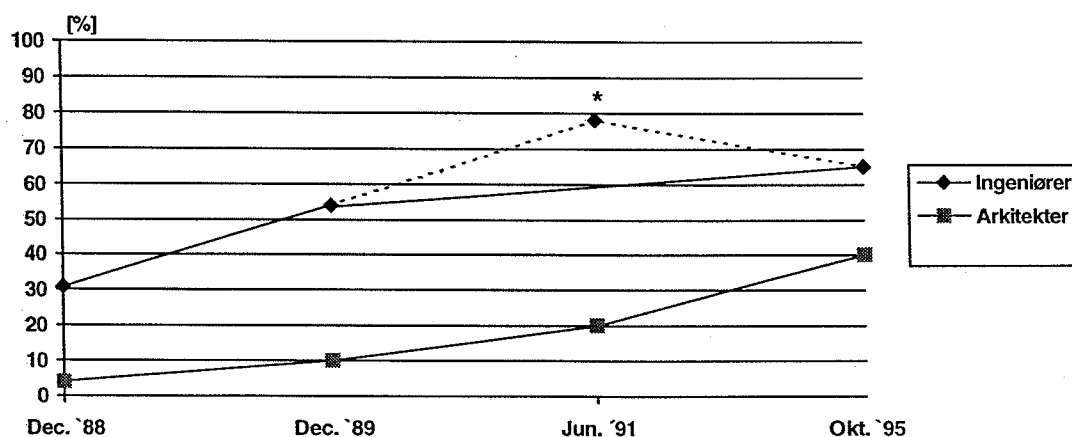
En præsentation for det registrerede totale antal CAD-programlicenser og CAD-arbejdsstationer blandt de besvarende virksomheder blev givet i kapitel 3.

4.1.4 Fordeling på virksomhedsstørrelser

Det er, som i '91 og ('89), stadig de små firmaer (<10 ansatte), som har den bedste CAD-dækning med ca. 35-40 CAD-arbejdspladser pr. 100 medarbejdere. Væksten i antal CAD-arbejdspladser pr. 100 medarbejdere har dog været størst blandt de mellemstore virksomheder (10-50 ansatte) med en vækstrate af størrelsen 2,0 (i alt på perioden fra juni 1991 til okt. 1995).

4.2 Udvikling i CAD-projektering

Stigningen i antal CAD-arbejdspladser har da også resulteret i en stigning i CAD-projekteringen. For arkitekter og rådg. ingeniører er udviklingsforløbet for dette gengivet i figur 7.



Figur 7. Udviklingen i CAD-projekteringen for de arkitekt- og ingeniørvirksomheder, der har besvaret undersøgelserne, og som har CAD. Det er gennemsnitsprocenter for alle deltagende virksomheder indenfor to virksomhedskategorier, der er angivet. Gennemsnitsprocenterne angiver, i hvor stort et omfang CAD anvendes til projektering. Projektering kan her omfatte såvel udførelse af skitseprojekt, forprojekt, hovedprojekt etc. og det kan være såvel tegninger som andre dokumenter, at CAD anvendes til.

Figuren udviser for arkitekterne et pænt stigende forløb i CAD-projekteringen. For ingeniørernes vedkommende forholder det sig tilsyneladende lidt anderledes fra og med 1991. Der er på figuren vist en større CAD-projektering i 1991 (se * mrk. ved stiplede kurve) end i 1995. Dette søges forklaret nedenfor.

Værdien ved jun. '91 for ingeniører er vist til 77 %. Denne værdi er fundet til maksimalt 67 % i okt. '95. Det skal nævnes, at der i rapporten fra CAD-undersøgelse '91 [3], ved den pågældende resultatangivelse (77 %) er nævnt følgende, citat "... med forbehold for de skøn, der ligger i beregningsmetoden" citat slut. Der oplyses ikke noget om de skøn der er lavet eller om beregningsmetoden. Det må blot her konstateres, at der på det pågældende resultat må forventes en vis usikkerhed i resultatet. Dette, kombineret med denne undersøgelses resultatusikkerhed, kan være forklaring på det tilsyneladende fald i ingeniørernes CAD-projektering i den pågældende periode.

