



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

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



MAGNUS HUNHAMMAR

IT för arkitekten

R36: 1994

Nuläge och
utvecklingstendenser

R36:1994

IT FÖR ARKITEKTEN

Nuläge och utvecklingstendenser

Magnus Hunhammar

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 910365-3 från
Bygghörskningsrådet till Avdelningen för Konstruktionslära vid
Institutionen för Arkitektur och Stadsbyggnad, Tekniska
Högskolan i Stockholm.**

REFERAT

Detta är en lägesrapport över informationsteknologin (IT) i byggsektorn. Den har utgångspunkt från arkitektens arbetssätt. En beskrivning av arkitektens roll idag är ställd mot vad IT kan erbjuda. Datorsystemens roll som verktyg i det interna arbetet tas upp liksom rollen för arkitektens kommunikation med byggsektorns aktörer i allmänhet och med konstruktören i synnerhet. Med dagens arbetssätt uppstår ibland hinder genom att kommunikationen är långsam och genom att förståelsen mellan olika aktörer kan vara ofullständig. Rapporten visar hur IT kan stödja och förbättra möten mellan aktörerna i projekteringsskedet, vilket kan ge såväl en bättre byggmiljö som en bättre fungerande brukarmiljö.

Utvecklingen inom IT går mot ytterligare ökad kommunikation och integration. Den snabba utvecklingen inom IT påverkar samhället och arkitektens roll. Rapporten visar hur arkitekten påverkas av olika utvecklingstrender inom IT: integrerade system, byggstandarder, expertsystem, byggproduktmodeller, GIS etc. Konsekvenserna för arkitekten är allt ifrån utslagning, att bli 'överflödig', till en ny identitet som informationskoordinator, idébärare till förvaltningsskedet, initiera dokumentarkiv m fl affärsidéer.

Arbetet bygger på såväl studier av teknikutveckling inom informationssystem och människa-maskin kommunikation, som litteraturstudier och intervjuer med praktiker. Studien ligger inom ramprogrammet IT-BYGG och pågående kunskapsutveckling inom programmet har också utgjort en källa för studien.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R36:1994

ISBN 91-540-5680-2
Byggeforskningsrådet, Stockholm

gotab 11922, Stockholm 1994

Förord

Min forskning inom informationsteknologi (IT) har bedrivits vid avdelningen för Konstruktionslära inom institutionen för Arkitektur och Stadsbyggnad, Kungliga Tekniska Högskolan. Professor Sture Samuelsson har varit handledare. Studien är finansierad av Statens Råd för Byggnadsforskning, BFR.

Jag vill bland många speciellt tacka professor Sture Samuelsson, docent Ulf Keijer, docent Bo Göran Hellers, KTH och teknologie doktor Birgitta Hässler, BFR för deras synpunkter under den avslutande delen av detta arbete.

Något om min egen bakgrund: jag är civilingenjör från Väg- och vattenbyggnad, Lunds Tekniska Högskola. Jag började min bana som konstruktör på Skanskas Tekniska avdelning, för att sedan ändra min inriktning till att utveckla, utvärdera och sälja datorsystem för ingenjörer och arkitekter. Jag har bl a varit projektansvarig för programutvecklingen av Skanskas produktions- och ekonomistyrssystem "Byggprogrammet" samt en tid varit försäljningschef hos Europas största AutoCAD-distributör. Mitt tioåriga arbetsliv har bl a givit mig ett brett kontaktnät och erfarenheter, som varit till stor nytta i detta arbete.

Stockholm, september 1994



Magnus Hunhammar

Sammanfattning

IT för arkitekten - nuläge & utvecklingstendenser är en 'state of the art'-rapport om informationsteknologin (IT) i byggsektorn med utgångspunkt från arkitektens arbetssätt. En kartläggning av arkitektens aktuella roll i byggprocessen ställs mot vad IT kan erbjuda. Datorsystemens roll som verktyg i det interna arbetet beaktas såväl som dess roll för arkitektens kommunikation med byggprocessens övriga aktörer i allmänhet och med konstruktören i synnerhet. Vid nuvarande arbetssätt uppstår ibland hinder genom att kommunikationen är långsam och genom att förståelsen mellan olika aktörer kan vara ofullständig. Rapporten visar hur IT kan understödja och förbättra dessa möten under projekteringsskedet, vilket kan ge såväl en bättre byggmiljö som en bättre fungerande brukarmiljö.

Utvecklingen inom IT går mot ökad kommunikation och integration. Den snabba utvecklingen inom IT påverkar samhället och arkitektens arbetssätt och roll. Rapporten visar hur arkitekten påverkas av olika utvecklingstendenser inom IT: integrerade system, byggstandarder, expertsystem, byggproduktmodeller, geografiska informationssystem etc. Konsekvenserna för arkitekten kan vara allt ifrån att bli 'överflödig' till att möjligheter för nya affärsidéer öppnas.

Arbetet bygger såväl på studier av teknikutvecklingen inom informationssystem och människa-maskin kommunikation, som litteraturstudier och intervjuer med praktiker. Studien ligger inom ett ramprogram IT-BYGG, som bedrivs parallellt på de Tekniska Högskolorna i Stockholm, Göteborg och Lund. Pågående kunskapsutveckling inom programmet har även utgjort en källa för det aktuella arbetet.

Kapitelindelning

Rapportens kapitelindelning avspeglar i stort en forskningsmetodik som inleds med problemformulering och bakgrundsbeskrivning, som följs av en nuvärdes- och möjlighetsanalys och avslutas kring en diskussion runt studiens resultat med förslag till fortsatt forskning. Följande korta beskrivning av kapitlen kan tjäna som läsanvisning:

Kapitel 1 - Inledning

Ett inledande kapitel där bakgrund, syfte och metod för studien presenteras.

Kapitel 2 - Arkitektens roll i byggprocessen

En beskrivning av arkitektens roll idag, med en historisk tillbakablick och exempel på orsaker till arkitektens förändrade situation under de senaste decennierna. Detta kapitel är främst till för att ange bakomliggande orsaker till de krav och förväntningar som ställs på informationsteknologin för arkitekter.

Kapitel 3 - Datorstöd till arkitekten

En beskrivning av de viktigaste datortillämpningar som nu utnyttjas i arkitektens traditionella arbete och hur dessa hjälpmedel täcker de behov som arkitekter och andra aktörer i byggprocessens kan ha. De studerade informationssystemen är grupperade ur två aspekter:

- som verktyg för intern verksamhet, t ex rita, beräkna, presentera etc.
- som medel att underlätta och effektivisera kommunikation mellan olika aktörer

De problem som rör kommunikation mellan människa och dator behandlas på två nivåer:

- ur handhavandeperspektivet som speglar det sätt användargränssnittet är utformat
- ur systemperspektivet som speglar det sätt den underliggande datormodellen är konstruerad - funktionellt och konceptuellt

Kapitel 4 - IT-utveckling i byggsektorn

Tendenser i IT-utvecklingen för byggsektorn ställs mot arkitektens aktuella arbetssätt. Kapitlet ger exempel på att datorsystem finner tillämpningar i allt fler och allt mer komplexa situationer. Datanät ökar i betydelse och utgör en viktig bas i en ny infrastruktur för utbyte av information och tjänster. Datorsystemens integrering av olika funktioner och tillämpningar ställer nya krav på standardisering och nätverk. Stora ansatser görs nu för att finna gemensamma standarder för att förbättra IT-stödd integration och kommunikation. Standardiserings- och integreringsarbetet prövas av den snabba utvecklingen inom dator- och telekommunikationsområdet, men även av byggbranschens ständiga - och mycket viktiga - utveckling och förändring. En förändring som inte är minst viktig för arkitekten, för vilken kreativitet och nyskapande för form och funktion hos byggnadsverk är en del av yrkets utmaningar.

Kapitel 5 - Slutsatser

Resultat som uttrycker hur IT påverkar arkitektens roll idag och möjligen i framtiden med utgångspunkt från studien. Hur datorsystem fungerar som verktyg och kommunikationsmedel i aktuella och i framtida situationer.

Appendix

Appendix innehåller en diskussion om det centrala begreppet 'informationsteknologi' och några förslag till fortsatt forskning.

Referenser

Lista över relevant litteratur och refererade seminarier.

INNEHÅLLSFÖRTECKNINGEN

1	INLEDNING	
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Metod	2
2	ARKITEKTENS ROLL	
2.1	Historisk utveckling	5
2.2	Arkitektens roll idag	11
3	DATORSTÖD TILL ARKITEKTEN	
3.1	Datorn som verktyg	21
3.1.1	CAD	23
3.1.2	Visualisering	26
3.1.3	Virtual Reality (illusorisk verklighet)	28
3.1.4	Beräkningsprogram	30
3.1.5	Databaser, allmänt	32
3.1.6	Referensdatabaser	34
3.1.7	Byggvarudatabaser	35
3.1.8	Multimedia	36
3.1.9	Kunskapsbaserade system	37
3.2	Kommunikationsstöd med hjälp av IT	39
3.2.1	CAD-samordning	40
3.2.2	Kommunikation via 3D-modell	41
3.2.3	Mötet arkitekt-konstruktör vid ett beräkningsprogram	41
3.2.4	Databaskommunikation	42
3.3	Användargränssnitt och datormodell	44
4	IT-UTVECKLING I BYGGSEKTORN	51
4.1	Integration	52
4.2	Integrerad CAD	59
4.3	Byggproduktmodeller	62
4.4	Geografiska informationssystem	68
5	SLUTSATSER	71
APPENDIX	Begreppet informationsteknologi och förslag till nya forskningsområden	77
REFERENSER		83

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Studien ingår som ett led i två större arbeten med följande temata: *Kommunikation mellan arkitekter och konstruktörer* och *IT i boendet*. Forskningsprojektet ligger inom ramen för det av Närings- och teknikutvecklingsverket, NUTEK, initierade forskningsprogrammet *Informationsteknologi i byggande och förvaltning*, IT-BYGG, som bedrivs på de Tekniska Högskolorna i Stockholm, Göteborg och Lund.

Bakgrunden till denna studie är den snabba utvecklingen av den elektroniskt baserade informationsteknologin (IT) i samhället. Byggbranschen är jämförd med andra branscher sen i denna utveckling och denna eftersläpning kan möjligen förklaras av byggbranschens traditionella uppsplittring. Med de möjligheter som IT-systemen nu tillför finns det anledning att tro att stora förändringar kommer att ske vad bl a gäller fördelning av arbetsuppgifter och ansvar för olika aktörer i byggprocessen. För att få aktörernas stöd i förändringsarbetet är det viktigt att utgå från det nu normala arbetssättet, speciellt för arkitekter, vid utvecklandet av IT-system.

Datorn är ett verktyg, som används allt mer. Snart är det kanske det vanligaste redskapet vi har i yrkeslivet, och tendenser pekar på att de snart finns även i hemmen. Det är ett mycket speciellt verktyg och det mest flexibla hittills. Denna flexibilitet ger möjligheter att lösa oerhört komplexa problem och att anpassa datorsystemen efter olika situationer och användare. Men datortekniken är ingen neutral teknik utan användaren tvingas mer eller mindre in under informationssystemens inre begränsningar och regler. Om IT kan utformas på de speciella sätt som användaren - här arkitekten - vill arbeta och uttrycka sig, kan vi få ett än bättre stöd av informationsteknologin och på så sätt få bättre och mer 'individuella' verktyg.

Händelser under 1990-talets början har medfört stora förändringar för byggsektorn i spåren efter "bygg- och bankkrisen". Intresset har i hög grad förskjutits från projektering och produktion över mot förvaltning och samhällsplanering. Nya stora fastighetsförvaltare i finansbolag och banker har delvis andra krav och intressen, bl a mer förvaltning och mindre förädling av beståndet. Enligt Skanskas halvårsrapport januari - juli 1994 sjönk bygginvesteringarna i landet under perioden till cirka 7% av BNP - en bottennotering och en halvering av motsvarande siffra från slutet av 80-talet - vilket ger återverkningar i hela samhället, bl a på arbetsmarknaden för arkitekter. Arkitektens traditionella roll har ändrats under de senaste decennierna och kanske kan IT ge förutsättningar för en ny utveckling med nya arbetsuppgifter.

1.2 Syfte

Syftet med studien är att - utifrån arkitektens nuvarande arbetssätt - analysera hur IT-system kan verka för arkitekten. Det främsta målet med denna förstudie är att beskriva nuläget och de starkaste utvecklingstendenserna inom IT för arkitekter, för att rapporten skall kunna ligga till grund för vidare forskning inom IT-BYGG eller annorstädes. Ett annat mål är att skapa en förståelse för problemen kring gränssnittet mellan användare och datormaskin.

Arkitektens arbetsområde är komplext och sträcker sig över många discipliner: form, funktion, miljö etc. Arkitekten bör äga en helhetssyn på ett aktuellt byggnadsprojekt, vilket innebär möten med en rad olika experter, såsom konstruktörer, installatörer m fl. Vid traditionellt arbetssätt uppstår ibland hinder genom att kommunikationen är långsam och genom att förståelsen mellan olika aktörer kan vara ofullständig. Om IT kan underlätta och förbättra dessa möten kan det medföra en ekonomisk, samhällelig och miljömässig nytta. Med bättre kommunikation och förståelse mellan de olika aktörerna i byggprocessen bör också en bättre tillfredsställelse i arbetssituationerna kunna uppnås, med högre acceptans för arbetsfördelning och samordning.

1.3 Metod

Arbetet bygger såväl på studier av teknikutveckling inom datalogi, telekommunikation, informationssystem och människa-maskin kommunikation, som utveckling inom byggbranschen i allmänhet och arkitektyrket i synnerhet. Forskningskällor har förutom litteratur och seminarier varit intervjuer med praktiker och personliga erfarenheter. De förra är redovisade under *Referenser* och de anges i texten med hjälp av hakparenteser med författarens namn och årtal respektive seminariets tema. Pågående kunskapsutveckling inom ramprogrammet IT-BYGG har också utgjort en källa för det aktuella arbetet.

De grundläggande problemformuleringarna i denna rapport kan sammanfattas i två frågor:

- *Hur kan IT stödja arkitekten i dagens arbetssituation?*
- *Kommer IT att skapa nya arbetsuppgifter för arkitekten?*

För att svara på den första frågan krävs en kartläggning av och en förståelse för arkitektens nuvarande arbetssituation. Detta för att förstå de krav och förväntningar som arkitekter bör ställa på informationsteknologin. Efter en kartläggning av arkitektens roll och av vilka datorsystem som nu är vanliga i byggsektorn kan en förutsättningslös

analys göras. Resultatet blir en nulägesrapport över hur datorsystem kan stödja arkitekten.

Den andra frågan kan studien ej ge något direkt svar på, men genom att studera arkitektens roll historiskt och genom att följa utvecklingen av byggprocessens organisation kan man uppfatta vissa antydningar om framtida arbetsuppgifter. Genom att redovisa de starkare utvecklingstendenserna inom informationsteknologin och spekulera om hur arkitekten kan komma att relateras till dem kan därför svaret på fråga två skönjas.

Dessa centrala frågor har präglat arbetet och metodiken. Forskningsmetodiken kan delas in i följande fem steg [Dieter 1991]:

- problemformulering
- behovsanalys
- nulägesbeskrivning
- nulägesanalys
- möjlighetsanalys

Rapportens disposition återspeglar till viss del metodiken där en behovsanalys ligger i kapitel 2, en nulägesbeskrivning och analys i kapitel 3, en möjlighetsanalys i kapitel 4 och en sammanfattning i kapitel 5. En diskussion kring begreppet *informationsteknologi* och förslag till nya forskningsområden återfinns under *Appendix*.

2 ARKITEKTENS ROLL

För att inse hur informationsteknologi (IT) kan stödja arkitekten behöver vi en historisk bakgrund som kan förklara arkitektens roll idag och i framtiden. Byggprocessens organisation, och arkitektens situation i denna, har förändrats genom tiderna. Vi kan uppfatta att byggprocessen har blivit mer komplex över tiden och att informationsmängden mellan det växande antalet aktörer växer.

2.1 HISTORISK UTVECKLING

2.1.1 Preindustriell tid (medeltid - ca. 1850)

Under preindustriell tid stod byggmästaren i centrum för byggprocessen. Byggmästaren ansvarade mot byggherren (beställaren) för samordning och produktion av det beställda byggnadsverket. Byggmästaren hade överblick över byggandet och ansvarade för bl a utformning, konstruktion och bygglösning. Enligt Ingmar Holmström, tidigare på Riksantikvarieämbetet, var byggmästaren ofta en murarmästare, som förutom sitt eget hantverkskunnande kunde bidra med kunskaper i statik och formlära. Byggmetoden var traditionell och i takt med nya stilar fick man helt enkelt pröva sig fram. Arbetskraft var billig medan material och transporter var kostsamma [Reitzel 1979].

Till sin hjälp hade byggmästaren hantverkare och ett antal mästare, som var experter på sina respektive områden; t ex timmer-, dekorations-, utformnings- och målar-mästare. Dessa mästare var underleverantörer, med egna hantverkare och lärlingar, med eget ansvar för planering, materialuppköp, verktyg, tillverkning m m. De hade ansvar för utseendet och kvaliteten i sitt eget arbete. Byggmästaren valde sina underleverantörer på deras goda rykte och tidigare resultat. Behoven av genomarbetade planer och kommunikation var små, eftersom alla deltagande aktörer hade en klar bild av det sökta slutresultatet och varje mästare var expert inom sitt eget område (*fig. 2.1*).

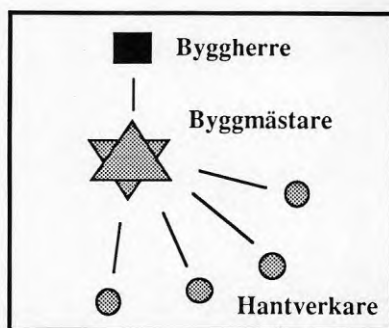


Fig. 2.1 Medeltida organisation

2.1.2 Tidig industriell tid (ca 1850 - ca 1900)

Maskiner i fabriker och på landsbygden utvecklades för att avlasta kroppsarbetet och öka produktiviteten. Hantverk övergick till industriell tillverkning och fabriker krävde allt mer arbetskraft. Jorden släppte sitt grepp om drängar och pigor som sökte sig till staden. Den tidiga industrialiseringen krävde en urbanisering med en helt annan boendebebyggelse och infrastruktur än tidigare. Nya samhällsreformer och institutioner krävde speciella byggnader och industrin förnyade och förändrade sina fabrikslokaler. Byggnaderna blev större och mer variationsrika. Det ställdes större krav på detaljplanering och kommunikation mellan aktörerna i byggprocessen. Enligt Anna Östnäs ledde den omfattande ökningen av byggandet, till en upplösning av de etablerade organisationsformerna i städerna och den gamla byggmästarrollen blev uppdelad i två yrken [Östnäs 1984]; en arkitekt som utformade och organiserade byggnaden internt och externt och en byggnadsingenjör som beräknade byggnadens bärförmåga och säkerhet. Skillnaden mellan arkitekter och byggmästare var under denna tid oklar.

Bostadsbristen i städerna var svår och bostadsbyggandet betraktades som en verksamhet för privata initiativ. Vem som helst kunde åtaga sig byggnadsuppdrag och det blev gott om utrymme för fusk lika väl som för stora ekonomiska vinster och framgångar för duktigt folk. Den övervägande kategorin bostäder byggdes på spekulation men det fanns också filantropiska stiftelser som syftade till bättre boende för arbetarna. En av de första var Dicksonska stiftelsen som år 1857 började uppföra hus i stadsdelarna Haga och Majorna i Göteborg [SABO 1992].

Under uppsvinget i den svenska ekonomin på 1880- och 1890-talet fick de estetiska uttrycksmedlen sådan betydelse att arkitektens kunskaper blev viktigare än kraven på ekonomi och funktion. Arkitekten kunde bli beställarens ombud och leda planering och kontroll av uppförandet av byggnadsverket, även om de mesta alltjämt byggdes utan medverkan av arkitekter (fig.2.2).

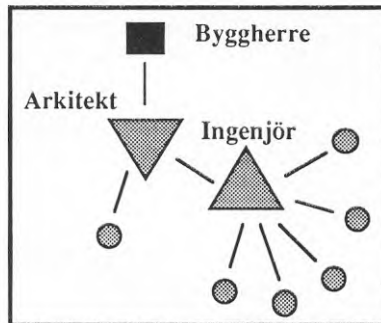


Fig 2.2 Tidig industriell organisation

2.1.3 Industriell tid (ca 1900 - ca 1970)

Den industriella tiden präglades av massproduktion och distribution. Industrialiseringen ställde större kvantitets- än kvalitetskrav vilket ökade anspråken på produktivitet och specialisering. Den ökade specialiseringen och industrialiseringen av produktionsapparaten inom verkstadsindustrin, som stödde sig bl a på rationaliseringsexperten F.W.Taylor's (1856-1915) idéer, spred sig till byggindustrin, via speciellt Frank (1868-1924) och Lilian Gilbreth (1878-1974) som genomförde systematiska rörelsestudier. Hantverkarnas arbete strukturanalyserades och delmomenten övertogs av specialiserade industriarbetare som bara skulle utföra vissa moment av processerna. Hantverkarna var tvungna att överge sitt totalansvar för tillverkningen. Skråväsendet utarmades och det blev allt svårare att få tag i självständiga och skickliga hantverkare.

För arkitektgruppen som ville vara byggherrens förtroendeman i estetiska frågor var det även nödvändigt att behärska tillräckliga kunskaper i teknik - både teoretiska och hantverksmässiga. Grundutbildningen i arkitektur flyttades därför år 1877 från Konstakademien till *Kungliga Tekniska Högskolans avdelning för Husbyggnadskonst*. Före Konstakademins byggnadsskola hade den teoretiska skolningen givits via studieresor till Europa eller legat inom militärväsendet på speciella fortifikationskolor, såsom på Marieberg, där officerare fått utbildning i form och statik.

Inom yrkesorganisationen *Svenska Teknologföreningen vid avdelningen för Husbyggnadskonst*, på KTH, diskuterades möjligheterna till större legitimitet för arkitekterna. År 1911 hade såväl staten och arkitekternas yrkesorganisationer fastslagit två viktiga ställningstagande:

- arkitekten är byggherrens ombud
- arkitekten bör ansvara för hela byggnadsverket dvs för byggandets genomförande och slutliga utformning, såväl teknisk som estetisk och ekonomisk.

I januari 1919 antogs ett normalkontrakt - med beskrivning av arkitektens ansvar och ställning - mellan byggherre och arkitekt enligt tidigare ställningstagande. Tyngdpunkten i yrkesutövningen låg nu på ansvaret för byggnadsuppgifternas genomförande och samordning mellan olika yrkesgrupper och kunskapsområden samt på den konstnärliga gestaltningen. Enligt Nordisk Familjebok "fastställde Kunglig Maj:t år 1915 *titeln arkitekt* för person som är utexaminerad från Kungliga Tekniska Högskolans avdelning för Husbyggnadskonst". Den svenska arkitektkåren hade organiserat sig och etablerat sig [Östnäs 1984].

Den akademiska skolningen och vetenskapen fick ökad betydelse och inflytande i samhället. Med industrialismen växte behovet och intresset kring uppfinningar och upptäckter. Från ett filosofisk synsätt kan vetenskapen delas i positivism och hermeneutik. De positivistiska strömningarna beskriver världen som ett "mekano" där man kan förstå världen med hjälp av generella lagar och regler medan hermeneutikerna

bygger sina teorier på att förklara och tolka det unika. Den förra vetenskapsteorin, som passar naturvetare och ekonomer, vann gehör och makt i samhället jämfört med den senare som teologer och humanister i högre grad tillhör. Enligt C.P.Snow drev det vetenskapsorienterade samhället isär humanister och tekniker som om de tillhörde var sin kultur med olika språk, moral och idéhistoria [Snow 1982]. Konstruktörer och arkitekter utvecklade sina kunskapsområden åtskilda från varandra. Arkitekten lade stor vikt på att tolka form, funktion och miljö, medan konstruktören utvecklade en förståelse för teoretiska beräkningar av statik och fysikaliska förlopp, styrda av lagar och regler. Arkitekten blev humanisten i byggprocessen och konstruktören blev naturvetaren och de hamnade på var sin sida om gränslinjen mellan humanism och naturvetenskap.

Under denna epok skedde stora förändringar i samhället som ledde till kraftig tillväxt för byggindustrin. Bilen och andra banbrytande uppfinningar¹ gav ökad rörlighet och påverkade samhället bl a med en ny stadsbild och en utbyggnad av vägnätet. Byggprocessen fick fler verksamma aktörer och processen blev allt mer komplex. Byggentreprenörer och underentreprenörer, UE, erbjöd sig att utföra större delar av det komplexa arbetet på kontrakt. Krigsårens knapphet på resurser och materialutveckling gav byggindustrin en rad nya material och kompositer. Detta ökade ytterligare kraven på och mängden av information som var nödvändig att förmedla mellan aktörerna.

Uppbyggnaden av det svenska "folkhemmet" (av Per Albin Hansson år 1928 myntat begrepp) tog fart i samband med funktionalismens genombrott på Stockholmsutställningen år 1930. Funktionalismen förespråkade att det funktionella var vackert i sig och att alla dekorationer skulle skalas bort. Le Corbusier's ledord "ljus, luft och grönska" inspirerade arkitekturen, vilket tog sig uttryck bl a i på avstånd frilagda smala höghus. Arkitekter med Gunnar Asplund i spetsen fick allmänhetens intresse och acceptans för sina funktionsanpassade hus- och lägenhetslösningar. Tidigare var det främst stat, kyrka, företag eller välbärgade medborgare som anlätade arkitekter. Med arbetarrörelsen i ryggen fick arkitektkåren ett uppsving som varade till systembyggandets införande i slutet av 60-talet. Enligt professor Jerker Lundequist, KTH, initierades i samband med funktionalismen även arbetet med att ge arkitektyrket statusen av en profession. Arkitekterna sökte ett eget kunskapsobjekt att bygga en vetenskaps-teori kring.

¹För vårt sekel i stort och för IT i synnerhet har britten J.J.Thomson's upptäckt av elektronen år 1897 varit epokgörande. Vetenskapen om atomen och dess delar gav upphov till en rad nya vetenskaper som elektronik, atomenergi, automation och datateknik. Dessa vetenskaper har påverkat och påverkar det moderna samhället på ett sätt som aldrig tidigare. Uppfinningarna inom området avlöser varandra i allt ökande takt, t ex radoröret år 1907, transistorn år 1947 och microprocessorn år 1971.

En modern parallell med rationaliseringen i vårt miljonprogram kan man skåda i utvecklingen av byggrobotar i Japan. Hus som byggs av robotar kräver stor likformighet och över tio våningar i dagsläget för att vara ekonomiska, jämfört med traditionella byggmetoder. Metoden bygger på en stålstomme som samtidigt fungerar som robottraverser för transport av byggelement. När ett våningsplan är färdigt lyfts det upp med hjälp av domkrafter [Jansson 1994].

Sammanfattningsvis ser vi att byggprocessen blir allt mer komplex med ett ökande antal roller och byggkomponenter, vilket medför att informationsmängden växer och kommunikationen mellan de olika aktörerna blir allt viktigare.

2.2 ARKITEKTENS ROLL IDAG

Den traditionella arkitektrollen innefattar att vara byggherrens ombud, projekteringsledare och att medverka i byggskedet [SAR 1961]. Idag har uppgifterna och ansvarsområdet starkt förändrats. Arkitekten har inte samma kontakt med byggtreprenören och ej heller med produktionen som tidigare. Dagens byggorganisation kan beskrivas så att byggleddaren samordnar arbete av bygg- och installationsentreprenörer och utnyttjar arkitekter och ingenjörer för konsultation (fig.2.4). Arkitekten är numera sällan byggleddare utom vid restaurerings- och ombyggnadsarbeten.

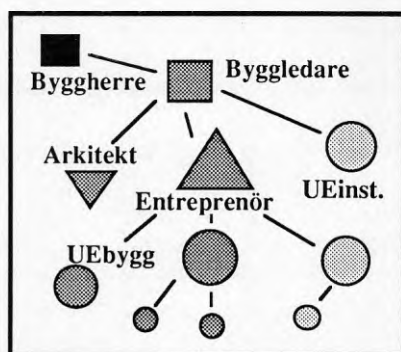


Fig 2.4 Modern organisation (ca 1970 - nutid)

2.2.1 Installationsteknikens utveckling

Dagens arbetsområde för arkitekter präglas mycket av utvecklingen inom byggsektorn under de senaste två decennierna. Byggandet blir allt mer komplext, med ökat antal roller, byggnadskomponenter och specialismråden. Byggkomponenter tillverkas på ett mera industriellt och förtillverkat sätt än tidigare vilket medför nya byggmetoder och kräver speciella installatörer för olika områden.

Byggprocessens organisation kan uppdelas i en byggsida, bestående av arkitekt och byggkonstruktörer, och en installationssida, bestående av VVS, kraft, tele, el, ventilation etc. Det kan konstateras att *installationssidan har utvecklats kraftigt de senaste decennierna och samtidigt separerat från byggsidan* [Bergvall 1985]. Detta ökar informations- och förståelsekraven. Problem uppstår ibland med samordning och integrering mellan parterna, både under projekteringskedet och under produktionskedet.

2.2.2 Uppdelning av byggprocessen

Byggprocessen kan grovt delas upp i fyra huvudskeden: utredning, projektering, produktion och förvaltning. Vid första skedet utreds beställarens behov och miljö för eventuellt byggande. Under projekteringskedet arbetar man med en modell av byggobjektet för att pröva form, funktion och konstruktion. Under produktionen uppför man byggnadsverket och under förvaltningskedet nyttjar man detsamma. Uppdelning mellan dessa skeden har accentuerats under senare tid då aktörer från ett huvudskede många gånger ej verkar i någon annat skede. Varje huvudskede har fått egna aktörer med sina givna roller (fig.2.5).

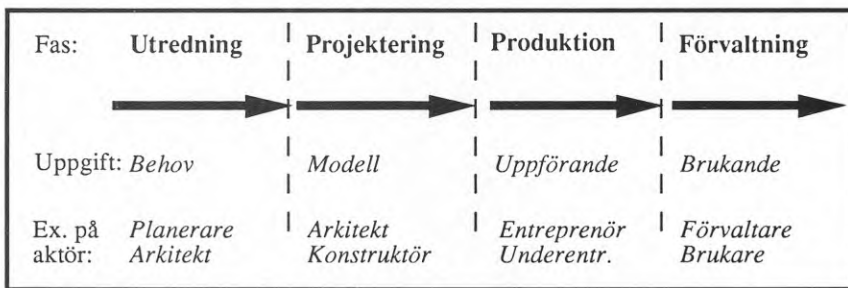


Fig. 2.5 Byggprocessens fyra huvudskeden

År 1971 gick Kungl. Byggnadsstyrelsen ut och fördömde kraftigt att projektörerna var ute på byggarbetsplatserna som byggledare och kontrollanter. Byggnadsstyrelsen önskade rakare och enklare ansvarsgränser så att t ex projektörerna inte skulle kontrollera sitt eget arbete eller komma med förändringsförslag efter det att upphandling skett [Forsberg 1990]. En ny aktör skapades, byggledaren, som var beställarens ombud och hade mandat att ta ekonomiska beslut under produktionen medan projektörerna endast var rådgivande. En projekteringsledare kunde ansvara inför beställaren för framtagande av bygghandlingar och byggledaren övervakade produktionen. Dessa ekonomiska och entreprenadjuridiska argument accepterades av byggherrarna och en rad förändringar skedde; entreprenörerna fick ökat inflytande, projektörerna blev mer eller mindre portförbjudna från byggarbetsplatserna och nya byggledarföretag grundades.

Den skarpa uppdelningen mellan projektering och produktion ställer ökade krav på bygghandlingarna eftersom de skall säkerställa kontinuiteten i byggprocessen för informationsöverföring. Handlingarna är underlag för upphandling och avtal, samtidigt som de skall bära projektörernas idéer vidare. Handlingarna görs nu på en detaljnivå som ofta inte är ekonomiskt optimal då entreprenörernas specialiteter ej helt beaktas. Projektörerna framställer handlingar som detaljerat anvisar vilka byggmetoder och material som skall utnyttjas innan man vet vilka metoder eller material som t ex passar den upphandlade entreprenören bäst eller inköparen finner billigast.

Upphandlingsformerna inverkar på hur väl informationen kan föras vidare genom byggprocessen och till vilken detaljningsnivå handlingarna behöver specificeras. Undantag från en skarp uppdelning mellan projektering och produktion återfinns vid så kallad delad upphandling och vid totalentreprenad. När Åke Larsson Byggare, senare konkursdrabbad, upphandlade underentreprenörer skedde det på mindre detaljerade handlingar vilket gav utrymme åt eventuella justeringar av systemval beroende på det speciella valet av underentreprenör. ÅLB arbetade med en mycket delad entreprenad där projektering och omprojektering kunde äga rum parallellt med produktion, styrt av en sammanhållande funktioner såsom projektledning, byggledning, platsledning och kontroll. Upphandlingsmodellen ställde dock höga krav på samordning och ansvarsfördelning.

Den nya ordningen efter år 1971, med strikt uppdelning av byggprocessen i fyra huvudskeden, har förenklat besluts- och ansvarsförhållandena. Upphandling av avtal med projektörer kan ske med hjälp av programskisser från utredningsskedet, och bygghandlingar är underlag vid upphandling och avtal med entreprenörer. En nackdel är enligt bl a Yves Chantreau, VD på E.G.Å. arkitekter AB, "att alltför mycket information och erfarenhet som behövs i senare skeden stannar vid kunskaps- och informationsöverföringen, vilket ger dubbelarbete och förlorad kunskap". Vad som går förlorat är den kännedom om projektet/byggobjektet som ej framgår av de handlingar som överlämnas vid ett skedesskifte (fig.2.6).

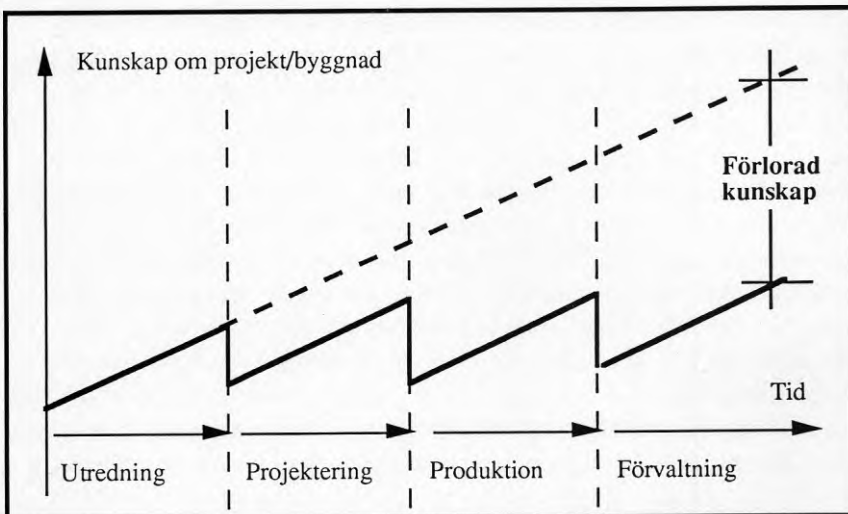


Fig. 2.6 Kunskapsöverföring under byggprocessen

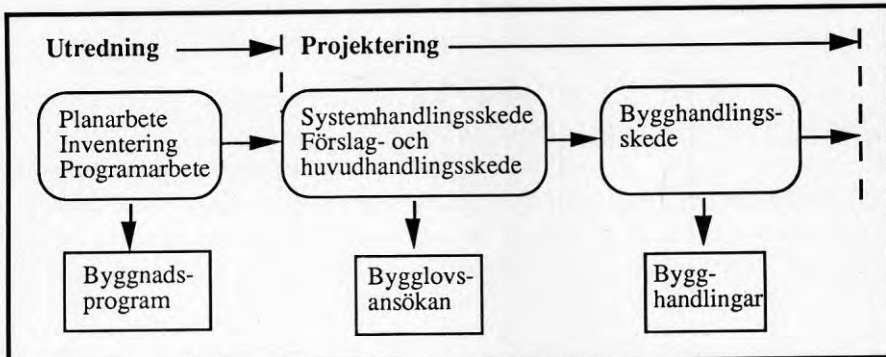
Nyordningen efter år 1971 har drabbat projektörer och speciellt arkitekter. Arkitekten har i stor utsträckning förlorat uppgiften som byggladare och kontrollant, och mer fått rollen av konsult under utrednings- och projekteringsskedet. Även den tidigare ordningen försvann med att projektörerna avdelade en del av arvodet till att justera uppkomna oegentligheter under produktionsskedet. Konstateras kan att flera *arkitekter har med tiden förlorat kontakten med produktion och förvaltning, och den viktiga erfarenhetsåterföringen är nu starkt hotad*. Det är mycket svårt att rätt utforma och gestalta byggnader om man ej får eller kan utnyttja tidigare erfarenheter av uppförande, användande och reparation av byggnader.

2.2.3 Arkitektens huvudsakliga arbetsområde

Arkitektens arbete grundar sig fortfarande på Vitruvius ord: "Firmitas - Commoditas - Venustas" (varaktighet-användbarhet-skönhet) från år 14 f Kr. En byggnad skall kunna stå i många år, ska fungera i många år och vara ett tillskott i miljön. Arkitektens specialområde är gestaltning av och förståelse för hur de rum och rumsligheter han skapar faktiskt kommer att fungera, vilka konsekvenser olika ingrepp får för den byggda miljön. Arkitektens roll i byggprocessen ligger främst i utrednings- och projekteringsskedet, mindre i produktionsskedet och sällan i förvaltningsskedet.

Enligt Sveriges Praktiserande Arkitekter består utredningsskedet av tre delar, planarbete, inventering och programarbete [SPA 1990]. Programarbetet skall bli resultatet i översiktliga planer, omgivningsrelationer, funktionsbeskrivning, tekniska krav och principskisser (skala för byggnader 1:400). Utredningsarbetet resulterar i ett byggnadsprogram som skall kunna ge en preliminär kalkyl och vara underlag för upphandling av projektörer.

SPA gör följande definition: "Projektering innebär att krav och önskemål översätts till arkitektoniska och funktionella lösningar som ges tekniska lösningar, vilka dokumenteras för produktion". Projekteringsarbetet bör resultera i följande redovisningshandlingar: systemhandling, förslag- och huvudhandling och bygghandling. I enlighet med Byggnadsstyrelsens krav framtas systemhandlingar som redovisar samtliga rum, fasader och sektioner med interiör och exteriör illustrerad. Tekniska system redovisas och standarder anges. Vanlig skala för byggnader är 1:200. Huvudhandlingar tas fram till skala 1:100 och eventuellt även alternativa förslag med principskisser på 1:200. Om bygglov erhålls görs normalt en kostnadskontroll och bygghandlingar utarbetas. Bygghandlingar skall på ett entydigt vis definiera det önskade utförandet i tid och rum. Bygghandlingar är underlag för anbudsförfrågning, kalkylarbete och teknisk analys (fig 2.7).



Figur 2.7 Arkitektens huvudsakliga arbetsområde

Designarbetet är en viktig del av arkitektens arbete. Under utrednings- och projekteringskedet ställs arkitekten inför uppgiften att gestalta byggobjektet vilket är ett känsligt och svårbeskrivet moment. Designprocessen är svår att definiera bl a eftersom kausaliteten inte är given. T ex bestäms byggnadens form eller dess konstruktion först eller avgörs de samtidigt? Arkitektens beslutsprocess påverkas av flera variabler: materialval, typ av byggobjekt, funktion, miljö, form, omgivning, beställare, vana etc och det kan skilja från projekt till projekt. *I arkitektens arbetsätt är det svårt att se klara kausalsamband*, vilket skiljer sig markant från till exempel konstruktörens - som arbetar mera logiskt med orsak och verkan, t ex att snöfall ger en lastökning. Konstruktören försöker finna de orsaker som ger störst verkan, genom att söka de lasteffekter som ger de dimensionerande påkänningarna i konstruktionen.

Två viktiga källor vid gestaltungs- och utformningsarbete är tidigare erfarenheter och egna upptäckter [Borkowski et al 1991]. Erfarenhetsbanken innefattar olika referensobjekt, egen praktik, byggpraxis, handböcker, byggdatabaser mm och den ger arkitekten olika lösningar och förslag. Den andra källan är heuristisk - dvs arkitektens egna upptäckter, idéer och lösningar av form, funktion, miljö etc. Kombinationen av dessa källor gör det mycket svårt att beskriva arkitektens hantverk på ett systematiskt sätt - vilket krävs för att kunna skapa kraftfulla datorstödda designverktyg. Skickliga arkitekter besitter s k "tyst kunskap", en yrkeskunskap som är svår att verbalisera eller att systematisera [Göranson 1988]. T ex bygger förståelsen av sambanden mellan materials strukturer, beteende och egenskaper på intuitiv tolkning av erfarenheter.