4.3 Udvikling i omfang af CAD-brug

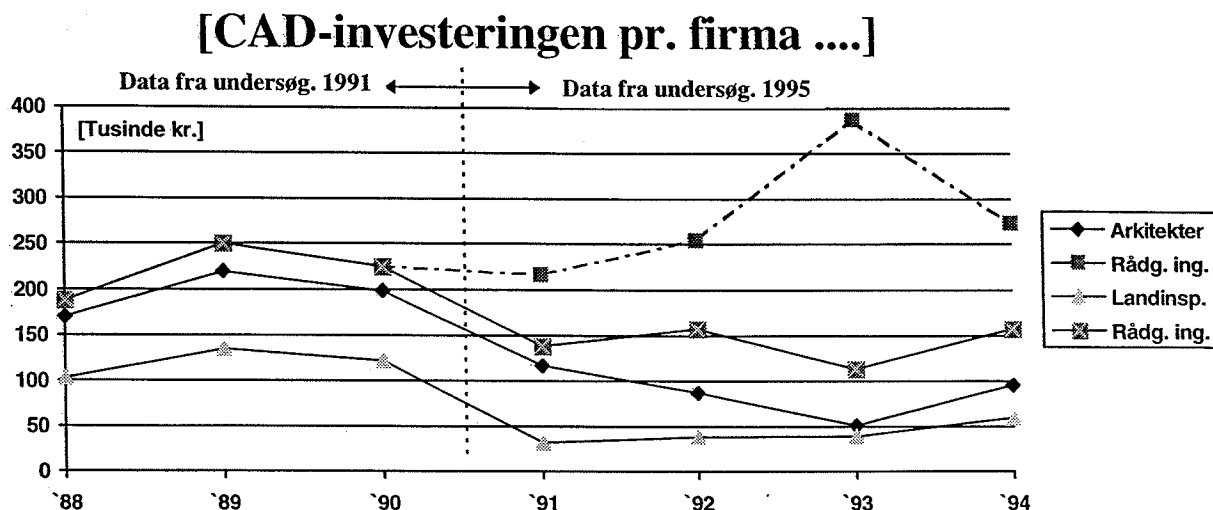
CAD-projekteringens tyngde ligger, som i jun. '91, stadigvæk i faserne hovedprojektering og forprojektering. Blandt CAD-firmaernes arkitekter og ingeniører udføres der i gennemsnit i disse to faser ca. 66 % henholdsvis ca. 43 % af den samlede projektering med CAD. Dette er beregnet som en gennemsnitsværdi for arkitekter og ingeniører. I '91-undersøgelsen var disse to værdier på 57 % henholdsvis 40 %. Kun en mindre stigning er altså indtruffet på CAD-projekteringen i disse to faser. For såvidt angår programmering og forslagsstilling, ligger tilsvarende værdier for CAD-projektering idag på ca. 5 % henholdsvis 25 %. For disses vedkommende er der kun sket en næsten ubetydelig stigning siden '91-undersøgelsen (1-5 %). CAD-anvendelse til tilbudsgivning, udførelse, drift & vedligehold er idag af størrelsen ca. 5 - 10 %. Også for disse CAD-anvendelser er der sket absolut minimale stigninger siden '91-undersøgelsen.

4.4 Udvikling i brug af CAD

Anvendelsen af CAD har stadig sin tyngde i tegningsproduktion med ca. 98 % af alle CAD-virksomhederne (se kapitel 3). I '91-undersøgelsen var dette tal 91 %. Strukturering af CAD-data ligger ret uændret på ca. en 80-85 % af alle CAD-virksomhederne. Det er stadig (som for '91-undersøgelsen) primært POINT, der benyttes til denne strukturering af CAD-data. I nærheden af to tredjedele anvender egne databiblioteker. Dette er stort set et tilsvarende tal som i '91-undersøgelsen. Derimod anvendes eksterne databiblioteker nu af henvend halvdelen af alle de projekterende virksomheder. Dette var kun ca. mellem en fjerdedel og en tredjedel i '91-undersøgelsen.

4.5 Udvikling i CAD-investering

I perioden fra og med 1988 til og med 1994 kan udviklingen i CAD-investeringer nu opgøres. I nedenstående figur 8 er således angivet investeringerne målt pr. firma, som har besvaret investeringsspørgsmålet. Dette er gjort for tre brancher, nemlig arkitekter, rådgivende ingeniører og landinspektører. Det er disse tre brancher, som har været fremtrukket i 1991-undersøgelsen.

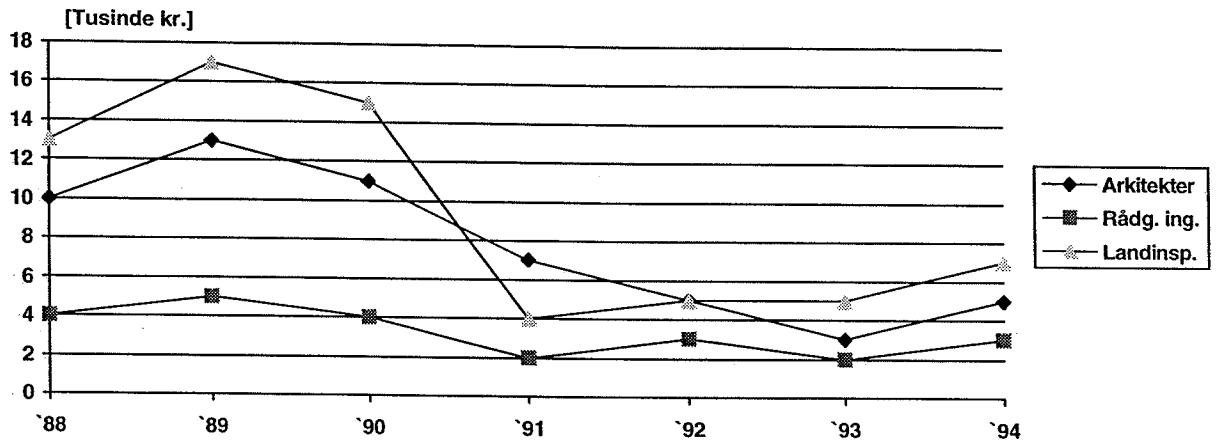


Figur 8. Udviklingen i CAD-investeringen de sidste syv år. Målt alene på investering pr. firma i tusinde kr. for de tre brancher : arkitekter, rådg. ingeniører og landinspektører, som har besvaret investeringsspørgsmålet. Bemærk den øverste kurve (streg-prik linie) for rådg. ingeniører repræsenterer de virkelige, registrerede værdier. Den nederste kurve (fuldt optrukket) for rådg. ingeniører, repræsenterer de registrerede værdier, når et enkelt rådg. ingeniørfirma er udeladt. Se forklaringen hertil nedenfor.