Införandet av datorstöd i designprocessen har ökat behovet av att kunna beskriva skisskedet. I det moderna samhället, som bl a karaktiseras av informationsteknologi, har designteorin vuxit fram som vetenskap. År 1982 föddes den moderna designteorin, där man försökt kartlägga designprocessens olika skeden [Lundequist 1992].

Problemen med att skapa bra datoriserade designverktyg för arkitekter är många. Datorernas krav på exakthet och deras svårighet att arbeta med ofullständiga data, är hinder för användandet av datorer vid den känsliga gestaltningen. Med dagens datorsystem kan man bygga och pröva modeller på mycket avancerade sätt men en fara är att arkitekten tvingas arbeta med fel frågor vid fel tillfälle. Datorsystem som bygger på tidigare erfarenheter är bara användbara för verifikation av existerande design men de är ofullständiga för ny design. Sammanfattningsvis kan sägas att *skisskedets sökande och prövande efter lösningar, med metoder som ser olika ut från arkitekt till arkitekt och från projekt till projekt, är svåra att simulera med datorernas nuvarande rigiditet.*

2.2.4 Arkitektutbildningen

Kommunikationsproblem mellan arkitekt och ingenjör har länge uppmärksammats [Snow 1982]. Förutom de kulturella skillnaderna mellan arkitektens humanistiska läggning gentemot ingenjörens mera naturvetenskapliga, kan man iaktta att utbildningsmetoderna är olika. Arkitektutbildningen är uppbyggd kring en mästare-lärlingmetod med projektstyrd undervisning. Projekten syftar till att öva förmågan att gestalta genom att utnyttja skissteknik, modellbyggande m m samt att praktiskt lösa tekniska problem. Väg- och vattenbyggnadsutbildningen är uppbyggd på teoretiska studier med tyngdpunkt på en matematisk, teknisk och juridisk förståelse. Det är anmärkningsvärt att det ges så lite utbildning om arkitektur på ingenjörsskolorna medan man på arkitektskolorna undervisar betydligt mer i konstruktion och andra ingenjörsämnen [Salvadori et al 1982]. Dålig kommunikation beror oftast på bristande förståelse för olika yrkesroller och utbildningar. Vid Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm har under året 1993 de tre fakulteterna Väg- & Vattenbyggnad, Lantmäteri och Arkitektur sammanlagits för att få en gemensam sektion för byggnadskonsten, bland annat för att åstadkomma ökad förståelse och kommunikation mellan arkitekt och ingenjör.

Dagens arkitektutbildningen betonar designfasen med dess skissande och modellerande. Datorstöd återfinns för närvarande främst under projekteringsskedet (CAD) ute hos de praktiserande arkitekterna, vilket kanske är *en* förklaring till att datorer inte är så vanliga på de svenska arkitekturskolorna. I USA är utvecklingstendensen att införa datorstött designarbete i arkitektskolorna. Professor Bill Mitchell vid *Graduate School of Design*, Harvard i Boston, har introducerat *Computer Aided Architectural Design*, CAAD, som ämne [Wikforss 1993]. På samma sätt som man tidigare lärde sig att se en byggnad genom att teckna den och därigenom förstå hur den representeras av en ritning, lär man sig att modellera, simulera, analysera och presentera för att skapa god arkitektur med hjälp av dator. Unga forskare och studenter vid arkitektskolorna i Europa och USA har skapat särskilda fora för att utbyta sina idéer - ECAADE, Education in Computer Aided Architectural Design in Europe och ACADIA, The Association for Computer Aided Design in Architecture, vilka håller bl a årliga konferenser [Flemming 1993].

I arkitektarbetet är modellkonceptet viktigt. I utrednings- och projekteringskedet arbetar man med modeller av den tänkta produkten. Ingenjören testar gärna sin modell efter olika analytiska regler. Arkitekten arbetar mera i den experimentella skolan. Man skissar och bygger modeller för att pröva olika utföranden. Modellbyggandet ger en förståelse för samverkan mellan arkitektur och teknik, mellan form och konstruktion och mellan uttryck och material.

Modellbyggandets historia är lång. Det finns bevarade byggmodeller från faraonernas tid i Egypten på bl a Louvren i Paris. I Sverige grundades den Kongliga Modellkammaren 1756 ur Christopher Polhems (1661-1751) modellsamlingar från hans Laboratorium Mechanicum. Modellkammaren var öppen för allmänheten och den gruvägare, hantverkare eller bonde som funderade omkring en mekanisk lösning på ett problem kunde med förtroende vända sig dit. Den Kongliga Modellkammaren kom att spela en viktig roll i undervisningen vid Kongliga Teknologiska Institutet, som började sin verksamhet 1827, och övergick år 1876 i Kungliga Tekniska Högskolan, KTH [Lindgren et al 1988].

Arkitektelever är ofta mycket skickliga att bygga modeller av det tänkta byggnadsverket. Med dagens skarpa uppdelning av byggprocessen är det en fara att bygghandlingar eller modellen blir arkitektens slutprodukt och att arkitektens inflytande under byggnadens produktionskedje blir obetydligt. Det konstnärliga arbetet med modeller får inte ta överhanden över den funktionellt tekniska. Forskaren Karl Christiansen från arkitektskolan i Aarhus frågar sig om arkitektens roll går mot att producera "modellkonstverk" för gallerier och museum [Christiansen 1991]. Kjell Nilsson, ansvarig för IKEAs Modellverkstad i Älmhult, uttryckte liknande oro; "Våra designmakare har svårt att lämna sina möbelprototyper grova och oputsade. De vill gärna överarbeta sina modeller trots att de bara är arbetsmodeller som i de flesta fall aldrig skall gå till produktion" [S1; Framtiden - redan idag?]. Eller enligt Örjan Wikforss: *en modell eller en skiss är ett hjälpmedel i en arbetsprocess som syftar till att skapa arkitektur, inte är ett självändamål och aldrig arkitektur* [Wikforss 1993].

2.2.5 Ansvarsfrågan

Arkitektens ansvar skiljer sig beroende på upphandlingsform. Upphandlingsformerna beror bl a på beställarens behovsunderlag, erfarenhet och objektets storlek. Vid små byggobjekt där beställaren vet vad han vill ha tar arkitekten ofta den traditionella rollen av att vara beställarens ombud och ansvara för projektering samt byggleddning inklusive upphandling av entreprenör och byggkontroll. Vid sådana upphandlingar får arkitekten hela funktionsansvaret vilket är ett mycket stort ansvar. Vid större objekt sker ofta upphandling enligt total- eller generalentreprenad. Vid totalentreprenad är det entreprenören som bär ansvaret mot byggherren och ofta bygger man då i takt med att

handlingarna färdigställs. Hos bl a Skanska sitter vanligtvis en arkitekt med i projekteringsgruppen men gruppen leds av konstruktören och arkitekten har ett begränsat konsultansvar.

Vid en generalentreprenad arbetar arkitekten mer eller mindre aktivt med att färdigställa byggnadsprogram och bygghandlingar. Om arkitekten leder projekteringen och verkar som beställarens ombud påtar sig arkitekten ett större ansvar. Arkitekten arbetar i regel ej under produktionsskedet. Man finner att *ansvaret för arkitekten i Sverige är mycket beroende av upphandlingsformen*. Detta avviker från fallet för flertalet andra europeiska arkitekter - en utblick:

Enligt Dick Lindberg, som ingår i SAR's EG-grupp, *har svenska arkitekter mycket mindre ansvar än i många andra länder* [Lindberg 1993]. I EG-länderna är i allmänhet den traditionella arkitektrollen rådande, med projekteringsansvar och ofta kontrollant- och byggledaransvar. Lagen i t ex Belgien säger att arkitekter har monopol på att signera bygglovhandlingar och att de skall medverka under projektering och byggskede. De har ej Sveriges strikta entreprenadjuridik och ansvarsfördelning genom en uppdelning av byggprocessen i projektering och produktion. Här i landet har arkitekten ingen särställning då t ex vem som helst kan lämna in en bygglovhandling till Byggnadsnämnden för godkännande. Enligt Örjan Wikforss är det *bara var tredje bygglovhandling i Sverige som har en person med arkitektutbildning som upphovsman* [Wikforss 1993]. En intressant fråga är vad som skulle hända med arkitektens roll om Sverige blir medlem i EU. Jag har dock tagit dagens situationen som utgångspunkt för denna studie.

Skadestånd för byggfel har ökat med tiden. Arkitekten har länge varit förskonad eftersom man knappast kan anklaga någon för att rita fult. Kraven på arkitekten har växt med ökad komplexitet i byggprocessen och hårdnande ekonomiskt klimat. Enligt Lars Lundenmark, Teknikkonsulterna (tidigare Svenska Konsultföreningen SKIF), "får de större arkitektkontoren oftare skadeståndskrav än de mindre". Detta beror bl a på att de större kontoren ofta utför en större och mer komplex arbetsuppgift men också att deras kunder, de större byggherrarna, vanligtvis har god juridisk kompetens. Att de mindre arkitektkontoren har varit förskonade tidigare beror även på att de har varit fåmansbolag och ofta betalningssvaga. De ökade ekonomiska och juridiska kraven i byggprocessen och konsultansvarsförsäkringen gör att de små kontoren nu i ökande grad drabbas av skadestånd. Detta ställer större krav på arkitekternas avtal och deras juridiska kompetens.

En konsultansvarsförsäkring introducerades 1966 och enligt Gösta Gimbergsson för UAP (Europas största försäkringsföretag och ledande på konsultansvarsförsäkringar i Sverige) så kräver de flesta beställare en gällande försäkring idag. Antalet skadeståndskrav har ökat kraftigt de senaste åren. De flesta skadeståndskraven ställs mot ventilationskonsulten men även för arkitekter är trenden ökande. *De vanligaste*

kraven mot arkitekten är för mått- och mängdfel. Nota bene att konsultansvarsförsäkring ej gäller utanför konsultens kompetensområde. Exempelvis om en arkitekt konstruerar och dimensionerar en takstol på ett felaktigt sätt, så är arkitekten ansvarig men oförsäkrad för eventuell skada. Ett culpabrott, en gammal rättspraxis sedan romartiden, är då någon verkar oaktsamt, vårdslöst, oförsiktigt eller vållande. Det är culpöst att utan erforderlig utbildning eller dylikt ge sig in i verksamhet som kräver särskild kompetens. Detta ställer frågan; vad är ur juridisk syn en arkitekts kompetens? Enligt Lars Lundenmark är gällande rättspraxis att arkitekten skall äga en expertkompetens som är normal i branschen och arbeta efter känd teknik.

Arkitekter arbetar vanligen som konsulter och ett sätt att avtala är försöka begränsa skadebeloppet till arvodets storlek och åberopa ABK87. ABK87 är ett hängavtal, Allmänna Bestämmelser för Konsultuppdrag, som är förankrat hos Byggandets Kontraktskommitté. Generellt gäller 2 års garantitid efter slutbesiktning och det är beställaren som har bevisbördan att påvisa byggfel. Enligt entreprenadavtalet AB92: 5 § 7 finns det förutom garantitiden en preskriptionstid (10 år) med ansvar för väsentliga fel. Klart är att om en byggnad saknar kärnegenskaper (fungerande väggar, tak, golv och grund samt vara tät), så föreligger det väsentligt fel. Fel som medför stora kostnader för beställaren är vanligvis även väsentliga.

Det är logiskt att antaga att en persons ansvar avspeglas i den beslutskraft, befogenhet och status han utövar. Detta betyder att *arkitektens ansvar är begränsad*.

2.2.6 En metafor över arkitektens roll idag

Arkitekten är ingalunda den enda eller den exklusiva i byggsektorn som utformar vår gemensamma byggda miljö. Byggherrar, ekonomer, politiker och entreprenörer ger också sitt bidrag. Vi märker det bland annat på att det, som tidigare nämnts, är bara var tredje bygglovhandling som har en arkitekt som upphovsman. Yttrandefrihet innebär att arkitekterna inte kan ha monopol på gestaltning.

Kanske kan man jämföra *ett arkitektkontor med en reklambyrå*. En reklambyrå har under de senaste decennierna haft goda affärer, men dagens kärvare ekonomiska klimat gör att många kunder idag söker efter andra alternativ. Så t ex kan man när man skall producera en annons eller ett reklamblad, överväga att tillverka produkterna själv. Man kan utnyttja tidigare arbete och därigenom spara kostnader. På samma sätt kan byggherrar och entreprenörer utnyttja tidigare erfarenhet. En privatperson som önskar en ny villa kan välja på att gå till en arkitekt eller till en småhusproducent. Hos småhus-tillverkaren kan han välja på en rad kataloghus eller typhus enligt traditionell byggmästarstil. Endast vid speciella tillfällen, t ex om omgivande miljö eller byggnadens funktion ställer speciella krav eller om beställaren har behov av att uttrycka

individualitet i byggnaden, anlitas en arkitekt.

Många av reklambyråerna har på samma sätt som arkitektkontoren svårigheter med uppföljningen av sina idéer och produkter. Beställer man en annons från en reklambyrå är det vanligt att byrån inte t ex har kontroll över hur tidningsredaktionen behandlar annonsen eller vet responsen från läsarna. På samma sätt återförs sällan resultatet av föreslagna byggmetoder och utförande till arkitekten. För att utvecklas till en bra arkitekt behövs återkopplingarna - både goda och dåliga.

Ytterligare likheter mellan en arkitekt och en reklamman är att de båda har yrken med en inneboende dualism av konst och vetenskap. För reklammannen krävs det stor kreativitet och konstnärlig läggning för att producera bra reklam. Samtidigt behövs det kännedom om ekonomi och marknad för att den föreslagna reklamkampanjen skall få önskad effekt. Arkitekten har på samma sätt ett konstnärligt yrke vid gestaltning av byggnadsverk, men samtidigt krav av påtagliga nyttofunktioner samt att tillkomstprocessen kräver ett mycket sofistikerat, dyrbart och komplicerat tekniskt-ekonomiskt produktionssystem. De har båda de två dimensionerna - en symboliskt konstnärlig och en ekonomisk/teknisk.

Sammanfattningsvis ger *arkitektyrkets dubbla natur - en funktionellt teknisk och en konstnärlig - speciella förutsättningar vid införande av informationsteknologi*. Datorer är, som vi kommer att se, främst tillämpbara för vetenskapligt arbete och är sämre på att stödja konstnärligt arbete. Goda exempel på datortillämningar för konstnärliga yrken finns dock: bildkonstnär, musikkompositör, grafisk kreatör etc. Nästa kapitel behandlar hur datorer kan ge ett stöd till arkitekten.

3 DATORSTÖD TILL ARKITEKTEN

Varför IT? Det finns många anledningar varför arkitekter och andra aktörer i byggsektorn investerar i datorsystem. Roger Lundegård sammanfattar målen för en IT-investering enligt två huvudstrategier [Lundegård 1993]; IT kan dels vara ett verktyg för att öka det interna värdet genom att effektivisera organisation och produktion och dels kan IT förbättra kommunikation och extern relation. Jag skulle vilja lägga till IT's möjlighet att skapa och utveckla nya affärsområden (*fig 3.1*). Det är speciellt inom den första strategin som IT används idag men de övriga två strategierna tilldrar sig ökande intresse.

IT kan hjälpa arkitekten genom att:

- vara ett verktyg att effektivisera intern verksamhet
- förbättra kommunikation och extern relation
- skapa och utveckla nya affärsområden

Figur 3.1 Tre motiv för införande av informationsteknologi

3.1 DATORN SOM VERKTYG

Informationsteknologi har på kort tid slagit igenom på de flesta områdena inom byggsektorn. Datorsystem har visat sig vara kraftfulla verktyg för många olika arbetsmoment. Idag använder de flesta företagen inom byggsektorn IT. Det är främst två förhållanden som har gjort att IT-utvecklingen och genomslag av densamma har varit så snabb.

För det första är det persondatorn ("Personal Computer", PC). Detta gjorde att arkitekten och konstruktören fick ett personligt verktyg att arbeta med. De första persondatorerna kom 1977, t ex CP/M och Apple II, men genombrottet kom när IBM lanserade sin PC med det nya operativsystemet DOS år 1982. Tidigare hade man varit hänvisad till att arbeta på stor- och minidatorer via ointelligenta terminaler (utan processorer och sekundärminne). Många behövde hjälp av dataspecialister i sitt arbete och svarstiderna varierade beroende på hur många som arbetade mot systemet, vilket kunde ge upphov till sk datastress. Detta var ingen bra plattform för kreativt arbete. PC'n var billigare och enklare att kontrollera och kostnaderna var lättare att överblicka, då driftkostnaderna vanligen ej var kopplad till licenshyror och uppkopplingsavgifter.

För det andra kunde datorkraften introduceras utan att förändra de gängse arbetsmönstren. Datorsystemen inordnades i den traditionella och manuella arbetsprocessen. Vid exempelvis CAD-projektering kunde man arbeta manuellt och med datorer sida vid sida. Med CAD var det samma handlingar som producerades och redovisades. Resultaten skrevs ut på ritfilm och kopieringsfirmornas bud bar ut kopierna till byggtreprenörer och byggherrar. Ansvarsfördelningen mellan olika aktörer påverkades endast marginellt. Datorm blev ett verktyg bland andra för arkitekten och konstruktören att välja bland (*fig.3.2*).

Analyser beräkning simulering modellering	CAD design presentation dokumentation	Planering transportplanering etableringsplanering byggplanering
Produktion NC-styrning MPS kvalitetssäkring	Ekonomi mängdavgtagning förvaltning produktionsekonomi	Material materialegenskaper underhåll materialbibliotek
Administration ordbehandling elektronisk post arkiv inköp, OLF	GIS kommundata hyressystem inventering	Övrigt multimedia animering expertsystem/AI virtuell verklighet

Figur 3.2 Exempel på datortillämpningar i byggsektorn

De datorsystem man finner idag hos arkitektkontoren, förutom administrativa system, är i popularitetsordning:

- CAD (Computer Aided Design) som rithjälp
- visualisering med hjälp av CAD
- beräknings- & simuleringsprogram
- databaser - referensbibliotek
- byggvaror

I framtiden?:

- multimedia
- Virtual Reality (illusorisk verklighet)
- undervisning
- kunskapsbaserade system
- kommunikation

Dessa datorsystem beskrivs närmare i de följande avsnitten.

3.1.1 Computer Aided Design, CAD

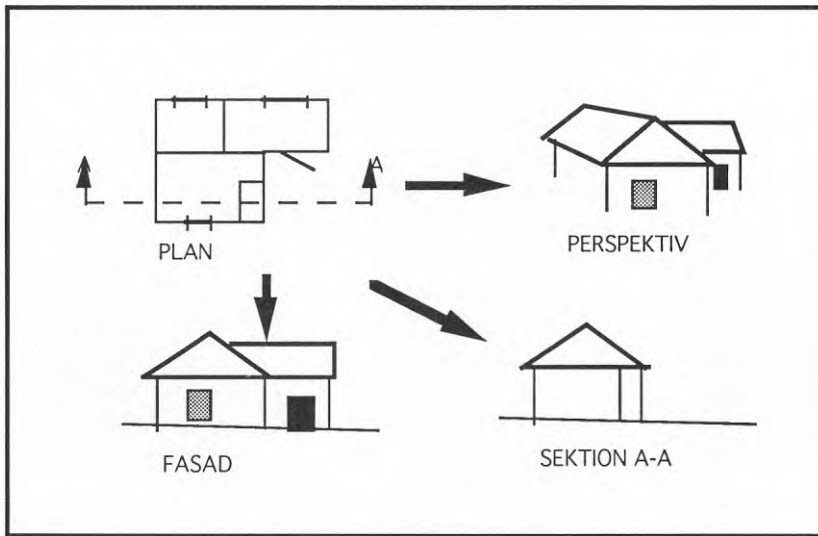
Vid sidan av penna och skissblock är CAD det vanligaste specialverkyget hos arkitekterna. Enligt Kristina Lundqvist använder 80 % av arkitekt- och konstruktörsföretagen i Sverige datorstödd projektering - CAD [Lundqvist 1991]. Ungefär hälften av projekten ritas med CAD och det är primärt planritningarna för system- och bygghandlingar som CAD-produceras medan övriga moment projekteras manuellt. Det är en liten andel av företagen som har lång CAD-erfarenhet. Fördelar med en "elektronisk ritplanka" anses vara att det ger bl a bättre ritningar, lättare att utföra ändringar, enklare att producera alternativlösningar och ger en större precision i ritningarna. CAD som *isolerat* verktyg har kanske inte alltid motsvarat förväntningarna på snabbare projektering, mindre kostnader och uppskattning från beställaren. Dock tror 90 % av användarna att CAD-tekniken kommer att få ökad framtida betydelse för dem.

Det vanligaste CAD-programmet i den svenska byggbranschen är AutoCAD från Autodesk Inc. med Hyperpoints tillägsprogramvara POINT. Enligt Autodesk har AutoCAD cirka 75 % av den svenska CAD-marknaden inom byggsektorn och över 70 % av den totala världsmarknaden på PC-CAD [S1; Framtiden - Redan idag?]. *AutoCAD är de facto-standard inom svensk byggindustri.* AutoCAD har en öppen arkitektur, en rad hjälprutiner och programspråk (ADS, LISP m m) för att underlätta applikationsföretag att utveckla tillägsprogramvaror. Dessa applikationsföretag, ofta med eget yrkeskunnande och nationell anknytning, anpassar AutoCAD för speciella yrkesgrupper eller arbetsmoment. Enligt Jerry Creson, VD på Autodesk AB, finns det "2.000 skräddarsydda applikationer och 750.000 sålda industrilicenser av AutoCAD i världen, varav 45.000 i Norden" [S1; Framtiden - Redan idag?]. Över 85 % av de sålda AutoCAD-programmen är DOS-versioner för PC. Orsaker till försäljningsframgången är bl a att introduktionen av AutoCAD sammanföll med PC-revolutionen 1982, utvecklingen av tillägsprogrammen och företagets syn på datorn som ett arbetsredskap vilket som helst [Walker 1989]. Bland övriga CAD-system för byggbranschen märks Intergraph, Medusa, Microstation, GDS och AES.

Utvecklingen av CAD-programmen går mot bl a objektorienterad databehandling [Keijer et al 1994], kraftigare tredimensionella rutiner (t ex dubbelkrökta ytor med NURBS), förbättrad visualisering och bättre länkar mot databaser och andra program. I ett objektorienterat CAD-system sammanfogas ritelement till produkter eller objekt. Till exempel förstår CAD-systemet att ett antal linjer är en vägg och kan behandla väggen som ett sammansatt objekt. Detta medför att objektet (t ex väggen) kan tillges ett antal värden eller attribut. Objektsattribut används vid intern databehandling och underlättar externa datasystemkopplingar, t ex för mängdning, sammanbyggnadskonflikter, beräkningar etc. Datorernas kraftfullhet och förmåga att återanvända lagrad information utnyttjas bättre av objektorienterade CAD-system än av CAD-system som är rena rithjälpmiddel. Tidigare var det endast de kraftigare stor- och minidatorerna som hade

kapacitet för objektorienterade system, men nu finns de även att tillgå på mikrodatorer.

I objektorienterade CAD-program kan man ofta rita i planet och 'automatiskt' konvertera ritningen till en rymdmodell när så önskas. Från rymdmodellen kan sedan sektion-, fasad- och perspektivritningar genereras. CAD-program med dessa funktioner utnyttjar objektsattribut för höjdvärden och visualisering. T ex när man lägger in ett fönster i planet anges även attribut för fönstrets form, höjd, placering och om eventuellt fönsterkarm och spröjsar skall visas i en tredimensionell presentation. Höjdvärden till objekten används bl a vid modellkonvertering mellan planvy och tredimensionell presentation (fig. 3.3).



Figur 3.3 Automatisk generering av fasad-, sektion- och perspektivvy

Vid objektorienterade CAD-system går det att strukturera ritinformationen utifrån objekten i stället för ritelementen (linjer, bågar mm). Ett exempel på ett CAD-system där informationen inte sparas i traditionella ritningsfiler utan i en objektdatabas är IBM's AES (Architecture & Engineering Series är från början utvecklat av arkitekt- och konsultfirman Skidmore, Owings and Merrill). Gunilla Julin, marknadsansvarig för byggbranschen på IBM Svenska AB, säger att "databasen är som ett äpple, som för varje användare kan ges ett anpassat beteende, där ett snitt i äpplet resulterar i en ritning". AES-systemet gör långt mer än bara ritningar, då datormodellen av byggnaden kan användas för analys och beräkning, simulering av laster och luftströmmar och avancerad visualisering. Den kan också tillämpas för mängdavtagning, kalkylsystem, fastighetsförvaltning etc.

Ett objektorienterat CAD-system med byggdelar som objekt är MCAD, Mängdning med hjälp av CAD. Det är ett utvecklingsprojekt som har drivits av entreprenörerna SKANSKA, NCC, ARCONA och SIAB med stöd av BFR och SBUF (Bygg-entreprenörernas utvecklingsfond). Syftet med projektet är att kunna leverera mängd-information direkt till kalkyl- och produktionsskedet från ritningar skapade i CAD-programmet Medusa. Eftersom Medusa inte kan definiera objekt som dörrar och fönster har alla dessa funktioner lagts till i systemet i form av programkod och attribut osv. För att arbeta med MCAD krävs det en projekteringsmetodik med en relationsdatabas (eller helst en objektorienterad databas) i botten [Svensson 1991].

Moderna CAD-system arbetar ofta med referensfiler. Med referensfiler kan man bygga upp sin modell hierarkiskt av delfiler. Huvudmodellen innehåller pekare på referensfiler där delar av modellen finns. Detta kan utnyttjas då man vill byta ut designen av ett typobjekt, t ex en dörrtyp, och förändringen kommer att slå igenom på alla ställen där man har den speciella dörrtypen. Man kan också lägga dessa referensfiler centralt på ett datanät så alla nätanslutna t ex kan utnyttja den senaste designen på ett objekt eller att bättre likformighet kan uppnås på CAD-ritningarna för ett kontor med flera ritare. Ett annat område kan vara vid samordningen av ett större projekt där koordinatören kan lyfta upp delprojekten från datanätet in i totalprojektet för bedömning av resursbehov eller samordningsproblem.

Följande är ett exempel på projektkoordination med hjälp av referensfiler vid en markexploatering, som är från ett av mina arbeten med The British Association of Landscape Industries, BALI. Landskapsarkitekten önskade få löpande information från vägprojektörer och stadsplanerare för att kunna beräkna schaktmassor optimalt. En digital terrängmodell skapades med väglinjer och huskroppar som referensfiler. Landskapsarkitekten kunde bygga upp landskapet parallellt medan vägprojektörer och stadsarkitekter projekterade sina delar, så att fyllnads- och schaktmassor kunde fördelas.

En arkitekt som arbetar i CAD tvingas till detaljer på ett tidigare skede i gestaltningen än förut. Det är t ex lätt att ändra ett rums form med *ett* kommando ("STRETCH" i AutoCAD) men att justera en väggjocklek fordrar flera kommandon. Detta gör att arkitekten gärna bestämmer väggens konstruktion före rummets form. Ett annan förändring som CAD-projektering ger är att man inte arbetar med skalor längre. Normalt är CAD-modellen i skala 1:1 i datorn och skalan sätts när man plottar ut ritningen. CAD-modellen finns i *en* datafil (med ev. referensfiler) för att undvika versionsfel och omritningsarbete. Detta kan ge udda effekter vid ritningsgenerering i olika skalor. Traditionellt sett är ej detaljer medtagna på storskaliga ritningar men nu finns de med i datormodellen. Några arkitekter löser detta genom att för samma objekt ha olika lager för olika ritningsskalor och andra låter helt enkelt detaljerna finnas med även i de större skalorna. Objekt som rittekniskt presenteras med "fel" skala, t ex VVS-symboler och armeringsjärn, kräver också CAD-tekniska specialarrangemang. *Trots att CAD inte inverkar på arbetsprocessen i stort så påverkar CAD arbetssättet.*

3.1.2 Visualisering

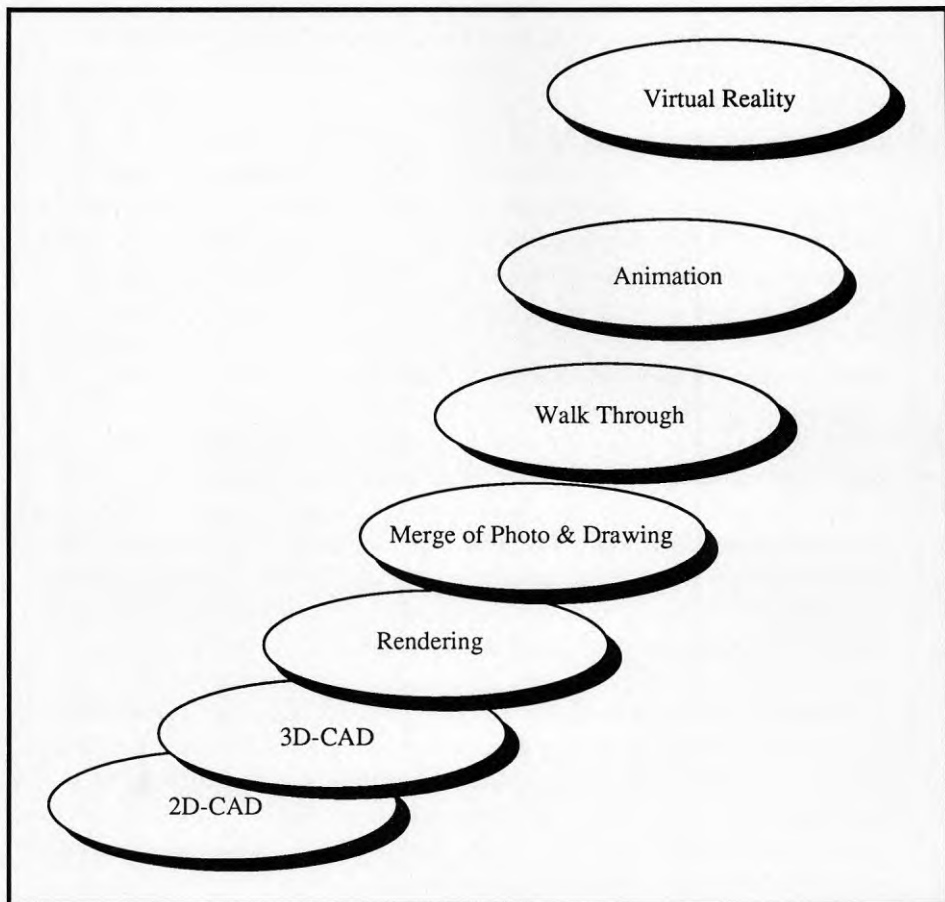
Att projektera tredimensionellt har blivit vanligare då CAD-programmen har blivit billigare och enklare att använda. Programmen har utvecklats från enkla tvådimensionella rithjälpmiddel till avancerade 3D-system, med en mångfald av visualiseringsrutiner.

Arkitekten kan gestalta sin byggnad i en 3D-modell i datorn och pröva sina idéer på ett nytt sätt. Man kan testa sin modell från alla vyer och gå runt inuti modellen ("walk through") med parallell- eller perspektivprojicering. För att öka läsbarheten och förståelsen av sin modell kan arkitekten klä ytorna med färg, mönster ("texture map") och ytstruktur ("bump map"). Mönstrerna kan vara tagna från existerande byggnader (via foto eller scanning), från färdiga mönsterbanker eller vara egna kompositioner. Ytstrukturen kan vara djupverkande, speglande, ljusabsorberande eller genomskinlig. Man kan även superponera sin datortillverkade modell med fotografiska bilder. Placera modellen i ett foto av dess planerade läge och sammansmälta modell/bild. Animering eller bildspel av modellen kan också erhållas. På dessa sätt kan arkitekten visualisera det ännu inte byggda på ett tämligen realistiskt sätt.

Informationsmängden ökar dramatiskt då man övergår från 2D till 3D och när antalet samtida färger på skärmen ökar. En 'normal' PC-färgskärm (t ex VGA, Very enhanced Graphical Adapter) har en palett av 256 färger, medan fotorealism anses kräva 16 miljoner färger. Den ökade informationsmängden medför större krav på datorutrustningen. Därför behövs det en relativt stor datorkraft och ofta högupplösande grafikskärmar med speciella grafikkort. På grafikorten finns det speciella grafikprocessorer för snabbare bildhanterng. Om man vill lagra bildspel så används hellre optiska skivminnen (Compact Disc) eller videoband än hårddisken, då bilder är mycket minneskrävande.

Utvecklingen av visualiserings- och animeringstekniken (*fig.3.4*) drivs bl a av filmindustrin och då speciellt inom science fiction genren. Filmproducenten George Lucas lyckades i Star Wars år 1977 för första gången visualisera rymden trovärdigt. "It's like watching the first Western to use real exteriors", citat ur *The Time Out-Film Guide*, London, 1989. Succén med filmen blev startskottet för Pixar, företaget bakom RenderMan [Upstill 1990]. RenderMan är ett standardiserat gränssnitt mellan geometriska modeller och system för fotorealistisk bearbetning ("rendering"). Exempel på fortsatt satsning från filmindustrin i avancerad visualisering är effektfulla transformerigar i James Cameron's Terminator filmer och balscenen ur *The Beauty and the Beast* från Walt Disney Production. Steven Spielberg har, enligt *Time Magazine* 930426, i sin aktuella film "Jurassic Parc" satsat mer på datoriserad bildmanipulation än någon tidigare i filmhistorien. Modellerna av dinosaurierna får liv bl a genom att bilderna justeras, tänjs likt gummimembran, så upplevelsen av muskelspel och mimspel

är närvarande. Dagens teknik erbjuder generering av de bildsekvenser som förenar två lägen. Det räcker att ge ytterlighetspositionerna för att stegvis interpolera fram bilderna emellan.



Figur 3.4 Utveckling av datorvisualisering

Följande är ett bygganpassat visualiseringsexempel från mitt arbete med överingenjör John Golborne på British Rail i Midlands år 1991. British Rail projekterade en ny järnväg till Manchesters flygplats. De lade upp arbetet i 3D-CAD som var kopplat till ett beräkningsprogram (AutoCAD+KORDAB-system), då en viktig del i deras arbete var att beräkna schakt- och fyllnadsmassor. Från terrängmodellen var det möjligt att simulera olika tåglinjedragningar med dito schaktberäkningar. Att producera en animering ur rymdmodellen, som en spin-off effekt, var enkelt när väl modellen var klar. Animeringen skulle beskriva för allmänheten hur man planerat. Den planerade järnvägen hade orsakat debatt så det var av största vikt att allmänheten skulle informeras

på bästa sätt. Man hade även för avsikt att ge de blivande lokförarna träning på de nya spåren med simulerade signalsystem, stationer m m. Man kunde då även kontrollera om lutning, belysning, skuggor, larmsystem, sikten till skyltar etc var de rätta.

Visualisering är, förutom en hjälp för det egna arbetet, även mycket viktigt för förmågan att kunna presentera sina idéer och för att kommunicera med andra. Det är många som inte kan läsa ritningar så bra, men får de en bild (om än datortillverkad) så kan den förklara mer. Man kanske kan säga att *en bild säger mer än tusen ritningar*, om man travesterar lite. Arkitekten har länge arbetat med modeller och perspektivteckningar för att förklara för beställaren sina idéer, men ofta med ritningar till de övriga aktörerna under projekteringen. Under avsnitt 3.2.2 "Kommunikation via 3D-modell" diskuteras det ytterligare om visualisering som hjälpmedel för kommunikation.

3.1.3 Virtual Reality (illusorisk verklighet)

Virtual Reality eller på svenska "illusorisk verklighet" är kanske framtiden inom datorvisualiseringen. Det är en teknologi för att framställa en illusorisk verklighet som är synlig, berörbar, hörbar och kanske även smak- och luktbar och som man är delaktig i, medelst datorstyrda synbilder och förnimmelser. Möjligheten att skapa en datorvärld som man själv är delaktig i kan vara till stor hjälp för arkitekter, officerare, lagledare, pjäsförfattare, filmregissörer, kärnkraftsunderhållspersonal, rymdforskare etc för att simulera och att överbrygga avstånd och dimensioner.

För att inträda i denna verklighet ikläder man sig speciella kläder, för närvarande en handske, glasögon och hörlurar, som är kopplade till en dator. Handsken tar emot och förmedlar data och glasögonen eller "ögonlurarna" för dig ut i datorrymden. Styrkommandon ges via ett teckenspråk eller muntligen med hjälp av en mikrofon. Hörlurar överför ljudeffekter för att orientera dig t ex då du närmar dig något objekt. Om du tar i något artificiellt föremål så sänder handsken mycket verkliga förnimmelser till fingrarna. Med denna utrustning så luras sinnena att du är *i modellen* och inte som tidigare beskådar modellen på en datorskärm.

Dessa system utvecklas för närvarande mycket intensivt av NASA, Nintendo m fl. Inom arkitektur befinner sig Virtual Reality (VR) ännu i begynnelsefasen. Försök har bl a gjorts av VR-forskaren Fredrick Brooks på University of North Carolina att arbeta tillsammans med en arkitekt för att utforma några byggnader [Anders 1993]. De byggde sina hus i den illusoriska verkligheten och kunde "gå runt i" modellen och pröva form, funktionalitet, ljusinsläpp etc. Arkitekten kunde inne i modellen flytta väggar och fönster eller justera dimensioner och direkt "känna" vad ändringarna gav för resultat. *Är arbetet att producera virtuella miljöer en arkitektuppgift?*

Virtual Reality är en framtidsvision som ger många idéer. Inte minst för science-fictionförfattarna som låter sina datoroperatörer ("cyberpunks") leva, älska och förlora sig i datorrymden ("cyberspace"). En ny kulturyttring med musik, film, böcker, datorspel etc har bildats kring informationssamhället. Stilsättaren William Gibson myntade ordet *cyberspace* i boken *Neuromancer* från 1986. I Gibson's värld är informationen drivkraften och makten i samhället (prefixet "cyber-" kommer från cybernetics; läran om att kommunicera och styra stora system som drivs av djur eller elektronik, från grekiskans "kubernetes" dvs styrman). En klassiker som enligt min mening beskriver den illusoriska verkligheten på ett fascinerande och samtidigt skrämmande sätt är Ray Bradbury's "The Veldt" från *The Stories of Ray Bradbury*, 1980. En novell om den datoriserade lekkammaren med teveväggar som kan skapa den miljö som barnen själva önskar. Väl fungerande fram till den dag då osämja uppstår och lekkammaren förvandlas till en savann med blodtörstiga lejon som väntar på att slita föräldrarna i stycken... En berättelse där illusionen får liv - ett klassiskt tema (Göthe's *Faust*, Kafka's *Förvandlingen* etc), men likväl aktuellt. I vårt västerländska samhälle skapar vi, inom t ex ekonomin, allt större och komplexare modeller som samexisterar och påverkar varandra. Dessa cybernetiska modellsystem tenderar att få autonoma liv [Moderna Tider nr 46, 1994].

Faith Popcorn ger i "Popcorn rapporten", 1992, en mera jordnära framtids profetsia. Hon förutser att i stället för att åka ut till de trendlösa stormarknaderna så sköter vi våra inköp hemma via vår VR-maskin. Vi kan gå runt och titta, klämma och informera oss om varorna via våra ögonlurar och handskar. Vi kan få menyförslag och tillredningshjälp eller se hur det ser ut på produktionsenheterna för de olika varorna. Affärsbestyren kan vändas till en vardagens Nintendo-lek. Vi får på så sätt en lugn, trygg, personlig, lustfylld, drömmande, informativ och tidbesparande handling. Om sedan varorna levereras hem utan de säljande förpackningarna och reklamlapparna så kan vi även spara på vår miljö.

Genombrottet för Virtual Reality tros, bl a av F.Popcorn, inte komma under detta millennium. Med 1990's priser kostar ett system med utrustning ca. \$25.000. Då ingår förutom handske och ögonlur, en positionssensor för att bestämma huvudrörelser, en matricismultipel för att beräkna projektioner och en vektorgenerator för att presentera videobilder i ögonlurarna. Till detta bör man ha en kraftfull arbetsstation för ca \$100.000 och gärna ett applikationsprogram, om man kan hitta något. Dagens kraftigaste arbetsstationer, t ex från Silicon Graphics, kan behandla några tusen polygoner per sekund och det ger en tämligen jämn tecknadfilm upplevelse men knappast en illusorisk verklighetskänsla. Det krävs, enligt datagrafikexperten Alvey Ray Smith, 80 miljoner polygoner per sekund för att skapa en riktig verklighetsillusion [Anders 1993]. Samtidigt bör man kanske betänka att en modell alltid är en förenkling av verkligheten. *Verkligheten är alltid mera komplex än den modell man skapar av densamma*. Kartan är alltid grövre än den terräng den avbildar eller mera semantiskt uttryckt: kartan är ej terrängen.