Investeringen har haft en lokal maksimumværdi for alle de tre brancher i 1989. Arkitekterne og landinspektørerne har derefter fulgt nogenlunde ad med hensyn til investeringsforløbet, dog med en vis kvantitativ forskydning. Ingeniørerne derimod, har fra ca. 1991/ -92 skilt sig ud fra de to øvrige grupper, idet ingeniørerne har haft et stigende forløb (se streg-prik linie) i investeringslysten, hvor de to andre grupper har haft et faldende forløb, og omvendt. En forklaring på dette er fundet ud fra resultatdatabasen, idet nogle få rådgivende ingeniørvirksomheder i perioden fra 1991 til -94, har investeret endog særdeles store beløb i CAD. Der er tale om så store beløb, at gennemsnits-investeringen for alle godt 50 rådgivende ingeniørvirksomheder, som har besvaret investerings-spørgsmålet, er øget markant. For at illustrere dette, er blot ét enkelt rådgivende ingeniørfirma udeladt, og forløbet er herefter vist (som den fuldt optrukne kurve for rådg. ingeniører) i figur 8. Som det ses fra figuren, er det kvalitative forløb for ingeniørernes CAD-investeringer nu sammenlignelige med arkitekt-ernes og landinspektørernes.

Kurverne i figur 8 repræsenterer, som nævnt, CAD-investeringerne *pr. firma*. Det kunne være interessant, at se udviklingen for CAD-investeringen, målt *pr. ansat* i de samme firmaer. Dette er gengivet nedenfor i figur 9.

[CAD-investeringen pr. medarbejder ...]



Figur 9. Udviklingen i CAD-investeringen de sidste syv år. Målt i investering pr. medarbejder i tusinde kr. for de tre brancher: arkitekter, rådg. ingeniører og landinspektører, som har besvaret investeringsspørgsmålet. (Ét rådg. ingeniørfirma er udeladt med samme begrundelse som angivet til figur 8.)

Ud fra denne fremstilling fremgår det, at det generelt er landinspektørerne, som investerer flest penge, målt pr. medarbejder, i CAD-systemer. De rådgivende ingeniører investerer færrest penge pr. medarbejder i disse tre sammenlignede brancher. Ved sammenligning af figur 8 med figur 9 ses, at hvor ingeniørerne investerer flest penge i CAD, målt pr. firma, investerer landinspektørerne færrest. Derimod investerer landinspektørerne, jvf. figur 9 flest penge, målt pr. medarbejder, og ingeniørerne i denne situation færrest. Den sidstnævnte situation understøttes også af skema 28, hvor antallet af CAD-arbejdspladser pr. 100 medarbejdere blev gjort op.

4.6 Udvikling i integreret anvendelse

Ud fra resultater, angivet i afsnit 3.10, kan der beregnes gennemsnitsprocenter for den integrerede anvendelse af CAD sammen med de i skema 16 nævnte andre softwaresystemer. I skema 29 er dette beregnet, idet der ved beregningen er vægtet i forhold til det antal virksomheder, der har deltaget indenfor hver virksomhedstype. Der er i skemaet endvidere draget en sammenligning til den integration, der fandt sted i juni '91 med hensyn til CAD og andre computersystemer. I sammenligningen indgår kun 7 af de i skema 16 ialt 10 undersøgte integrationsobjekter.

Undersøgelse	Mængdeberegning	Beskrivelse	Projektstyring	Økonomistyring	Beregning	Drift & vedligeh.	Facilities Managem.
Jun. '91	6 %	3 %	3 %	1 %	6 %	3 %	2 %
Okt. '95	20 %	15 %	17 %	8 %	15 %	20%	10 %

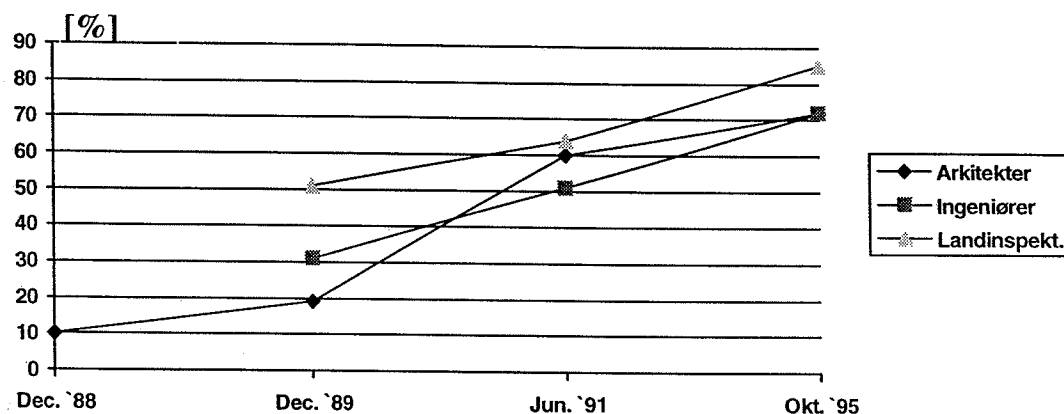
Skema 29. Udviklingen i CAD med integreret anvendelse i perioden juni 1991 til oktober 1995.

Fra skemaet kan der altså konstateres en pæn stigning i CAD og dets integrerede anvendelse i den viste godt fire års periode. Mængden af virksomheder som anvender CAD-systemet integreret med andre systemer, er, som nævnt ovenfor, i 1995 stadigvæk forholdsvis beskedent, men antallet af nytilkomne virksomheder der gør brug af en form for integration, er dog tilsyneladende i en pæn vækst i disse år.

4.7 Udvikling i digital dataudveksling

Stigningen i den digitale dataudveksling mellem virksomhederne i byggesektoren kan aflæses af nedenstående figur 10 for henholdsvis de projekterende arkitekter og ingeniører, samt for landinspektørerne. Det er kun for disse grupper, at en sammenligning fra de øvrige undersøgelser har kunnet finde sted. Det er udviklingsforløbet for dataudvekslingen af *tegninger*, der er vist. Se figur 10. Der er estimeret en procentdel af virksomhederne, som deltog i den digitale dataudveksling i '91-undersøgelsen. Disse tal var opgjort som totaler, og var kun præsenteret som grafer og "Manhattan" diagrammer. Der var i øvrigt sammenlignet med totaler fra '88- og '89-undersøgelserne, som i omfang var betydeligt mindre end '91-undersøgelsen. Det har derfor været vanskeligt at udrede egnede resultater til en overskuelig fremstilling af dette emne. Men efter nærmere undersøgelse af resultater fra de tidligere undersøgelser fremkommer graferne vist i figur 10. De skal dog tolkes med en vis "forsigtighed" på grund af ovenstående kommentarer.