3.1.4 Beräkningsprogram

Finns det beräkningsprogram som kan hjälpa arkitekten med konstruktionsförståelsen? För att arkitekten skall kunna bedöma sin konstruktion är det viktigt att ha en förståelse för kraftspelet. Exempel på frågor att besvara: Hur tas krafterna upp? Var blir det drag respektive tryck? Vad händer om jag väljer det här materialet? Vad kan det bli för dimensioner? Dessa frågor kan tyckas vara för konstruktören att besvara, men en övergripande kraftförståelse underlättar en god arkitektur. Den övergripande kraftförståelsen är viktig i tidiga projektskeden då mycket viktiga systemval görs för konstruktionen. Speciellt för större byggnadsverk finner jag att *konstruktionen styr utformningen och utformningen styr konstruktionen*.

Att förstå och behärska kraftspelet i konstruktionen gör att man kan spara mycket material och därigenom minska materialkostnaderna. Detta var speciellt viktigt förr då det var billigare att använda arbetskraft än att producera och transportera byggmaterial. Det kan man bli se på gamla gotiska valv. Dessa valv följer kraftlinjerna och är mycket materialsnåla. Materialbesparande konstruktioner kräver mera tid vid projektering och byggande än massiva och materialförbrukande strukturer. Att förstå kraftspelet och följa de naturliga kraftlinjerna kan ge effektiva och harmoniska konstruktioner [Reitzel 1979].

Val av form och konstruktion är mycket viktigt för byggnadsekonomin. Att optimera en given konstruktion ger vanligtvis material- eller kostnadsbesparingar på 5–20 %. Att hitta 'bästa' form och konstruktion för ett givet problem kan ge besparingar på flera hundra procent. Kunskapsbaserade system kan kanske i framtiden underlätta valet [Borkowski et al 1991].

Det finns många olika metoder för att söka krafterna i en konstruktion. De äldsta är att empiriskt studera påkänningar (t ex sprickor och ras) i byggda konstruktioner och att experimentellt testa modeller. Andra metoder är att beräkna krafterna på ett grafiskt, analytiskt eller numeriskt vis. Cremonas grafostatik har lyfts fram som en metod som både arkitekter och ingenjörer kan använda och förstå [Bobert et al 1991]. De analytiska beräkningsmetoderna får dock ge allt mer vika för de numeriska metoderna, FEM m fl, i takt med en ökad datorisering.

Arkitekter använder inte ofta beräkningsprogram av flera skäl; Programmen är skrivna för ingenjörer och konstruktörer. Systemen kräver ofta tekniska förkunskaper av operatören. De fodrar en exakthet och en detaljnivå vid modellbeskrivning som kan vara besvärande under tidiga skeden i projekteringen. Arkitekten har inte ansvar för dimensionering och är oförsäkrad vid eventuell skada (se avsnitt 2.2.5). Dessutom bryter man den traditionella rollfördelningen arkitekt - konstruktör.

Tidigare fanns det gymnasieingenjörer på arkitektkontoren som utförde enklare dimensioneringar, bedömde materialval och kände till de vanligaste fästnanordningarna. För mer avancerade problem konsulterades civilingenjören. Finns det idag ett beräkningsprogram som kan ersätta gymnasieingenjören för att klara av arkitektens enklare konstruktionsförståelse? Ett sådant program skall kunna utföra önskade beräkningar på godtyckliga konstruktioner på ett klargörande sätt utan att konstruktörens kunnande krävs vid inmatning och vid tolkning av resultat. Helst skall datorsystemet klara av de olika frågor arkitekten ställer sig vid projekteringen som dimensionering, energiförbrukning, luftomsättning, brandrisk, materialval mm mm. Systemet bör inte vara för enkelt när det gäller att behandla olika konstruktioner och materialval, men samtidigt inte för avancerat vid användandet. Att konstruera ett beräkningssystem som redan finns fast enklare. Det kan bli som att introducera häst och vagn när det finns bilar (men med bilar fodras det tyvärr körkort). *Mina försök att hitta beräkningsprogram för arkitekter som ger arkitekter en total konstruktionsförståelse, har inte lyckats.*

Att arbeta med alltför generella datorstödda konstruktionssystem är ofta inte effektivt. Torbjörn Lidström från Digital Equipment AB ger exempel från demonstrationer av "universalsystem" som kan generera och analysera FEM-modeller ur valfri geometri. "Under försöken visar det sig snabbt att man kan göra mycket stora prestandaförbättringar om man har triviala konstruktionskunskaper. Exempelvis gör systemet stor sak av ett litet hål i en vägg genom att generera ett finmaskigt FEM-nät runt hålet - som resulterar i en tung beräkning - som dock ej ger något resultatillskott då krafterna ej påverkas av detta lilla hål. På samma sätt kan stora prestandaförbättringar nås om man bl a kan se symmetrilinjer eller bryta ned geometrin i konstruktionselement (skiva, balk, pelare etc). En grundläggande konstruktionsförståelse krävs för att systemet skall bli någorlunda effektivt". Sammantaget ger det att *vare sig man arbetar med eller utan datorstöd behöver man kunna identifiera konstruktionselementen ur byggnadsverket.*

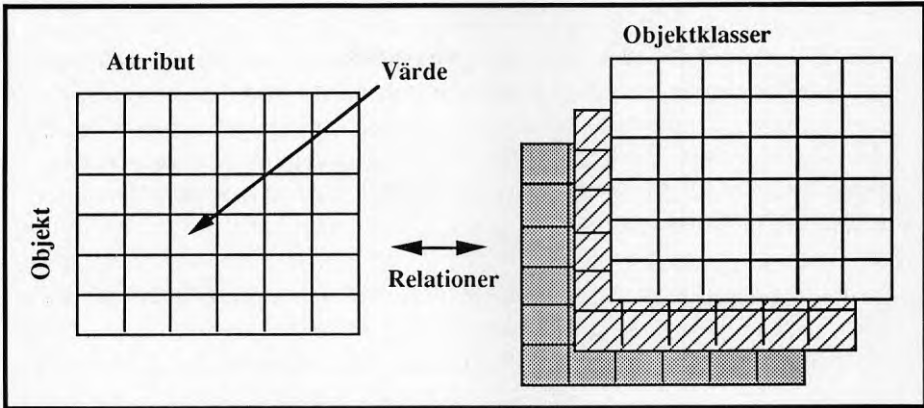
Är konstruktionselementen väl identifierade finns det på marknaden bra och lätthanterade beräkningsprogram för att analysera och simulera drag, tryck, skjvning, förskjutning etc. Beräkningsprogram som är baserade på konstruktionselement och endast täcker en begränsad problematik kan ofta bli pedagogiska och lätthanvända. Exempel på ett pedagogiskt beräkningsprogram är multimediasystemet för bro- och valvkonstruktion på vandringsutställningen under år 1994 om Leonardo da Vinci (utvecklat bl a av K-G Olsson, LTH). Här ges en teoribakgrund för att hitta kraftlinjer i valv med utgångspunkt från kedjeformeln. Användaren får därefter bygga olika valv, där trycklinjen beräknas. Om valvet kollapsar ges tips om konstruktionsförbättringar. Program av denna enkla typ kan med fördel användas för undervisningsändamål. Min slutsats är att *arkitekten behöver en konstruktionsförståelse, men det finns nog inga genvägar för att nå kunskapen.*

3.1.5 Databaser, allmänt

En databas är en samling data som lagrats på ett regelbundet sätt. Den lagrade datamängden kan bestå av bl a tal, text, ritningar, stillbilder, ljud, rörliga bilder eller kombinationer därav. Databaser är en hjälp för att ordna information och underlätta sökandet av densamma. Databaser kopplas ofta ihop, centralt eller regionalt via nät, bl a för att minimera redundans, undvika versionsfel, minska upptaget datautrymme och för att lättare kunna utnyttja informationen i olika sammanhang. Databaserna har på så sätt flera användare som kan dela information och på så sätt underlätta kunskapsspridning. Bland flera användningsområden för databaser hos arkitekter idag kan nämnas referenssystem, arkivsystem, administrativa system och interna register. Intresset att koppla upp sig till större databaser är fortfarande lågt, men ökar i takt med utbyggnad av datornät och högre datortäthet.

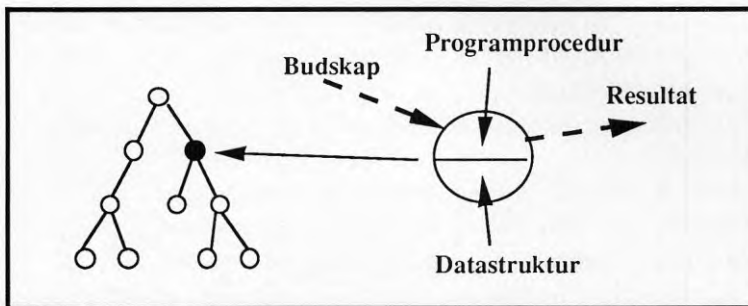
Inom nuvarande databasteori finns det ett tiotal olika huvudtyper av databaser och bland de större kan nämnas; hierarkisk, relations-, objekt- och ramdatabaser. Ett centralt begrepp inom databasteori är *objektet*, som är den sammanhängande informationen som beskriver ett fysiskt objekt eller ett abstrakt fenomen. Hierarkiska baser, som var vanliga på 70-talet, har den inbyggda begränsningen att varje data kan bara tillhöra *ett* objekt eller delobjekt, s k far-son relation. Sökförfarandet i hierarkiska databaser är enkelt då datan är trädlikt strukturerad.

I relationsdatabaser lagras informationen i tabeller där objekten eller delar därav ligger radvis och deras attribut är ordnade kolumnvis. Objekten beskrivs av sina attribut med tillhörande attributvärden. En tabell är en objektclass och äger relationer till en eller flera andra tabeller på något väldefinierat sätt. Relationsdatabaser ger möjligheten att kunna manipulera attributvärden utan att behöva veta namnet på objektet eller dess klassstillhörighet. Informationen är strukturerad på innehåll i stället för på läge, som tidigare i den hierarkiska modellen. SQL, Standard Query Language, är ett standardiserat språk för att söka och selektera innehåll i relationsdatabaser. På 80-talet fick relationsdatabaserna sitt kommersiella genombrott och exempel på vanliga baser är Ingres, Oracel, DBase, Informix och Sybase. Fördelen med relationsdatabaser är, enligt Serafim Dahl på NADA/KTH, att de bygger på en konsistent och homogen matematik. De är lätta att förstå (allt är tabeller) och informationen kan betraktas som mängder (*fig. 3.5*). Hantering av information, s k Relational Database Management Systems (RDMS), blir enkel med hjälp av diskret matematik, t ex tupelkalkyl, domänkalkyl, relationsalgebra [Vince 1992]. En nackdel med relationsdatabaser är att verkligheten är komplex och sällan passar att beskrivas i tabellform med de begränsningar detta innebär. *Tabellerna kräver att användarens kunskaper kan modelleras ned till diskreta variabler* - vilka sedan är svåra att ändra - och vid större informationsmängder blir databaserna otympliga.



Figur 3.5 Relationsdatabas - tabeller av objekt med dess attribut

Objektorienterade databaser bygger på objektorienterade programmeringsspråk (t ex Simula, C++) som har utvecklats för programtyper som ställer allt högre krav på att lagra stora mängder data i komplexa strukturer, t ex CAD, CAE (Computer Aided Engineering), GIS (Geographical Information System) och multimedia. Programkod grupperas tillsammans med data i hierarkiska objektklasser efter gemensamma egenskaper. Ett objekt ärver egenskaper efter klasstillhörighet och via relationer till andra klasser. Objekt kan skicka budskap ("messages") till andra objekt och starta delprogram utan att känna till målobjektets programprocedur mer än att veta att målobjektet kan sända resultatet vidare. Programfunktioner och data grupperas logiskt till de objekt som äger egenskaperna (fig.3.6). Exempel på objektorienterade databaser är G-base, VBASE och ONTOS. En fördel med objektorienterade databaser jämfört med relationsdatabaser är att det går bättre att modulera komplexa system och på sätt bör modellen kunna likna verkligheten bättre. En nackdel är att datasystemen innehåller mycket inkapslad information kring objekten - egenskaper, arv, beteende och reaktioner - och därigenom svåråtkomlig. Datorsystem som bygger in information som påstås vara användarnas kunskaper är svårkontrollerade och spekulativa [Bijl 1993].



Figur 3.6 Objektorienterad programmering

Ramdatabas är också en objektorienterad databas där man kan definiera datatyper som en kombination av datastruktur och procedurdefinition. Information kan knytas till ramar med tillhörande programfragment, som utför olika åtgärder beroende på sammanhanget. Med hjälp av logiska programspråk, t ex Prolog, kan man bygga upp avancerade regelverk som bildar grunden i bl a kunskapsbaserade databassystem - expertsystem. Ramdatabaser är mycket flexibla, men *det finns en negativ korrelation mellan flexibilitet och effektivitet för databaser* [Christansson 1991].

Relationsdatabasen är den idag vanligaste databasmodellen men objekt-databaser är under stark utveckling. Enligt Kjell Svensson är objektorienterade databaser år 1990-talets databasteknologi [Svensson 1991]. Deras praktiska användning återstår dock att konstatera.

En databas, för strukturera information, ingår som en väsentlig del i varje datorsystem och styr på så sätt uppbyggnaden och användningen av programmen. Betydelsen av databasen som en del av datormodellen diskuteras ytterligare under avsnitt 3.3.2 *Datormodell*. Nedan följer några tillämpningsområden med arkitekt-anknytning för databaser.

3.1.6 Referensdatabaser

Det finns en rad databaser för arkitekter att söka kunskaper och erfarenheter i. Bland andra kan nämnas BYGGDOK & Bibliotekstjänsts Bok-Sök för litteratursökning och Tidningarnas Telegrambyrå, Svensk Företagsinfo, Marknadsbanken m fl för nyheter, bolagsanalys och marknadsinformation. Bland de större databaserna är DR-Direkt (bl a ett adressregister på 440.000 svenska företag för direkt reklam), Profile (Europas största databasvärd, ca 50 databaser, för nyhets- och affärsinformation) och Dialog (den internationellt ledande databasvärden för ca 400 databaser med information om naturvetenskap, teknik, ekonomi, humaniora, samhällsvetenskap, patent mm mm).

BYGGDOK är en erfarenhetsbank för den svenska byggsektorn. BYGGDOK-systemet består av databasen BYGG & MILJÖ, med 179.000 referenser våren 1994. BYGG & MILJÖ är en databasvärd för följande databaser:

BODIL är en bibliografisk byggdatabas med hänvisningar till all svensk (och mycket utländsk) bygglitteratur.

BYGGFO innehåller beskrivningar av pågående byggforskningsprojekt.

VANYTT är den äldsta av Sveriges tekniska bibliografiska databaser och är specialiserad inom miljöområdet. Materialet är till 60% utomnordiskt

REGLER behandlar aktuell information över lagar, myndighetsförfattningar, standarder och branschregler inom byggsektorn.

3.1.7 Byggvarudatabaser

Det finns mängder av olika referensdatabaser men de intressantaste för arkitekter är kanske byggvarudatabaser. Byggvarudatabaser är en viktig inspirations- och kunskapskälla som innehåller information om varor för hela byggprocessen. Inte sällan kan varuinformation vara arkitektens enda kunskapskälla. Exempel på information som är knuten till en vara är; användningsområde, egenskaper i detta användningsområde, dimensioner, tillverkare, projekteringsanvisningar, leverantör, pris, livslängd, funktionskrav, underhåll, miljöaspekter, brandbeständighet, utbytbara komponenter, återvinning mm. Förutom "ren" varuinformation kan orderförfarande, leverans, anvisningar för dimensionering och montage, bilder och CAD-detaljer även vara tillgängligt.

Flera av byggsektorns leverantörer kan tillhandahålla en byggvarukatalog både på papper och på databasformat. Svensk Byggtjänsts byggvarudatabas, som finns hos Esselte sedan år 1991, är en gemensam databas för flera leverantörer som används bl a för att producera katalogen Sveriges Bygg- och Installationsvaror, SBIV. Idag innehåller databasen ca 46.000 varor från drygt 7.000 företag. Någon större efterfråga av att ligga uppkopplad mot denna databas föreligger ej för närvarande. Svensk Byggtjänst har under våren 1993 släppt en PC-version under Windows av byggvarudatabasen, med en planerad uppdatering några gånger om året. Med en PC-version kan man enkelt producera egna listor och sökningar och man kan "klippa och klistra" all information till andra Windows-program. För närvarande pågår forskning att utveckla byggvarudatabasen med beständighet- och livslängdskalkyler [Soroni 1993].

Byggvarudatabaser utvecklas i många andra länder. Finnarna utvecklar ett informationssystem: TeleRatas och normmännen har byggt ett system kring TRADE, ett system för elektronisk handel. TRADE introducerades år 1989 av Tredje Part och konceptet bygger på att informationslämnare och informationstagare skall göra elektroniska affärer. Tredje Part samarbetar idag med Norsk Byggetjenste och de har tagit fram en produkt som liknar Svensk Byggtjänsts byggvarudatabas, men innehåller även affärsrutiner för t ex hantering av order/lager/fakturering, hyllkantsetikettering, leveransbevakning m m. TRADE hade ca 100 användare år 1992. I England finns ett elektroniskt informationssystem för byggmarknaden. Detta system, Quantarc från Poulter Communications Ltd, innehåller standarder, varuinformation och inscannade broschyrbilder. Bilderna är i fyrfärg och kräver högupplösande bildskärmar. Quantarc hade år 1992 ca. 150 användare. I Holland har Nederlandske Bouw-Dokumentatie utvecklat informationssystemet BOUW-CD. Systemet distribueras via CD-skivor och bygger, likt Svensk Byggtjänst, på deras byggvarukatalog. Det finns logiska kopplingar från standarder, tidningsartiklar, byggregler etc till byggvarorna men ej bilder. BOUW-CD hade år 1992 i Holland ca. 200 användare [B.Johansson 1992].

3.1.8 Multimedia

Multimedia är ett modeord för datorsystem som kan kombinera olika medier (t ex text, ljud, ritning, bild och video). I nuvarande databaser ligger datan vanligtvis som ren textinformation, t ex i BYGGDOK. Texten byggs normalt upp av ASCII-tecken (ASCII är en amerikansk datastandard för siffror och bokstäver). Men andra typer av databaser är av ökande intresse. Utvecklingen av lagringsmedier som optiska skivminnen (CD) och videoband har gjort det möjligt att med bättre ekonomi lagra bilder, ritningar och ljud, då de är mer utrymmeskrävande än ASCII tecken.

Ett exempel på multimedia är en elektronisk informationsdisk som jag fann på FNAC's skivavdelning i Paris våren 1993. Genom pekdatarsystemet sökte jag på musikstil eller artist upp önskad skiva. Förutom att få en bibliografi över skivan fick jag en bild av konvolutet och var på avdelningen skivan stod att finna. Jag kunde även välja ut ett spår på skivan och lyssna till låten i hörlurar, som var kopplade till systemet.

Multimediatillämpningar inom byggsektorn är än så länge få men man kan tänka sig några intressanta scenarior. Exempelvis en byggvarudatabas med texter, bilder och CAD-detaljer och om så önskas montageanvisningar på video. Eller en arkitekt som önskar presentera sina idéer på en multimedia databas där den intresserade kan studera förslaget genom rundvandring i datormodeller, se konstruktionsdetaljer, höra rums-efterklang, läsa beskrivningstexter etc. På samma sätt kan man för planerare och turister bygga upp ett informationssystem över ett samhälle [Christiansson 1989].

Referensdatabaser bestående av bilder av byggnadsverk kan vara en inspirationskälla för arkitekter och ett komplement till konventionell litteratursökning. Försök görs bl a på Chalmers med att bygga upp ett bildarkiv "Arkiv för nutida arkitektur - Den elektroniska bygg- och arkitekturencyclopedin" i en relationsdatabas. Register över personer, litteratur och bilder finns och fullt sökbar textinformation är kopplad till bilderna. Syftet är att man skall kunna nå visuell information om arkitekter, byggnadsverk, byggnadsdetaljer eller byggprodukter och på så sätt möjliggöra visuella laborationer i arkitekthistoriens värld [Gromark 1992]. Med hjälp av annan programvara kan man även få fram nya kombinationer genom att manipulera bilderna, "klippa och klistra", och på så sätt söka nya vägar för sin design.