[Digital tegningsudveksling]



Figur 10. Udviklingen i digital tegningsudveksling. Værdierne angiver den procentdel af CAD-virksomhederne, som i større eller mindre omfang udveksler digitale tegninger med andre.

Der ses fra figuren at være en stadig stigende andel, som udveksler digitale tegninger. Landinspektørerne og ingeniørerne har haft et næsten ens udviklingsforløb med hensyn til den digitale tegningsudveksling, dog har landinspektørerne generelt udvekslet mest.

Graferne viser dog kun værdier som en enkelt talværdi i hvert af de fire årstal. Det kan nævnes her, at for '91- og '95-undersøgelsernes vedkommende har arkitekterne udvekslet mest med ingeniørerne, ingeniørerne har udvekslet mest med arkitekterne og landinspektørerne har udvekslet mest med landinspektører og ingeniører. Det kan endvidere nævnes, at entreprenørerne har udvekslet mest med ingeniører, leverandører og bygherrer. Yderligere resultatpræsentationer for den digitale dataudveksling for '95-undersøgelsen kan findes i kapitel 3.

4.8 Udvikling i anvendelse af udvekslingsformater

Til egentlig tegningsudveksling er DXF formatet stadig det mest fremherskende med 70-90 % brugere blandt de projekterende (incl. landinspektører) og med brug af ca. 25 % blandt entreprenørerne.

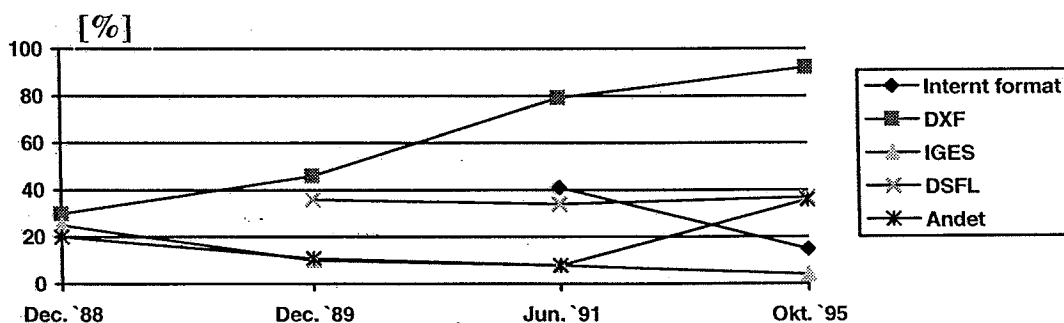
DSFL formatet anvendes af 3 % af arkitekterne, ca. 20 % af ingeniørerne og af hele 95 % hos landinspektørerne. DSFL har haft et faldende brug blandt arkitekter og et nogenlunde uændret brug blandt ingeniører og landinspektører siden 1991.

IGES formatet benyttes af 7 % af arkitekterne og 5 % af ingeniørerne. For dette formats vedkommende kan spores den modsatte tendens af, hvad er gældende for DSFL formatet. Der er nemlig sket et fald i ingeniørernes anvendelse af IGES fra ca. 13 % til 5 % fra 1991 til -95 og et uændret brug af IGES formatet blandt arkitekterne.

STEP standarden, som er en international standard til brug for udveksling af produktmodel data, er ikke registreret benyttet hos nogle af de 171 deltagende virksomheder !

I figur 11 er vist udviklingen for anvendelsen af udvekslingsformaterne DXF, DSFL, IGES etc. bestemt som gennemsnitsværdier for alle besvarende virksomheder i undersøgelserne fra 1988, -89, -91 og -95.

[Udviklingen i anvendelse af udvekslingsformater ...]



Figur 11. Udviklingen i anvendelse af udvekslingsformaterne DXF, IGES, DSFL, interne udvekslingsformater samt andre (ikke specificerede) formater. Gennemsnitsprocenter for alle de i undersøgelserne deltagende virksomheder, som anvender de pågældende udvekslingsformater. Antallet af virksomheder der deltog i de fire undersøgelser var h.h.v. 140 (dec. 1988), 232 (dec. 1989), 450 (jun. 1991) og 171 (okt. 1995). Fordelingen af adspurgte virksomhedstyper har endvidere ikke været ens i de fire undersøgelser. Dog har de seneste to undersøgelser haft et ensartet firmaprofil med deltagende virksomheder fra hele byggesektoren, men med overvejende deltagelse blandt de projekterende. Tilsvarende havde undersøgelserne i 1988 og 1989 et ensartet firmaprofil, idet der kun deltog arkitekt- og ingeniørvirksomheder (i 1989 dog også landinspektører), som var medlem af en edb-brugerklub.

5. Afsluttende bemærkning

Med det stadigt stigende IT-indkøb hos byggesektorens virksomheder, er der et stigende behov i retning af mere målrettet forskning og udvikling inden for dette område. Dette specielt set i lyset af de mange forskellige IT-systemer (der er f.eks. registreret 13 CAD-systemer i undersøgelsen), der er på markedet. Jo flere systemer der findes på markedet, des større er risikoen for inkompatibilitet systemerne imellem. Med det samtidigt stigende brug af edb-netværker og ekstern kommunikation firmaerne imellem, er der således et stigende behov for standardisering af softwaresystemer og dataudvekslingssystemer.