3.1.9 Kunskapsbaserade system

Kunskapsbaserade system eller expertsystem har tillkommit för att komplettera mänsklig expertis. Man talar ibland om artificiell intelligens, AI, där datasystemen är tänkta att ge nya lösningar ur gamla lösningar. AI täcker en rad kunskapsområden från datavetenskap, matematik, naturvetenskap och logik till hjärnforskning, psykologi och filosofi. Det höga målet för AI är att kunna simulera mänskligt tänkande, agerande och inlärande med hjälp av datorteknologi. Expertsystem finns bl a inom medicinsk diagnostik och kretskortsdesign. Exempel på områden inom byggsektorn kan vara beslutsprocesser, kontroll av uppfyllande av normer och regler, CAD-program med tumregler för dimensionering och spärr för orimliga värden etc. Det finns idag i Sverige endast prototyper av expertsystem inom byggsektorn. Forskning kring expertsystem var prioriterad under åren 1982 - 85 [Björk 1993].

En rad svårigheter har framkommit vid forskning och utveckling av expertsystem för arkitekter. Förutom problem av ren datateknisk natur och svårigheter att simulera en process utan given kausalitet har man svårigheter i bl a följande områden; definiera en byggproduktmodell (diskuteras vidare under avsnitt 4.4 *Byggproduktmodeller*), användargränssnitt mellan människa och maskin, standarder och normer, ansvarsfrågor och juridiska implikationer och en ekonomisk balans av ingående resurser mot utgående resultat [McCullough 1991].

Vi imponeras av datorernas snabbhet och kapacitet (vem minns inte när NASA lyckades med hjälp av datorer placera den första människan på månen?). Datorer har visat sig vara mycket bra verktyg och underlättat människors arbete och kommunikation med andra. Exempelvis kan ett medicinskt expertsystem hjälpa läkaren att söka en diagnos på grundval av patientens symptom. Men datorsystemet som hjälper läkaren är inte intelligent. Kan en maskin diagnostisera ryggont till ett kärleksproblem är den intelligent. Det är bara läkaren själv som kan avgöra om patientens symptom är medicinskt orsakade eller symptomatiska.

I vårt vardagsspråk ger vi ibland mänskliga egenskaper till tingen och när vi imponeras av datormaskinernas kapacitet kan vi lockas till att benämna dem som intelligenta och bärare av kunskap. Detta är ett farligt språkbruk då kunskap är relaterat till människan. Vi når kunskap genom egna erfarenheter och jämförelser. För att förmedla våra kunskaper till andra måste vi formalisera våra upplevelser. Vid mänskligt samspel abstraherar vi våra erfarenheter inom oss till uttryck (t ex verbalt, bilder, matematiskt, grafiskt och genom modeller). Kunskap utvecklas med hjälp av personliga erfarenheter och genom att formalisera dessa till uttryck kan vi dela med oss våra kunskaper. *Människor hanterar kunskap medan datamaskiner hanterar information.*

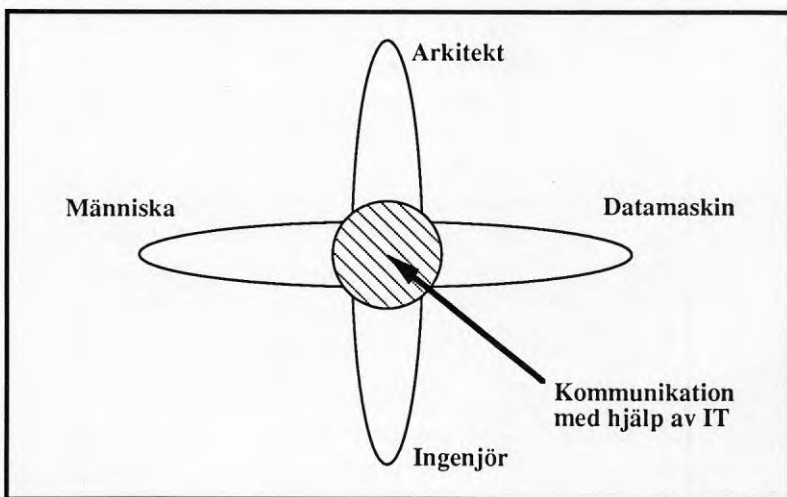
Att ge datorer personliga erfarenheter kan ge farliga konsekvenser. Även om AI-entusiasterna påstår motsatsen, så lär inte datorer någonsin kunna klara av mänskliga vardagssituationer, då inte ens vi kan förutse andra personers reaktioner korrekt. Intelligens och kunskap bör relateras till mänskligt beteende. Om vi trots allt vill acceptera att en dator äger intelligens och kan agera på egen hand, så är det inte mänsklig intelligens. Antag att man under uppbyggnaden av ett datorsystem implementerar en maskinlogik. En logik så att maskinen själv kan skapa ny information, bilda egna erfarenheter och fatta beslut. Detta leder till att maskinen följer egna lagar, men det är inte mänsklig intelligens, det är metafysik - en mycket spekulativ vetenskap. Termer som kunskapssystem och artificiell intelligens kan ge missledande föreställningar att det är datormaskiner och inte människor som är ansvariga för beslut och handlingar. Enligt Aart Bijl är det *oansvarigt och farligt att ge datorer epitet som intelligenta och bärare av kunskap*[Bijl 1993]. Vi måste lära oss att använda IT med sunt förnuft. Se *Appendix* för vidare diskussion kring begreppet informationsteknologi.

3.2 KOMMUNIKATIONSSTÖD MED HJÄLP AV IT

Kommunikationsproblem mellan arkitekter och ingenjörer har debatterats i många år. Ett citat: "Är ingenjören den obeveklige teknokraten, som med huvudet begravt i datorns matematiska beräkningar kväver den humanistiska arkitektens sköna visioner om arkitektoniska rum? Eller är ingenjören den ansvarsfulla räddaren av den lekande arkitektens besynnerliga utbrott av säregna formövningar?" [Bobert et al 1991].

Bristen av förståelse och kunskap för hur den andre tänker och arbetar kan vara en orsak till dålig kommunikation. Separationen är allvarlig då både arkitekten och konstruktören är halv utan den andre för att skapa ett väl anpassat och fungerande byggd miljö. För att kunna förstå varandra är det viktigt att man kan hitta gemensamma språk eller sätt att förmedla sina tankar på. Kan IT vara ett stöd vid arkitektens kommunikation med konstruktören och de övriga aktörerna i byggsektorn?

Vi använder datorn för att förmedla uttryck, likt vilken annan artefakt (telefon, telefax etc) vid samspel personer emellan. Ett utbyte av information med hjälp av en dator bygger på att kommunikationen mellan människa och datamaskin fungerar. Vi måste i någon form kunna förstå datorernas sätt att arbeta för att kunna utnyttja dem som informationsbärare mellan oss. Problematiken kring samspelet mellan människa och datamaskin behandlas i nästa avsnitt "3.3 Användargränssnitt och datormodell" medan detta avsnitt ger några exempel hur IT kan fungera som ett kommunikationsstöd (fig.3.7).

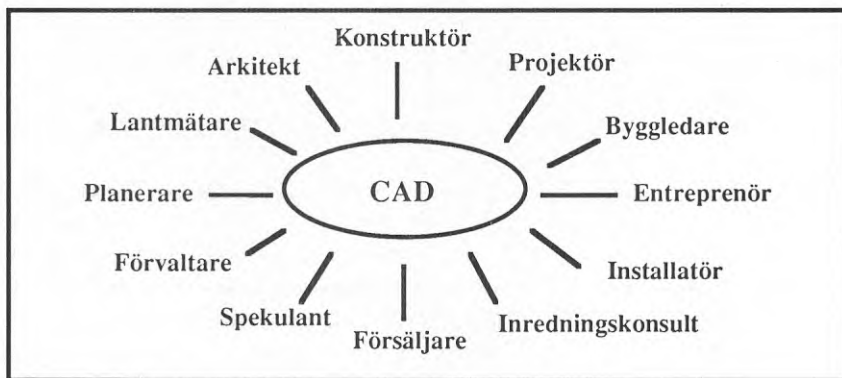


Figur 3.7 Mötet mellan arkitekt-ingenjör och människa-datamaskin

3.2.1 CAD-samordning

Av de bygghandlingar som skapas under projekteringsfasen är ritningar en viktig del. Ritningar är perceptivt överlägsna vilket kan jämföras med "en bild säger mer än tusen ord". Dock är ritningar, enligt AB92 kap 1 § 3, juridiskt svaga vid händelse av motstridiga uppgifter. Praktiken visar att *traditionellt är ritningen den viktigaste informationsbäraren mellan byggprocessens olika aktörer*. Under byggprocessens gång växlar många ritningar händer och varje aktör ser ritningarna utifrån sina egna frågeställningar, men mycket av ritningsinformationen går att återanvända för nästa aktör i kedjan.

Att framställa sina ritningar på CAD ger fördelar vid informationsöverföringen. Konstruktören kan till exempel direkt utnyttja arkitektens ritinformation och på så sätt effektivisera det egna ritarbetet, behålla måtnoggrannheten, minimera omritningsfel etc. Idag är det vanligt att växla ritningarna på diskett i stället för på papper (fig.3.8).



Figur 3.8 CAD-samordning medför att datainformation återanvänds

För att CAD-samordning skall fungera i projekteringsgruppen krävs det en gemensam CAD-strategi. Gruppen måste enas om CAD-program, lagerstruktur, överföringssätt etc. Idag finns det företag som kan erbjuda CAD-samordningstjänster och fungera som en handlingscentral ("pool") för projektgruppens gemensamma ritningar. Direktiv för CAD-samordning finns bl a hos CAD-användargrupper och branschförbund.

Det naturliga vore att beställaren begär att projektering skall ske med CAD. Detta har börjat ske i praktiken. Beställare som initierar CAD-samordning under projektering är de som ser fördelar med CAD under förvaltningsfasen. Ofta är det inom projekteringsgruppen som det beslutas om användningen av CAD och det är ofta arkitekten som anger tonen då arkitekten normalt är först att producera ritningar. Detta medför att *arkitektens CAD-strategi kan vara avgörande för ev. CAD-samordning*.

3.2.2 Kommunikation via 3D-modell

Visualisering med hjälp av CAD kanske kan underlätta kommunikation och förståelse mellan arkitekt och konstruktör! Kan visualiseringsmodeller bli en brygga som förbinder humanism med naturvetenskap? Arkitekten kan visa via datormodeller sin rumsliga gestaltning för konstruktören, de övriga projektörerna och beställaren. Arkitekten kan bjuda in till rundvandringar i 3D-modellen för att få sin design prövad och förstådd. Detta är speciellt lätt att realisera om man använder sig av CAD-system som har 2D/3D konvertering (fig.3.3).

Om arkitekten kan kommunicera med byggkonstruktören med hjälp av 3D-CAD, så är det ett ännu viktigare verktyg för konstruktören. Detta kommer sig av att arkitekten har fler sätt att visualisera och beskriva sina idéer med; t ex modell, skiss, ritning och genom verbal kommunikation - medan konstruktören har traditionellt färre uttrycksätt. Ett nytt möjligt uttrycksätt för konstruktören vore att rita in sina beräknade dimensioner i 3D-modellen så att arkitekten kan justera för att bibehålla önskad form och funktion.

För installationsprojektörer kan 3D-CAD vara ett mycket viktigt kommunikationsmedel. El, tele, vent., VVS m fl ritar med icke skalenliga symboler och samordningsproblem är vanliga. Om installationsprojektörerna kan visa i 3D-modeller hur deras installationer kommer att se ut, så kanske vi får både bättre fungerande och vackrare byggnader. *Tänk om installationssidan ritar, skalenligt in i 3D, sina ventilationskanaler och övriga installationer - vilken hjälp för arkitekten och övriga att se samordningsfel eller möjlighet att justera för form, funktion eller estetiska krav.* Arkitekten och byggkonstruktören skulle kunna förstå och ta hänsyn till installationssidan och på så sätt få såväl en bättre byggmiljö som en fungerande brukarmiljö.

För att inspirera konstruktörer och installationsprojektörer att rita i 3D, krävs det antagligen att arkitekten också ritar och modellerar i 3D-CAD. För att kommunikation via 3D-modeller ska bli verklighet så behöver initiativet troligtvis komma från arkitekten. *Att skapa rymdmodeller av det blivande byggnadsverket kan, förutom att ge fördelar i förståelsen och presentationen, även ge vinster för samordning och kvalitet under produktion och förvaltning.*

3.2.3 Mötet arkitekt-konstruktör vid ett beräkningsprogram

Det är svårt och det kanske inte ens är lämpligt att hitta eller utveckla datorprogram för arkitektens konstruktionsförståelse som ersätter konstruktörens kunnande (se avsnitt 3.1.4). En lyckosam kombination av ett kraftfullt, illustrativt och lättarbetat beräkningsprogram för dimensionering och en erfaren och pedagogisk ingenjör tror jag är en bra hjälp då det gäller arkitektens konstruktionsförståelse.

Vid ett projekt "Stora rum" vid Arkitekt högskolan i Stockholm under våren 1993 prövades att få en kommunikation mellan arkitekt och konstruktör via ett beräkningsprogram. Det var upplagt så att de elever som önskade kunde få sina konstruktioner prövade i ett FEM-program. Handledaren - en erfaren ingenjör - prövade med hjälp av programmet arkitektelevernas konstruktionsidéer. Eleven kunde snabbt få en känsla för hur konstruktionen skulle fungera och var påkänningarna var som störst. Under samrådan kunde man enkelt simulera olika förändringar som materialbyte eller konstruktionsalternativ. *Möjligheten att få sina arkitekturidéer prövade i ett FEM-program blev mycket populärt och det uppfattades även som ett pedagogiskt sätt att förbättra konstruktionsförståelsen.*

3.2.4 Databaskommunikation

Arkitektföretaget är ett kunskapsföretag där företagets fortlevnad och utveckling är beroende på hur väl företagets kunskapskapital kan göras tillgängligt för de anställda idag och i morgon. Avgörande för om individens kunskap skall kunna överföras till strukturen är hans vilja att släppa den ifrån sig. Om individens mål översensstämmer med strukturens mål så kommer individens kunskap att kunna lösas upp och överföras till strukturen. Databaser är ett av många sätt för denna informationsöverföring [B.Johansson 1992].

Kommunikation via databaser kan ske på initiativ av mottagare eller sändare. Exempel på informationsutbyte med aktiv mottagare är referens- och varudatabaser där användaren frågar efter andras vunna erfarenheter eller leverantörers produktinformation. Exempel på kommunikation med aktiv sändare är dokument som skickas via elektronisk överföring.

Elektroniska nät (Internet etc) bygger på databaser med flera användare. Användarna bildar ett kontaktnät av behöriga som kan utbyta riktad information eller allmän via anslagstavlor. Detta nät av elektroniska brevlådor fungerar liknande telefon, telefax eller post. Sändaren kan t ex rådfråga, söka hjälp, överföra information (text, ritningar, bilder mm), utarbeta handlingar, skriva kontrakt, göra inköp etc (EDI, e-mail). En fördel är att informationen ligger digitalt så den kan överföras till andra datorsystem utan vidare databehandling.

Exempel på kombinationer av mottagar- och sändaraktiva system är bl a Byggtjänsts Byggvarudatabas på Windows. Basen är en referensdatabas för sökning av byggvaruinformation som även möjliggör aktiv datakommunikation med leverantörer. Förfrågan om ytterligare information om en viss produkt kan enkelt förberedas i programmet och automatiskt faxas via faxmodem till leverantören.

Databaser kan även integreras med administrativa system för att på ett mer heltäckande sätt stödja projektören i sitt arbete att ta fram handlingar. Arkitekten kan behöva administrativa system för projektstyrning, tidsrapporter, lathundar för vad olika handlingar bör innehålla m m. Arkitektkontor är ofta fåmansföretag som är dåligt rustade rent organisatoriskt och administrativt att klara projektstyrning och stora informationsflöden. Stor del av arkitektens arbete ligger inom det administrativa.

Ett exempel på ett administrativt hjälpsystem för att stödja arkitekter och andra projektörer vid framtagandet av bygghandlingar är *Specification Manager*, som är framtagit av University of Newcastle upon Tyne. Enligt Stephen Lockley innehåller *Specification Manager* lathundar för vad olika handlingar bör innehålla och databaskopplingar för att söka relevant information, t ex byggvaror, standarder, referensprojekt etc [S4; Byggproduktmodeller]. Systemet innehåller även frasregister för beskrivnings- och avtalstexter.

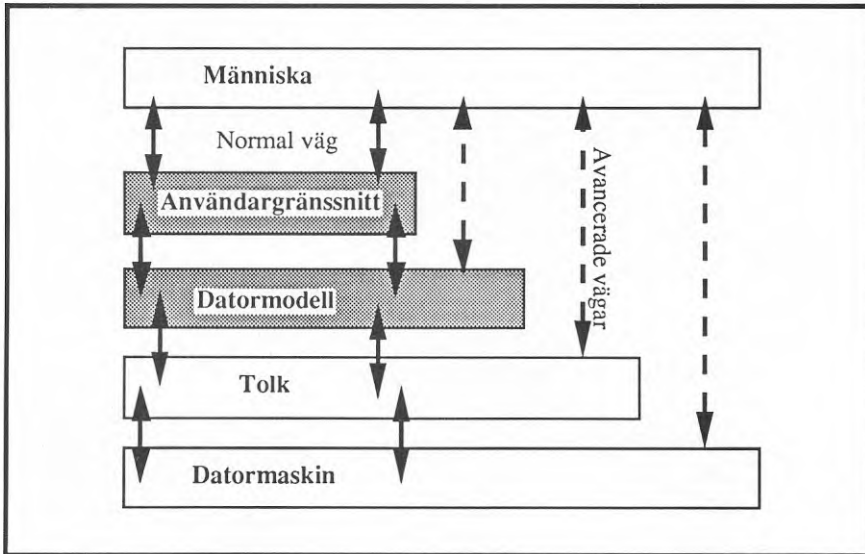
I varje byggprojekt bildas ett nätverk av aktörer, som alla producerar information under projektets gång. Att överföra information med hjälp av IT har fått ökad betydelse och i några projekteringsgrupper har man infört en speciell informationskoordinator. Det kan fungera så att dokument och ritningar som skickas mellan aktörerna koordineras via en handlingscentral. Centralen övertar registrering, arkivering, versionskontroll och distribution av handlingar. *Arkitekten kan vara en bra kandidat som informationskoordinator.* Arkitekten har goda kunskaper om olika handlingar; både innehållsmässigt, dokumenttekniskt och syftet med dem. *Beställaren kontakter ofta en arkitekt först för utredningsarbete och om arkitekten kan axla ansvaret att följa dokumenthanteringen ända till relationshandlingar och uppdateringar under förvaltning, blir arkitekten den kontinuerliga bäraren av projektets idé.*

För att vi skall kunna överföra information mellan oss via ett datorsystem så krävs det även att kommunikationen mellan människa och maskin fungerar. Problematiken kring hur användaren kan manipulera datainformation genom gränssnitt och datormodell behandlas i nästa avsnitt.

3.3 ANVÄNDARGRÄNSSNITT OCH DATORMODELL

Val av användargränssnitt och datormodell är viktiga för hur informationsteknologin påverkar användaren och är grundläggande för hur kommunikationen mellan människa och maskin fungerar och upplevs. Användargränssnittet är datorsystemets ansikte utåt och den vanliga användarens väg in till datormodellen och datormaskinen. Örjan Wikforss föreslog "förarmiljö" som ett bättre uttryck än den från amerikanskan översatta termen *user interface* [S7; IT i framtiden i dag].

För att beskriva kommunikationen mellan användare och dator behövs det semantiskt även en "tolk" av datormodellens instruktioner till maskinspråk (fig 3.9). Tolken ligger ofta inbakad i operativsystemet och den är avgörande för hur man kan utnyttja datamaskinen, men vi lämnar tolken och maskinvaran i denna uppsats.



Figur 3.9 Kommunikation mellan människa och maskin

Brister i kommunikationen mellan människa och maskin ger upphov till flera problem. Flera användare har problem med att hantera den nya tekniken och verktygen. Detta kan orsakas av bl a bristande utbildning på systemen, bristande förtroende för datorer eller upplevelsen av konkurrens från dem. Många, speciellt äldre, vill ogärna lämna sitt trygga, kända och etablerade arbetssätt för att börja arbeta med datorer. Det kan vara datorernas stelhet och okänslighet vid kommunikationen mellan maskin och människa. Datorerna känner ej av osäkerhet och tveksamhet från användarens sida och tvingar ofta användaren att följa datorsystemens logik i stället för användarens egna.

Detta kan i många fall minska användarens kreativitet och förtroende för datorer. Man kan få en övertro på systemen om man ej känner till de underliggande 'manuella' rutinerna tillräckligt väl. Det kritiska tänkandet kan gå förlorat och man godkänner resultat bara på grund av att de är datorproducerade.