For udvekslingsformaternes vedkommende blev det i rapporten vist, at de interne systemformater, i mindre grad (ca. 17 %), er udbredt blandt rådgivende ingeniørvirksomheder og landinspektører. De interne systemformater har sin anvendelsesfordel, når der udveksles i mellem éns computersystemer. I afsnit 4.8 blev der registreret et kraftigt fald i anvendelsen af det interne format siden 1991!

Skyldes dette en stadig stigning af nye CAD-systemer, der kommer på markedet ? Det kan vel være en plausibel forklaring.

Byggesektoren befinder sig, som nævnt i indledningen, midt i en forvandlingsproces fra den traditionelle projekterings- og byggeproces og i retning mod en ny og mere tidssvarende *byggekultur*, hvor informationsteknologiens indtrængen udgør en yderst vigtig parameter. Med den ny "IT-byggekultur" skulle der gerne følge en langt mere *integreret* samarbejdsform på tværs af de traditionelle faggrænser således, at flest mulige data/informationer der produceres igennem et projektforsløb kan udnyttes af andre igennem *hele* byggeprocessen og *også* efter byggeriets opførelse, altså i drift- og vedligeholdelsesfasen.

Med nærværende rapport er det søgt, at kaste lys over i hvor stort et omfang byggesektoren egentlig har vænnet sig til den nye teknologi- og dermed at finde ud af, i hvor høj grad allerede producerede data udveksles og integreres/ genanvendes hos samarbejdspartnerne. Undersøgelsens resultater indikerer, at der kun i mindre omfang anvendes CAD-systemer integreret med andre softwaresystemer, i størrelsesordenen 10-20 %. Tilsvarende tyder rapportens resultater på, at der *fra* projekteringsfaserne og *til* udførelsesfasen samt drift- og vedligeholdelsesfaserne kun sker en meget beskeden integration (genanvendelse) af de allerede producerede projektdata.

Det er navnlig i forprojekteringen og hovedprojekteringen, at CAD anvendes mest, generelt betragtet, blandt såvel de projekterende firmaer som entreprenørerne.

Det er undersøgt, hvor meget virksomhederne investerer i denne nye teknologi. Ikke helt små beløb. I størrelsesordenen typisk omkring 100-200 tusinde kr. pr. gennemsnitsfirma pr. år. Investeringer, der naturligvis gerne skulle hentes hjem igen. Dette kan ske gennem egentlige produktionsstigninger eller - gennem kvalitetsløft ! Begge disse forhold vil stille den enkelte virksomhed bedre i konkurrencen med de øvrige virksomheder, og branchen som helhed vil stå stærkere på den internationale arena. Dette er naturligvis endnu vigtigere her i en tid, hvor et nyt tjenesteydelsesdirektiv for nylig er trådt i kraft. Et direktiv, som øger udlandets muligheder for at trænge ind på det danske byggemarked.

Der er endvidere gennem rapporten belyst mange af de problemer, virksomhederne støder på i forbindelse med CAD og IT-anvendelse generelt.

Problemerkernes tilstedeværelse skal ikke glemmes, og det er vigtigt, at der hos systemudviklerne forsøges at afhjælpe disse problemer.

Mange resultater er blevet præsenteret gennem rapporten. Der sættes tal på meget ! Tal, som ikke skal betragtes som eksakte størrelser, og hvis største værdi ligger i, at de giver mulighed for at sammenligne, over tid, brancherne imellem, systemerne imellem etc.. Det skal gentages, at det specielt er for de tre grupper, som gennem rapporten er benævnt "Fabrikanter/leverandører", "Offentlige myndigheder" og "Andre", at resultaterne er mest usikre, og ikke kan være repræsentative for de øvrige firmaer i byggebranchen som tilhører disse grupper. Dette skyldes det meget beskedne statistiske (kvantitative) grundlag, der findes for disse grupper.

Der har igennem undersøgelsens spørgeskemaer været en del spørgsmål, som afkrævede virksomhederne et svar ud over blot en krydsmarkering eller et enkelt talsvar. Mange af disse uddybende besvarelser er allerede fremhævet i nærværende rapport, idet det typiske og/eller hyppigste svar er nævnt. Men alle besvarelserne fra virksomhederne er samlet i nogle bilagsrapporter, som det vil være muligt at rekvirere her hos Institut for Bygninger og Energi, DTU. Der kan således rekvireres virksomhedernes udvidede besvarelser vedrørende

- Brug af CAD
- Integreret anvendelse

- Ny byggekultur
- IT-politik/ strategi
- Virksomhedsforhold
- Særlige procedurer
- Kommentarer- også til undersøgelsen

Referencer

- [1] Sørensen, L. S., *IT-Undersøgelse i byggesektoren*. Nyhedsbrev fra CABDU, (Computer Aided Building Design Unit). Indsatsområdet CAD i Byggesektoren. Danmarks Tekniske Universitet. Nyhedsbrev nr. 3, dec. 1995.
- [2] BPS, *CAD-dataudveksling, tegningsudveksling i dansk byggeri- et grundlag for CAD-samarbejde i byggeriet*. Rapport, der beskriver nogle af projektsresultaterne fra TUP-projektet (kaldt "Fælles Format projektet"), BPS-publikation 84, sep. 1990.
- [3] BPS, *CAD-undersøgelse 91- et grundlag for CAD-samarbejde i byggeriet*. TR-initiativområdet: Dataudveksling i byggesektoren. BPS-centret, maj 1992.
- [4] Sørensen, L. S., Andersen, T., *The current state of computing in Building Design and Construction: A detailed Survey*. CABDU (Computer Aided Building Design Unit), Danmarks tekniske Universitet. Publ. in Proceedings, conference ITCSED, Glasgow, Scotland, aug. 1996.

APPENDIX A

**Kopi af de udsendte spørgeskemaer,
begrebsforklaringer samt følgebrev.**

INSTITUTTET FOR HUSBYGNING

DANMARKS TEKNISKE
UNIVERSITET

BYGNING II8
2800 LYNGBY

TELEFON:
45 93 44 31
TELEFON DIREKTE:
45 25 19 34
EMAIL:

FAX:
45 93 44 30

IT-UNDERSØGELSE I BYGGESEKTOREN

14. SEPTEMBER 1995

Denne henvendelse til Deres virksomhed skyldes en ny undersøgelse vedrørende informationsteknologiens udbredelse og anvendelse i byggesektoren.

For at skabe overblik over byggesektorens indkøb og anvendelse af informations-teknologi (IT), håber vi at Deres virksomhed vil bidrage til undersøgelsen ved at besvare vedlagte spørgeskema. I alt ca. 450 virksomheder i byggesektoren modtager spørgeskemaet.

Undersøgelsen foretages i forlængelse af i alt tre lignende undersøgelser, foretaget i henholdsvis 1988, -89 og -91 af Datacenteret for Projekterende Arkitekter sammen med BPS-centret. Undersøgelsen i 1991 var i en udvidet form i forhold til de to tidligere undersøgelser og blev udført under TR-initiativområdet "Dataudveksling i byggesektoren". De to første undersøgelser gav et kvantitativt billede af EDB/CAD-brugen i byggesektoren. 1991-undersøgelsen, i sin udvidede form, indeholdt såvel kvantitativt som kvalitativt relaterede spørgsmål. Nærværende undersøgelse er foretaget ved Instituttet for Husbygning, Danmarks Tekniske Universitet som et led i et forskningsprojekt vedrørende dataudveksling og -integration i byggeprocessen. I denne undersøgelse, som ligner 1991-undersøgelsen en del, er flere af spørgsmålene identiske med 1991-undersøgelsens spørgsmål for derved direkte at kunne registrere en udviklingstendens i IT- (herunder CAD) udviklingen.

Nærværende undersøgelse afviger dog fra 1991-undersøgelsen ved at medtage spørgsmål omkring:

- * CIS-CAD og GIS
- * EDI/EDIFACT
- * IT generelt, altså ikke kun EDB/CAD-systemer
- * Flere typer digitalt udvekslingsmateriale
- * Virksomhedens IT-politik/strategi
- * Virksomhedens ønsker til ny(e) IT/ udvekslingsformater
- * Virksomhedens CAD-manual og ny projekt-/byggekultur

og ikke medtage spørgsmål omkring:

- * Systemansvarlige
- * Besparelser ved brug af digital tegningsudveksling
- * Virksomhedens image etc. ved brug af CAD
- * Medlemsforhold til brugerklubber
- * Modtaget rådgivning
- * Ansvars- og kompetanceopdeling ved systemdrift

Tillægsundersøgelse:

Deres virksomhed har, som en af i alt ca. 20 virksomheder, modtaget et tillægsspørgeskema. Dette tillægsskema indeholder supplerende spørgsmål vedrørende særlige procedurer ved digital udveksling samt spørgsmål til, hvilke problemer der er fremherskende ved dataudvekslingsopgaver.

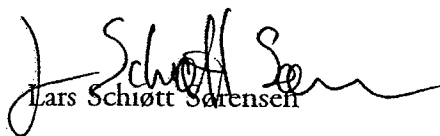
IFH

14. SEPTEMBER 1995

Undersøgelsens resultater vil blive behandlet i en rapport og skulle gerne bidrage til, at der kan forskes og udvikles mere målrettet inden for IT-området og i tråd med den faktiske udvikling der er foregået og foregår i forbindelse med byggesektorens indkøb og anvendelse af teknologien.

Jeg håber, med baggrund i ovenstående, at Deres virksomhed vil have ulejlighed med at besvare vedlagte spørgeskemaer og returnere dem på nedenstående adresse, gerne inden den 12. oktober 1995.

Med venlig hilsen


Lars Schiøtt Sørensen

Returadresse: Danmarks Tekniske Universitet
IFH, bygn. 118
2800 Lyngby

Att. Lars Schiøtt Sørensen

(Svarkuvert vedlagt)

IT-undersøgelse - 95

Side 1

Firmanavn: [1]		
Adresse: [2]		
Postnummer: [3]	By: [4]	
Kontaktperson 1 (navn - funktion) [5]		Kontaktperson 2 (navn - funktion) [6]
Tlf. nr. [7]	Telefax nr. [8]	Dato [9]

NB! Formålet med undersøgelsen er forklaret i følgebrevet.

Enkelte med * mærkede spørgsmål er uddybet på vedlagte side. Benyt venligst feltet "Kommentarer" på side 6 til yderligere oplysninger, hvis svarfeltet ikke rummer plads nok. Marker med [nr].

Firmaoplysninger

Firmatype (ark., ing., entreprenør, fabrikant el.lign.) [10]	Antal ansatte [11]	Medlemskab (FRI, PAR el.lign.) [12]
Primære opgavetyper (f.eks. bolig-, erhvervsbyggeri, planlægning, konstruktion, byggevareprod.) [13]		

CAD/IT i virksomheden

Hvilke CAD-systemer anvendes i firmaet ? *1 [14]	Version(er) (Versionsnr. angives)	Antal licenser
Ingen (sæt kryds)	/ /	/ /
AES	/ /	/ /
Arris	/ /	/ /
AutoCAD	/ /	/ /
AutoCAD/POINT	/ /	/ /
DOGS	/ /	/ /
Euclid	/ /	/ /
Gable	/ /	/ /
GDS	/ /	/ /
GeoCAD	/ /	/ /
Intergraph	/ /	/ /
MicroStation	/ /	/ /
MicroStation/Point	/ /	/ /
MicroStation/Intergraph	/ /	/ /
Andet	/ /	/ /

Hvilke CAD-arb.stationer har firmaet ? *2 [15]	Antal
Ingen (sæt kryds)	
IBM-kompatibel PC	
Apple-PC (Macintosh)	
Workstation	
Grafisk terminal	
Andet?	