3.3.1 Användargränssnitt

Den tekniska utvecklingen av datorer är egentligen ointressant ur användarens synpunkt utan det är hur vi styr och arbetar med datorerna som är av intresse. Vi kan dela in vårt sätt att kommunicera med datorer med hjälp av fem generationers användargränssnitt.

Första generationens datorer, bl a svenska BESK (binär elektronisk sekvenskalkylator), från mitten av 1950-talet gick från golv till tak och styrdes med knappar, vippkontakter och oscilloskop via kontrollpaneler. Man körde ett program i taget och fick konfigurera datorn för varje tillämpning. Något media mellan dator och expert-användaren fanns inte och behövdes egentligen inte.

Andra generationens maskinstyrning präglades av satskörning. Specialister i vita rockar skötte datorerna i datorhallar och användarna bokade maskintid för att köra sin sats av data. Datorerna arbetade liknande fabriksmaskiner. Program och indata stansades på buntar av hålkort som kördes in via en kortläsare och efter någon tid kom det en utskrift i retur som förhoppningsvis innehöll det önskade resultatet, men oftare någon kryptisk "error-code". Om resultatet inte blev nöjaktigt fick man köra om med en justerad sats av indata ("batch"). Det uppstod ett stort behov av att kunna kontrollera och följa datorns arbete, för att kunna justera uppkomna fel.

Tredje generations datorer dominerades av fördelning och styrning av datortid. Tidscyklerna i CPU (Central Processing Unit) uppdelades så att processorn kunde fördela tid åt långsamma enheter, såsom kortläsare, skrivare och magnetminnen, och samtidigt arbeta med annat. Operativsystem utvecklades för att hantera alla parallella arbeten (spool=Simultaneous Peripheral Operation On-Line) och då datorerna kunde utnyttjas bättre gavs det större plats för fler användare. På 1960-talet kom skriv-terminaler som gav möjlighet för bättre spridning. Med hjälp av en skrivterminal och ett med programspråk som BASIC kunde en växelvis konversation föras med dator-systemet. En dialog där användaren gav frågor vid kommandoprompten och datorn svarade. Man började kunna köra program interaktivt och på så sätt öka kontrollen och förståelsen.

Fjärde generationens kommunikation karaktäriseras av menysystem. Terminalerna utvecklades från långsamma skrivmaskiner, 10 tecken per sekund, till snabba textskärmar, med över 1.000 tecken per sekund, där stora informationsmängder kunde presenteras nästan momentant. Menyträd och dialogboxar på textskärmarna hjälpte

användaren att förstå vilka kommandon och indata som systemet förväntade sig. Program med menysystem och inmatning av data på formulär blev standardmodellen för hur datasystem byggdes för användare som inte var dataspecialister. Användarna fick hoppa från meny till meny och ofta lärde man in kortkoder för menyförflyttningar utantill och lämnade de omsorgsfullt utarbetade hjälptexterna i menyerna olästa.

Femte generationens användargränssnitt är det grafiska. Det har identifieras med Apple Computer även om mycket av Macintosh-gränssnittet bygger på fjärde generationens menysystem. WYSIWYG (What You See Is What You Get) blev en modeterm i mitten av 80-talet. Resultatet på skärmen skulle återspeglas på skrivaren eller plottern. En rubrik i en text bör visas med rätt typsnitt och storlek på grafikskärmen i stället för med en blinkande färgkod på textskärmen.

Menysystemen utvecklades till direkta manipuleringsystem med pekdon (mus, styrkula, styrplatta, joystick, digitaliseringspuck etc) och användaren kunde utföra kommandon utan att behöva skriva eller söka rätt kommando i menyträd. Att flytta ett dokument med grafiskt gränssnitt görs med en enkel musrörelse. Att jämföras med tredje generationens DOS kommando "`c:>move \doc\brev.txt \projekt\anbud`" som explicit flyttar ett dokument från en folder till en annan. Användaren måste komma ihåg kommandot "move" för dokumentförflyttning och skriva in dokumentnamn (maximerat till 8 tecken: A-Z) med tillhörande folder och vilken adress mottagande folder har.

I femte generationen har skärmen förvandlats till ett skrivbord där olika dokument med text, kalkyler, bilder eller ritningar ligger ("windows") och en hel uppsättning verktyg (program och hjälpsystem) finns för att utföra olika arbeten. Grafiken utnyttjas så att vi t ex i våra 3-dimensionella CAD-system direkt kan se hur kommandona påverkar modellen. Avancerade FEM-program presenterar sina lösningar grafiskt. I filmindustrin kan man nu direkt se resultatet av bildmanipulationer på skärmen.

Mycken möda och forskning har lagts ned på utveckling av användargränssnitt, inte minst med avseende på framtagande av gränssnittsstandarder så att olika program har liknande utseende och beteende. Apple Computer har varit en föregångare med sitt Macintosh-koncept, där alla programutvecklare måste följa vissa standarder och på så sätt erhålligt en enhetlig programmiljö. Microsoft Windows är ett liknade regelverk för PC-DOS. Båda systemen kan liknas med ett skal eller en värd för underliggande program med egna användargränssnitt. De tar inte bara över gemensam systeminformation till tolken om t ex vilka periferienheter (skärm, skrivare, plotter, nätverk mm) med tillhörande drivrutiner som är anslutna, utan ger även utrymme för viss typ av kommunikation och integration programmen emellan, t ex klippbord och postlåda.

Microsoft Windows har en marknadsandel tio gånger större än Macintosh's och är oberoende av hårdvaruleverantör och saknar kompatibilitetsproblem inom PC-världen. Windows lanserades under andra halvan av 1990 och bara under första kvartalet 1991 såldes det 4 miljoner Windows program. Enligt John Walker är kanske *Microsoft Windows framtidens systemgrund och troligen den största händelsen inom datorindustrin detta decennium* [Walker 1991]. IBM och Apple Computer har börjat ett samarbete för att finna en gemensam plattform och en de första produkterna som kan hantera både DOS/Windows- och Mac-miljö är *Power PC*, som Apple Computer introducerade under våren 1994.

Vi har fem sinnen för normal mänsklig kommunikation men det är primärt synen, om än något hörseln, som är det dominerande i användargränssnittet mellan människa och datamaskin. Utvecklingen av vårt sätt att kommunicera med datorer och de hinder som återfinns för varje generation är summerade i *figur 3.10* nedan [Walker 1988].

Generation	Kommunikations sätt	Hinder
Första	Dedikerad konfigurering	Kontrollpanel
Andra	Satskörning med hålkort	Kortläsare
Tredje	Skrivterminal med tidsfördelning	Terminal
Fjärde	Menysystem på textskärm	Menyhierarki
Femte	Grafisk styrning med fönsterhantering	Skärm

Figur 3.10 Fem generationer användargränssnitt

Nästa generation av användargränssnitt är kanske den som utvecklas kring virtual reality (se kap.3.1.3). I den illusoriska verkligheten arbetar man för närvarande med att inkludera sinnena hörsel och känsel aktivt. Ljudsignaler hjälper till att orientera och varna för annalkande föremål. Ljudsignalerna är i stereo och förflyttar sig logiskt med kompensation för huvudrörelser. Känselimpulser via datorhandske eller kroppsstrumpa förmedlar kontakten med föremål i datorrymden. Utvecklingsarbetet går mot att försöka inkludera upplevelsen av temperaturskillnader och vinddrag och varför inte också smak- och luktförmimmelser.

Vi lever i en tredimensionell värld och för att skapa någorlunda trovärdiga modeller av verkligheten behöver vi rymdmodeller. Uppenbara problem uppstår att konstruera datoriserade rymdmodeller via en skärm. Att skapa 3D via 2D. Vi måste vrida och vända på vår modell och samtidigt kunna se den från en rad vinklar för att kunna orientera oss på skärmen. Vad vore mer naturligt än att lämna skärmen och "gå in i de illusoriska verkligheten" för att kunna bygga rymdmodeller? Användargränssnitt på engelska heter "user interface" och har sitt ursprung från fjärde generationens textskärm som var datormaskinens ansikte eller yta utåt. Med virtuell verklighet kan man gå under ytan och arbeta mer direkt med datormodellen.

3.3.2 Datormodell

Det är inte bara användargränssnittet utan i minst lika hög grad den underliggande datormodellen som bestämmer hur ett datorsystem upplevs av användaren. Datormodellen avgör hur användarens manipulationer genom användargränssnittet kommer att behandlas. Jag skulle vilja likna det med en bil. För att kunna bedömma en bils egenskaper tar man reda på underliggande fakta om motorvolym, fram- eller bakdrift, ABS-bromsar, luftkudde etc, och inte bara hur ratt, pedaler och instrument är utformade.

Alla datorsystem och program bygger på en datormodell. En datormodell är en uppsättning elementära datastrukturer som tillsammans definierar informationsstrukturen. Relationsdatabaser följer en egen väldefinierad grundstruktur och objekt-databaser följer en annan. Denna modell kan aldrig bli lika detaljerad som den verklighet den vill beskriva. Man får inbyggda generaliseringar och systemutvecklare tvingas till kompromisser. Datormodeller har en tendens att bli begränsande och styrande för användaren och detta är speciellt tydligt vid dedicerade eller integrerade system. Enligt Jerker Lundequist: *"datortekniken är inte tekniskt och funktionellt neutral"* [Lundequist 1985].

Mina erfarenheter under 80-talet är att många av programmerarna har varit utan högre utbildning i systemvetenskap och bland säljare och kunder har datorkunskaden varit svagt. Det har varit en okunnighetens "hästmarknad" inom datormarknaden. Man har bedömt programvarorna efter deras användargränssnitt och "sexighet". Alltför många program är idag mycket dyra att underhålla då bristande systematik och dokumentation har rått under programutvecklingen. Det är inte ovanligt att det är bara originalprogrammeraren som kan utföra modifikationer om inte en rad följdfel skall uppstå. Det är lätt att bygga "ryggsäckar" - dåligt integrerade programprocedurer som definierar variabler som redan finns i systemet - på existerande program. Dessa ryggsäckar slöar ner programmet och det kan bli hart när omöjligt, vid uppdateringar, att finna alla besläktade variabler i alla ryggsäckar om de inte har följt någon global systemstrategi.

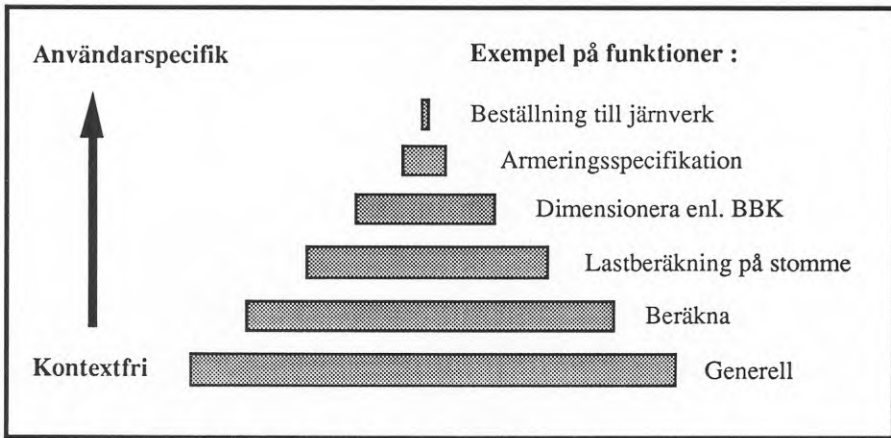
Kontrollen vid systemutveckling är många gånger dålig. I den datorvärld som programmeraren bygger upp är han den suveräna skaparen och domaren. Varken en president, general eller regissör har under vanliga betingelser den frihet som programmeraren har vid skapandet av ett system. Vi måste försöka följa den väg programmeraren har tänkt att användaren skall gå och kunna ge de indata i rätt form som behövs på vägen. Utvecklingen av användargränssnitt har gjort det något enklare för oss användare att förstå den underliggande datormodellen och förbättrat våra möjligheter att manipulera den. Att kunna förstå och följa en annan människas tankar kan vara svårt och många upplever datorer svåra just därför. Andra finner ett nöje i att

följa programmerarnas tankebanor och ett exempel på detta är s k "adventure games".

Dagens datorsystem sägs ofta arbeta likt en dialog. Systemen arbetar interaktivt med ett växelspel mellan användarens instruktioner och frågor och systemets delresultat och förväntade indata. Mera fragmentiserade indata hjälper användaren att bättre förstå hur datormodellen är byggd och hur man kan manipulera sig fram i den. Men är detta en kommunikation? Autodesk's grundare John Walker tror att dialogformen är missledande: "When you're interacting with a computer, you are not conversing with another person. You are exploring another world" [Walker 1988]. Datorn har givits mänskliga egenskaper den ej äger och inspirerar systemutvecklare att bygga system baserat på ett fantasibeteende (se avsnitt 3.1.9). Detta ger datormodeller som är svåra att hantera och förstå. Val av en datormodells begrepp, dess begränsningar och hur den arbetar, påverkar användarens förståelse och borde bättre deklarerars. *Det tas för liten hänsyn till val och utformning av datormodeller.*

Informationsteknologi är ett hjälpmedel för att uttrycka erfarenheter och upplevelser mellan människor. Datorsystem bör vara en plattform som vi kan bygga våra kommunikationsmeddelanden på. På samma sätt som med telefonen, en annan artefakt för kommunikation, vill vi formulera önskat budskap utan några större hinder. Vad vi behöver är generella system där vi kan arbeta användarspecifikt. *Praktiken visar att icke dedicerade datorsystem är de som rönt störst acceptans*, så som ordbehandling, kalkylprogram ("spread sheet") och CAD - där användaren själv bestämmer vad som skall skrivas, beräknas eller ritas. Med samma ordbehandlingsprogram kan vi välja att skriva avtal, poesi eller personliga brev. *För att datorsystemet inte skall vara hindrande för användaren bör datormodellen vara så generell och öppen som möjligt.*

Alla datormodeller innehåller en rad verktyg på olika nivåer för att lösa olika uppgifter. Det kan vara generella verktyg som att sortera, addera eller spegla till mera specifika beroende på uppgift. Vid större eller mera dedicerade uppgifter skapas ibland verktyg som förväntar användaren att följa en utstakad väg. Verktyg i form av större programprocedurer tvingar användaren att förstå och följa de antagande som programutvecklarna har byggt datormodellerna på. De konceptuella modellerna kan upplevas hindrande om användaren tappar något av sin yttrandefrihet för att integrationen skall fungera. Ett datorsystem bör vara så lite styrande som möjligt och likna vårt eget sätt att arbeta. Exempelvis så startar vi med ett tomt ark papper, beslutar vad som skall utföras och ser vilka hjälpmedel som står till buds. Vi söker oss successivt djupare in i problemet och behöver olika verktyg beroende på nivå. *En datormodell som från början är generell men där användaren kan bygga upp önskad information med hjälp av verktyg med ökande specialistfunktion, skulle likna vårt eget sätt att arbeta (fig.3.9).*



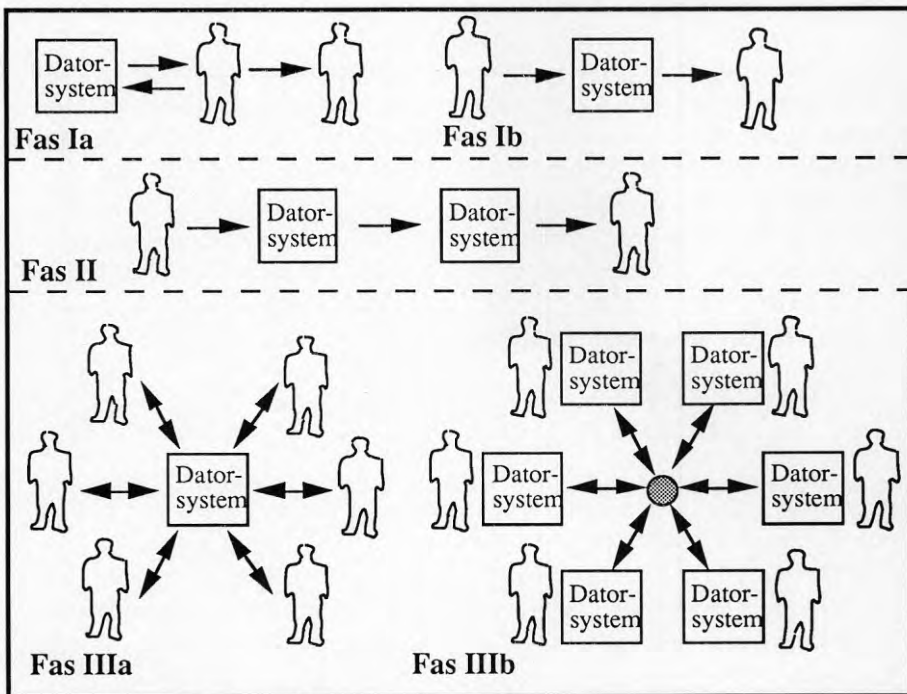
Figur 3.9 Datormodell med ökande specialistfunktioner

En datormodell som är kontextfri, men där användaren kan uttrycka sig efter egna idéer, är en förutsättning för att IT skall kunna närma sig det konstnärliga skapandet. Samtidigt är det viktigt med utveckling av programverktyg så att datorarbetet kan bli effektivt. En svårighet är att utveckla verktyg som inte hämmar användarens kreativitet och individualitet. Nästa kapitel behandlar IT-utvecklingen.

4 IT-UTVECKLING I BYGGSEKTORN

Dagens utveckling av informationsteknologi präglas av kommunikation, integration och standarder. I det föregående kapitlet har datorn behandlats som ett verktyg. Ett redskap bland andra för att ta fram information eller skapa uttryck som behövs vid mänskligt samspel (*fig.4.1 Fas Ia*). IT fungerar som ett stöd vid kommunikationen mellan två personer, där sändaren kan skapa ett budskap som mottagaren kan ta del av på någon utskrift eller på en datorskärm (*fig.4.1 Fas Ib*).

En stark trend inom IT idag är att ta emot sändarens budskap direkt in i datorsystem så att mottagaren skall kunna behandla informationen vidare (*fig.4.1 Fas II*). IT utvecklas från att vara ett kommunikationsstöd mellan två personer till att vara ett forum för flera parter. Integrerade datorsystem syftar till att foga samman olika verksamheter och personer under samma värdsystem (*fig.4.1 Fas IIIa&b*). Information som skapas av en person kan återanvändas av flera och på så sätt ökas produktiviteten. För att information skall kunna förstås utan mänsklig komplettering utvecklas standarder. Standarderna bör fungera så att en mottagare kan ta del av datortillverkade budskap utan kännedom eller speciell medverkan från sändaren. Så t ex identifieras ett fönster genom koden 355.1 enligt BSAB-systemet.



Figur 4.1 Faser i IT-utvecklingen

Specifikt för byggsektorn är bl a dess komplexa natur och dess mångfald av aktörer. Byggprocessen producerar mycket information och det krävs system och rutiner för kommunikation och informationsöverföring. Det finns fördelar med att understödja kommunikationen med informationssystem och speciellt då integrerade system. Besparingar i resurser, tid och pengar kan ofta uppnås med digital informationsöverföring mellan aktörer i byggprocessen, då mycket av informationen är för dem gemensam. Inom byggsektorn har informationsteknologin utvecklats till en industri med en betydande marknad. Datorer och program utvecklas i snabb takt för att svara mot informationssamhällets växande datamängder och önskemål.

Investeringsgraden i nya byggproduktioner är för närvarande låg, arbetslösheten bland tidigare verksamma inom byggsektorn är hög och i spåren av företagskonkurser har nya fastighetsförvaltare vuxit fram. Det kan konstateras att *under den aktuella "bygg- och bankkrisen" har koncentrationen förskjutits från projektering & produktion till planering & förvaltning*. IT-utvecklingen speglar till en viss del det förnyade intresset av förvaltning och av samhällsinfrastruktur. Genom utvecklingen av GIS-system och av IT i boendet kan vi förstå att byggnaders läge och grannskapet får ökad betydelse.

4.1 INTEGRATION

Integration betyder enligt Svenska Akademiens ordlista: "att sammanföra till en helhet". I denna uppsats syftar detta på att minska uppsplittringen av byggprocessen såväl som önskan att koppla ihop olika informationssystem. Detta avsnitt tar först upp de särdrag byggsektorn har som ger speciella förutsättningar för en integration och sedan behandlas de standardiseringsarbeten som har utförts för att underlätta kommunikation och integration. Integrerade system kopplar ofta samman olika arbetsmoment som traditionellt utförs av olika aktörer. Man kan alltså få förändrade arbetsroller eller nya arbetssätt då man tar integrerade system i bruk. *Ansvarsfördelning och organisation kan bli ändrad på grund av IT-integration.*

4.1.2 Byggsektorns särdrag

Byggprocessen har vissa särdrag, relativt andra sektorer inom industrin, som gör att informationsproblemen är många och svåra att lösa:

- Byggnader har lång livslängd och är bundna till sitt läge och sina huvudfunktioner. Planeringen av en byggnads utformning, funktioner och övriga egenskaper måste ske för ett långt tidsperspektiv.