Hvilket perifert hardware har firmaet ? [16]	Antal
Intet (sæt kryds)	
Digitizer	
Plotter	
Scanner	
Andet?	

Øvrigt IT-programmel

Tekstbeh.prog. (sæt x)[17]	Regnearksprog. (sæt x)[18]	Databaseprog. (sæt x)[19]	Programpakke (sæt x)[20]
Intet ☐	Intet ☐	Intet ☐	Ingen ☐
WordPerfect ☐	Quatro Pro ☐	Paradox ☐	Perfect Office ☐
Lotus Ami Pro ☐	Lotus 123 ☐	Lotus Approach ☐	Lotus Smart Sweet ☐
MS-Word ☐	MS-Excel ☐	MS-Access ☐	MS-Office ☐
Andet? ☐	Andet? ☐	Andet? ☐	Andet? ☐

Udvikler virksomheden eget EDB-software - hvis ja, hvilket ?

[21]

Nej ☐ / Ja ☐

Netværk/kommunikation

Anvendes lokalt - hvis ja, hvilken type/og hvorledes ? (type netværksoftware/fileserver, printershare el.lign.)

[22]

Nej ☐ / Ja ☐

Benyttes ekstern kommunikation - hvis ja, hvilken ? (fast opkobling, modem og/eller medier - disketter, bånd m.m.)

[23]

Til CAD: Nej ☐ / Ja ☐til øvrigt IT: Nej ☐ / Ja ☐

GIS

Benyttes GIS (Geografisk Informations System) - hvis ja, til hvad ?

[24]

Nej ☐ / Ja ☐

Omfang af CAD-brug

Til hvilke aktiviteter anvendes CAD ? [25]	% af aktiviteten
Ingen (sæt kryds)	
Programmering	
Forslagsstilling	
Forprojektering	
Hovedprojektering	
Udarbejdelse af tilbud	
Udførelse	
Produktion	
Drift	
Vedligeholdelse	
Andet?	

CAD-anskaffelse/-investering

Første CAD-anskaffelse

[26]

Årstal:

CAD investeringer (hardware og software) [27]

1991	
1992	
1993	
1994	

Brug af CAD

Anvendes CAD-system til tegningsproduktion - hvis ja, til hvilke tegningstyper ? ^{*3} Nej ☐ / Ja ☐	[28]
Anvendes CAD-system til andet end tegningsproduktion - hvis ja specificeres i næste skema "Integreret anvendelse" Nej ☐ / Ja ☐	[29]
Anvendes strukturering af CAD-data? (lag, blokke el.lign.) - hvis ja, egne- eller hvilke standarder ? Nej ☐ / Ja ☐	[30]
Opbygges og vedligeholdes egne databiblioteker - hvis ja, hvilke ? (bygningsdele, symboler, beskrivelser, priser el.lign.) Nej ☐ / Ja ☐	[31]
Anvendes eksterne databiblioteker - hvis ja, hvilke og hvorfra ? (byggevarer kataloger, bygningsdetaljer, priser m.m.) Nej ☐ / Ja ☐	[32]
Benyttes digitalt projekteringsgrundlag - hvis ja, i hvilken form ? (digitale eller indscannede kort/tegninger, evt. fotogrammetri el.lign.) Nej ☐ / Ja ☐	[33]

Integreret anvendelse

Anvendes CAD integreret på nogle af følgende arbejdsområder bekræftes dette ved afkrydsning. Desuden angives hvilke programmer der benyttes, samt ved hvilke opgavetyper anvendelsen finder sted.	
Mængdeberegning Nej ☐ / Ja ☐	[34]
Udarbejdelse af beskrivelser Nej ☐ / Ja ☐	[35]
Projektstyring/tidsplanlægning Nej ☐ / Ja ☐	[36]
Økonomistyring Nej ☐ / Ja ☐	[37]
Beregning (konstruktion, VVS, EI) Nej ☐ / Ja ☐	[38]
Rendering/3D-visualisering Nej ☐ / Ja ☐	[39]
Drift og vedligeholdelse Nej ☐ / Ja ☐	[40]
Facility management Nej ☐ / Ja ☐	[41]
Geografisk informationsbehandling Nej ☐ / Ja ☐	[42]
Med videnbaseret system(er) ^{*4} Nej ☐ / Ja ☐	[43]
Med et fuldt integreret, videnbaseret system - hvis ja, bedes systemet beskrevet kortfattet. Nej ☐ / Ja ☐	[44]

Dataudveksling med andre firmaer

Med hvem udveksles digitale tegninger ? (sæt kryds) [45]	til	fra
Arkitekt		
Ingeniør		
Landinspektør		
Entreprenør		
Leverandør		
Bygherre		
Myndigheder		
Reprofirma		
Andre?		

Hvilke udvekslingsformat(er) anvendes ? [47]	sæt x
DXF	
IGES	
DSFL	
EDI/EDIFACT	
STEP	
Internt systemformat	
Andre?	

Materiale, der udveksles digitalt til hovedpartner ? [46]	angiv %
Kortgrundlag	
Hovedtegninger	
Oversigtstegninger	
Bygningsdelstegninger	
Detalje tegninger	
Beskrivelser	
Tilbudslister	
Beregninger	
Fakturaer	
Følgesedler	
Andet?	

Formål med digital tegningsmodtagelse [48]	sæt x
Til orientering	
Til videreprojektering	
Til mængdeudtagning	
Til produktionsforberedelse	
Til bygningsdrift	
Andet?	

CIS-CAD

Har virksomhed projekteret med krav om CIS-CAD - hvis ja, har dette vanskeliggjort projekteringsprocessen ? [49] Nej ☐ / Ja ☐
--

Virksomhedsforhold

Er der foretaget firmaorganisatoriske ændringer p.g.a. IT-indførelse - hvis ja, hvilke ? [50] Nej ☐ / Ja ☐
Har IT-indførelse medført øget produktivitet - hvis ja, på hvilke områder ? [51] Nej ☐ / Ja ☐
Stilles der ændrede kvalifikationskrav ved nyansættelser, p.g.a. IT-indførelse - hvis ja, hvilke ? [52] Nej ☐ / Ja ☐
Hvem er virksomhedens CAD-brugere ? (angiv antal fordelt på faggrupper) [53]
Har CAD-projektering været et krav fra bygherre eller medprojekterende - hvis ja, fra hvem og hvorfor ? [54] Nej ☐ / Ja ☐
Har virksomheden en CAD-manual - hvis ja, ligger TR-publikationen "Virksomhedens CAD-manual" til grund ? [55] Nej ☐ / Ja ☐

Ny projekt-/byggekultur

På hvilke måder har IT medført ændringer af projekterings-/byggeprocessen ?	[56]

IT-politik/strategi

Hvilke fremtidsplaner har virksomheden m.h.t. IT-anskaffelser og brug ?	[57]
Fremtidsplaner m.h.t. digital dataudveksling ?	[58]
Ønsker til nye udvekslingsstandarder ?	[59]
Hvilke ønsker/behov har virksomheden til fremtidige IT-systemer (incl. hardware) ?	[60]
Kommentarer til udviklingsprojekter og uddannelsessituationen i forbindelse med IT-udviklingen i byggesektoren.	[61]

Kommentarer

Evt. også til denne undersøgelse.

[62]

Forklaring til * markeringer på spørgeskema

*1 CAD-systemer der anvendes i firmaet

Såfremt virksomheden har flere versioner af ét CAD-system, bedes alle versioner påført under feltet "Version(er)".

Under feltet "Antal licenser" summeres eventuelle enkeltbrugerlicenser med eventuelle flerbrugerlicenser og det samlede antal brugerlicenser angives i feltet, adskilt for hver angiven version.

IFH

*2 Hvilke CAD-arbejdsstationer har firmaet

14. SEPTEMBER 1995

Der spørges om "Antal arbejdsstationer" idet der ikke nødvendigvis er sammenhæng til "Antal licenser". Tallene kan således godt antage forskellige værdier.

*3 Tegningstyper

Eksempler på tegningstyper:

- Kortgrundlag
- Hovedtegninger
- Oversigtstegninger
- Bygningsdelstegninger
- Detalje tegninger

*4 Videnbaseret system

Et EDB-program, hvis opgave er at udføre eller støtte mennesker i opgaveløsning af en art, der ellers ville kræve inddragelse af en sagkyndig inden for det pågældende fagområde. Faciliteter, som interaktiv redigering af elementer/aktiviteter i henhold til designregler etc., skal kunne honoreres af systemet. Betegnelsen "ekspertsystem" bruges ofte synonymt med eller i stedet for "videnbaseret system".

NB! Formålet med undersøgelsen er forklaret i følgebrevet.
Enkelte med * mærkede spørgsmål er uddybet på vedlagte side. Benyt venligst feltet "Kommentarer" på side 3 til yderligere oplysninger, hvis svarfeltet ikke rummer plads nok.
Marker med [nr].

Hvilke datatyper udveksles digitalt ? (sæt kryds)	[12]
1. Simple grafiske entiteter (datatyper som f.eks. linier og skraveringer)	☐
2. Simple alfanumeriske entiteter (datatyper som f.eks. tekst, tal og tegn)	☐
3. Kombination af ovenstående	☐
4. Strukturerede data (datatyper hvor lagstruktur, blokke, referencer etc. er bevaret)	☐
5. Objekter *I	☐
6. Produktmodelldata *II	☐

Hvilke problemer er fremherskende ved dataudvekslingsopgaver jvf. de i foregående skema afkrydsede datatyper?		
Datatype	Udvekslingsformat angives ^{III}	Fremherskende problemer
1. Simple grafiske entiteter [13]		
2. Simple alfanumeriske entiteter [14]		
3. Kombination af ovenstående [15]		
4. Strukturerede data [16]		
5. Objekter [17]		
6. Produktmodelldata [18]		

Kommentarer

[19]

Forklaring til * markeringer på spørgeskema

*I Objekter

Ved afkrydsning i denne rubrik bedes det anført i hvilke(n) sammenhæng(e) objekter udveksles, eksempelvis:

- I forbindelse med krav om CIS-CAD-Struktur.
- Udveksling af objekter med objektdefinitioner, angivet i "Virksomhedens CAD-manual".

IFH

14. SEPTEMBER 1995

*II Produktmodeldata

En produktmodel er en digital datarepræsentation ('computermodel') af et produkt som f.eks. en bygning, en bro, et havneanlæg, et ledningsanlæg etc. Produktmodellen skal til ethvert tidspunkt i projekterings-/byggeprocessen repræsentere det modellerede produkts aktuelle stade.

Produktmodeldata er således data, der vedrører en produktmodel. Til orientering kan nævnes, at STEP er et standardiseret udvekslingsformat, hvormed man kan udveksle produktmodeldata.

*III Udvekslingsformat

Eksempler på udvekslingsformater:

- DXF
- IGES
- DSFL
- EDI/EDIFACT
- STEP
- Internt systemformat