- Byggprocessen är i sig komplicerad och svåröverskådlig. Den omfattar en stor mängd olika intressenter och aktörer med ibland motstridiga intressen.
- Byggbranschen är känslig för efterfrågan på marknaden och speciellt gäller detta nyproduktion. Den befintliga mängden byggnader är så mycket större än det relativt obetydliga årliga nytillskottet. Små variationer av efterfrågan på lokaler ger stora konsekvenser för dem som arbetar inom byggsektorn.
- Byggnader skiljer sig vanligtvis från varandra. I första hand för att omgivande miljö, med sina speciella krav, är unik. I andra hand för att kraven och behoven för byggnaderna sällan är desamma och i tredje hand för att beställaren kanske vill få uttrycka sin individualitet i byggnaden. Detta hindrar automation och optimering i byggandet. Det kan även vara svårt att bedöma värdet av erfarenhetsåterföringen från ett bygge till ett annat, då nästa projekt alltid skiljer sig något från det förra.
- För varje nytt projekt samlas ett ny grupp aktörer och nya arrangemang måste göras. Det är inte många beställare som bygger frekvent och därför är de ofta oerfarna. Detta leder till stora krav på informationshantering mellan parterna och samordning.
- Utveckling och forskning inom byggindustrin ger nya byggmaterial och byggmetoder. Antalet komponenter i en byggnad har ökat markant under de senaste decennierna. Vi har mer komplexa byggnader än tidigare vilket ökar samordnings- och informationsbehoven.
- De flesta byggprojekt är mindre (100 till 2000 m²) vilket gör att tid och ekonomi ofta är pressad. Utrymmet för att experimentera med datorstöd i byggprocessen är ofta begränsat.

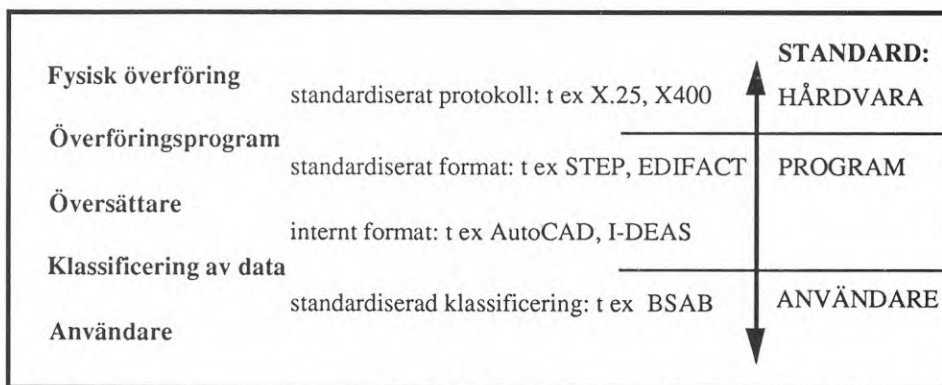
Sammantaget ger byggsektorns särdrag speciella krav på eventuella informations- teknologiska ansatser.

4.1.2 Kommunikation och standarder

Personer och dataprogram från olika ursprung (t ex länder, branscher, företag) benämner samma data olika, vilket komplicerar kommunikationen. Att ha en gemensam systematik är grundläggande för t ex informationsutbyte, förståelse och juridik. Intresset av en branschgemensam klassificering ökar med behovet av att förbättra informationsflödet genom hela byggprocessen, från utredning till förvaltning, och med ökad datorisering.

En allt för rigid standardisering kan motarbeta byggbranschens ständiga utveckling och förändring. En förändring som inte är minst viktig för arkitekten, där kreativitet och nyskapande för form och funktion hos arkitekturen är en del av arkitektyrkets utmaningar. *En standardisering behövs men på byggsektorns speciella villkor.*

Digital datakommunikation mellan olika datorsystem kräver överenskommelser och gemensam standardisering på tre plan; dator-, program- och användarnivå (fig.4.2).



Figur 4.2 Datakommunikation uppdelad på dator-, program- och användarnivå

Den fysiska överföringen mellan datorer bygger på en fysisk koppling och ett kommunikationsprogram. Överföringen av data kan digitalt ske genom datanät, telenät, radiovågor, laseroptik, disketter, satellit etc. Kommunikationsprogram hanterar data-information via olika protokoll som är anpassade för olika datorsystem. Idag finns teknik att överföra datafiler mellan de flesta datamaskiner.

Kommunikation på programnivå fungerar idag så att ett program genererar en datafil med information som ett annat program sedan läser in. För att överföra datafiler emellan två program kan man antingen utnyttja programsystemens interna format, en direktöversättare eller ett standardiserat format. Är de två programmen av samma märke kan man utnyttja interna format. Kommunikation emellan olika program kan ske via

direktöversättare eller via standardiserade format. Ett standardiserat format är ett neutralt filformat som det första programmet kan generera och som det andra programmet kan läsa och konvertera till sitt egna filformat. Om det finns en gemensam databas för flera olika applikationer, kan man överföra information via interna eller standardiserade gränssnitt till databasen. Kraven på ökad integration och mångfalden av olika program gör att behovet av standardiserade format och programgränssnitt är stort.

Den tredje delen, och den politiskt svåraste för en fungerande informationsöverföring, är att enas kring klassificering av data och nomenklatur. Intresset för att hitta gemensamma littereringssystem inom byggbranschen började långt före utvecklingen av informationsteknologin.

De första ansatserna att finna en svensk branschgemensam systematik började redan under 1930-talet. Samarbetskommittén för Byggnadsfrågor, SfB, grundades på 40-talet och publicerade år 1950 Sveriges och världens första branschgemensamma klassifikationssystem, SfB-systemet. Behovet av klassificeringssystem var stort i Europa under 50-talet, inte minst pga återuppbyggnaden efter andra världskriget. I slutet av 50-talet förklarade Sverige sig villigt att överlåta SfB-systemet till Internationella Rådet för Byggnadsforskning och Bygginformation, CIB. Svensk Byggtjänst övertog för CIB's räkning den internationella administrationen av SfB-systemet.

Byggandets Samordning AB (BSAB) bildades i början av 70-talet och utarbetade ett klassificeringssystem för byggbranschen. Anledning var att installationssidan hade blivit mer komplex och stod för en större del av kostnaderna än under 40-talet. Det nya BSAB-systemet år 1972, med utökad plats för installationssidan, kom att ersätta det närbesläktade SfB-systemet. BSAB's verksamheter överfördes till Svensk Byggtjänst år 1976. Svensk Byggtjänst blev ägare och förvaltare till BSAB-systemet och för AMA (Allmän Material- och Arbetsbeskrivning). Svensk Byggtjänst tog även ansvaret år 1985 att utarbeta regler för klassificering av allmänna kunskapsdokument, dvs metoder för att systematisera bibliotek med tillhörande klassificering och kodning av böcker och andra skrifter liksom för systemering av litteraturdatabaser [BSAB 1987]. Arbetet har resulterat bland annat i BYGGDOK och byggekatalogen SBIV (se avsnitt 3.1.6 - 7).

Internationella försök att hitta gemensam systematik görs men det är politiskt svårt då de flesta redan har sina egna klassificeringssystem som bygger på nationell praxis. I de flesta fallen är fortfarande SfB-tabellerna de internationellt gällande för rums- och byggdelsbeskrivning. CIB Master List 1983 och UDC (Universal Decimal Classification) accepteras i många länder för sortering av bygglitteratur och dokumentation. ISO/TC59/SC13 är en internationell arbetsgrupp inom ISO (International Standards Organisation) för en gemensam standard för klassificering av information inom byggindustrin. EPIC (European Product Information Co-operation) arbetar fram en byggprodukt-databas standard. EDIFACT Board Message Development Group 5 (MD5) rekommenderar EPIC's klassificering av byggdelsgrupper. MD5 är en arbetsgrupp

under FN som utvecklar standarden EDIFACT för EDI-meddelanden inom byggsektorn [ISO 1993]. EDI (Electronic Data Interchange) är elektronisk överföring av ekonomisk och administrativ information. Enligt Carl-Erik Brohn, Skanska Data AB, möjliggör EDI en internationell anbudsfråganing via elektroniska anslagstavlor och inom EG finns det långtgående planer att lagreglera så att större anbud kommer medlemsstaterna till känna via EDI [S7; IT i framtiden i dag].

DK Bygg (Datakommunikation inom byggsektorn) är en svensk arbetsgrupp, ledd av Svensk Byggtjänst, som syftar till att etablera en enhetlig datakommunikation inom svensk byggindustri. DK Bygg-formatet bygger på den internationella EDIFACT-standarderna [Svensson 1991]. Enhetliga överföringsformat underlättar bl a elektronisk post, elektroniska inköp och mängdöverföring. År 1984 togs en branschöverenskommelse, som initierades av SBUF och de större mängdtagningssfirmorna, gällande formatet för teleöverförda mängdförteckningar i Sverige [Bergvall 1985].

NICK (Neutral Intelligent CAD-Kommunikation) är ett svensk initiativ att skapa ett neutralt filformat för att underlätta kommunikation emellan olika CAD-program. NICK syftar även till att skapa en standard för hur byggdelar struktureras och klassificeras. Många av idéerna i NICK är utvecklade under MCAD-projektet (se avsnitt 3.1.1). Projektet finansieras av BFR, SBUF och ett 10-tal medverkande företag, som representerar ett brett kunnande inom både CAD, projektering och byggproduktion [Tarandi 1991].

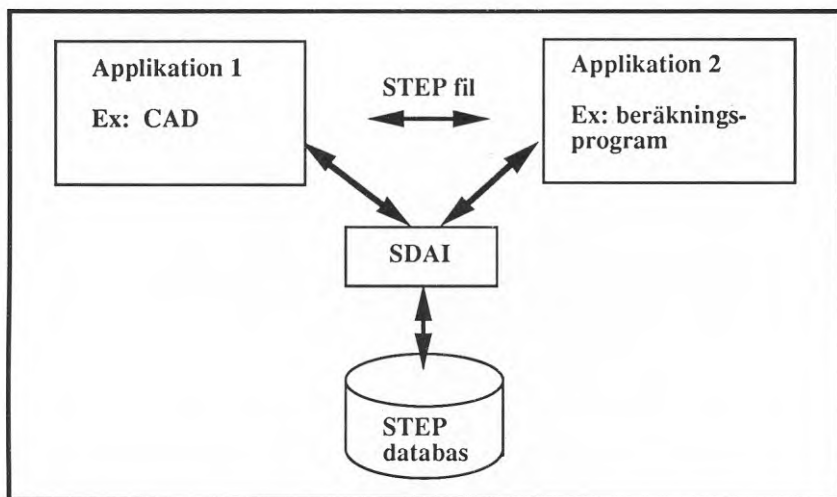
Idag används flera olika filformat för att överföra produktdata emellan CAD/CAM-system. Det mest spridda är den amerikanska standarden IGES (Initial Graphics Exchange Specification). Den fungerar bra för linjer, kurvor, text och lager men inte särskilt bra för typsnitt, färg, måttsättning, block, referensfiler, parametrik och svenska tecken. Tyska bilindustrin har länge arbetat efter VDAFS (VDA-Flaschen-Schnittstelle) för ytmodeller. De har även VDAIS (VDA-Iges Subset) som är en vidareutvecklad del av IGES. Franska bil- och flygindustrin arbetar efter SET (Standard d'Echange et de Transfer). Inom PC-världen är det av Autodesk (AutoCAD's tillverkare) definierade DXF (Data eXchange Format) rådande. Dessa standarder lider alla av begränsningar vad gällande funktionalitet och tillförlitlighet. En mera genomarbetad och enhetlig standard behövs. ISO avser att samtliga dessa format kan ersättas av STEP (STandard for the Exchange of Product data) [ISO 1993]. Inom byggindustrin i England har man antagit DXF, enl. rekommendationer från bl a National Economic Development Council den 15 nov 1989, i väntan på STEP. PDES (Product Data Exchange Specification) var en amerikansk variant av STEP men de har nu inordnats under STEP (fig 4.3).

IGES	ritningar och modeller	amerikansk
DXF	ritningar och (enklare) modeller	Autodesk
VDAFS	ytmodeller	tysk
VDAIS	"städad" IGES	tysk
SET	ritningar och modeller	fransk
NICK	ritningar och modeller	svensk

Figur 4.3 Dagens standarder för CAD/CAM-filöverföring

STEP är en internationell standard för hur en produkt skall beskrivas. Det handlar typiskt om geometri, attribut, struktur, beräkningsdata och tillverkningsdata. Standarden berör i nuläget endast mekaniska produkter men kommer efterhand även innefatta produktbeskrivningar i andra områden såsom elektronik/elektricitet, processindustri, geografi, skeppsbyggnad, arkitektur/byggnadsindustri etc. Arbetet att ta fram STEP började i mitten av 1980-talet och bedrivs inom ISO, med hjälp av en rad arbetsgrupper. Arbetsgrupperna definierar de generiska modeller, för olika industri-sektorer, som bildar s k Application Protokoll, AP. Ännu våren 1993 var ingen ISO-arbetsgrupp grundad för att utarbeta ett byggsektorpassat AP. Den första mekanik-versionen (Draft International Standard) av ISO-STEP blev färdig i februari 1993 och icke mekaniska industriområden bedöms vara tillgängliga under 1995. Enligt Lars Celanders tros *STEP vara den dominerande standarden under den senare delen av 1990-talet* [Celanders 1991].

Syftet med STEP är att skapa en infrastruktur för en öppnare och bättre integrerad produktframtagningsprocess, för att på så sätt öka produktiviteten. STEP innehåller dels ett systemneutralt filformat, för att flytta produktdata mellan olika CAD/CAM-program, liknande IGES, DXF m fl. Och dels vill man definiera en logisk produkt-databas med ett standardiserat gränssnitt. Genom att kunna beskriva produkt och produkt-databas standardiserat kan databasen bli tillgänglig för alla applikationer med STEP-gränssnitt, oberoende av programleverantör. En användare kan utan särskilda åtgärder överföra data mellan olika CAD-system som är anpassade till gränssnittet. STEP styr inte hur databasen är tekniskt uppbyggd eller hur databasen hanterar produktdata utan STEP definierar databasen logiskt i begreppsmodeller med språket EXPRESS. Kommunikation med databasen ska ske via STEP-filer eller genom gränssnittet Standard Data Access Interface, SDAI (fig.4.4).



Figur 4.4 STEP-konceptet för datakommunikation

Om SDAI slår igenom kommer CAD-systemen att förändras. Begrepp och datastrukturer kommer mer att likna de STEP-standarderna används. Finesser som är unika för ett CAD-system förloras i värde. Systemen blir alltmer utbytbara och konkurrerar mer med pris och användarvänlighet. *I förlängningen kommer CAD-systemen bli en editor för en STEP-databas* [Celander 1993].

Standarder har stora fördelar bl a för att kunna återutnyttja tidigare lagrad information och behoven av att knyta flera användare samman till integrerade system. Nackdelar finns dock då de är hämmande för utveckling och individuella tolkningar. En speciell fara finns med STEP-standarderna då samma koncept och ansatser försöks göra gällande över flera industrisektorer. STEP har initierats och utvecklats speciellt inom verkstadsindustrin. Med hänsyn till byggsektorns särdrag (se avsnitt 4.1.2) tappas mycket viktig information om man vill likna byggprocessen vid en mekanisk tillverkning. Verkstadsindustrins produkter massstillverkas och saknar ofta tilltänkt läge (ex bil). Om STEP-standarderna tillämpas i byggsektorn som den är idag kommer det mesta gällande omgivande faktorer, brukar funktioner, förvaltnings aspekter - för att inte tala om de arkitektoniska värdena - att saknas. STEP-standarderna kanske enbart blir möjligt att använda under produktionsfasen. *Generellt kan man konstatera att de flesta standarder som finns inom byggsektorn idag är dåliga gällande form, brukande och omgivande miljö - vilket är en stor svaghet för arkitekter och fastighetsförvaltare.*

4.2 INTEGRERAD CAD

Att länka CAD med andra program eller att integrera programsystem med CAD som en delkomponent kan ge kraftfulla lösningar. Det finns många exempel på framgångsrika lösningar då CAD-ritningens information direkt överförs till exempelvis beräknings-, kalkyl-, visualiserings-, databasprogram.

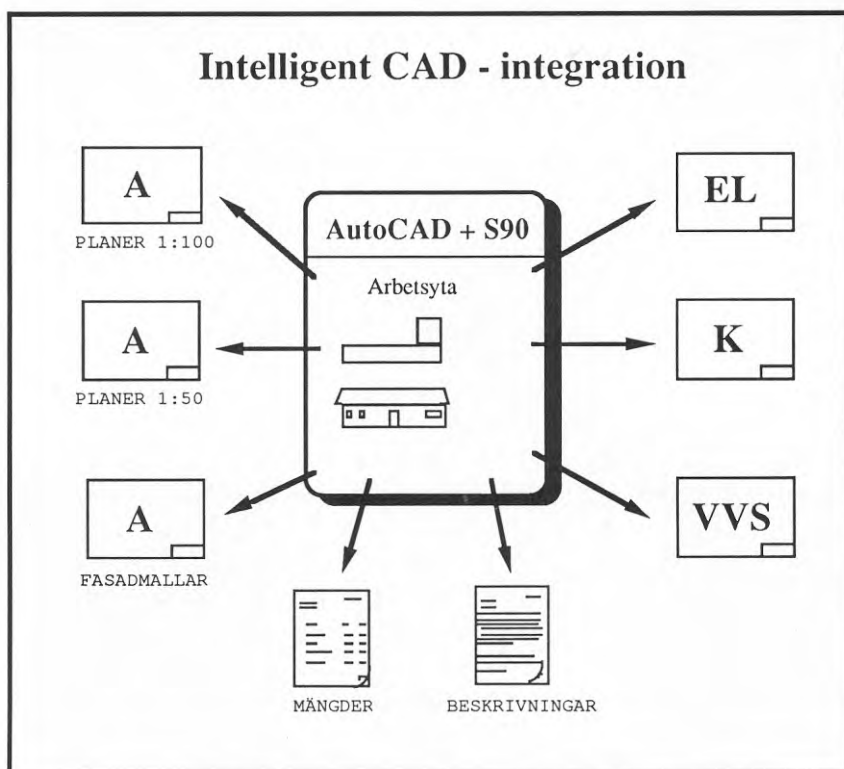
Integrering av CAD med andra program har blivit vanligare. Datorsystemen utvecklas till att vara en plattform för kommunikation mellan flera personer. Information som skapas av en person kan återanvändas av flera och på så sätt ökas produktiviteten. Inom den tekniska industrin spelar CAD en viktig roll vid system-integrering. *Trenden fortsätter - från att välja CAD-system som en fristående enhet - till att välja CAD som en komponent i ett integrerat informationsflöde.*

Nedan följer ett exempel där byggmetoden passar väl för att utnyttja fördelarna med integrerad CAD. Byggmetoden, som är utvecklad av Skanska, bygger på ett mycket strikt modulsystem med genomarbetade baslösningar. Stor frihet skall finnas i fasadutformning och materialval. Kombinationslösningar mellan olika basmodeller kan göras i mycket stor omfattning. Det är ett långt drivet industriellt byggande med prefabricerad betongstomme med hög förädlingsgrad som gör projekterings- och byggtid kort och därigenom priset konkurrenskraftigt. Enligt Åke Lundgren, Skanska, ger det "en god bostad till en låg kostnad".

Det fungerar praktiskt så att man bygger ihop sitt hus med hjälp av fördefinierade moduler, ungefär som man som liten byggde hus av Lego. Man kan välja mellan en rad typläggningar av olika storlekar. Lägenheten har inga bärande innerväggar utan hyresgästen erbjuds en yta med ett antal varianter av planlösningar. Planlösningarna är genomarbetade av arkitekter för olika typer av hyresgäster; t ex pensionärspår, ensamstående med barn eller motorburen ungdom. Valet av lägenhetslösning påverkar inte fasadutformning eller installationslösning, då alltid installationerna ligger vid entrén. Därför kan man välja trapphus, hisschakt, fasadutformning, fasadmaterial mm ur modullistan.

En byggmetod som ovan, med relativt begränsat antal byggdelstyper, passar väl för att skapa ett datorsystem kring. Skanska har tagit fram ett speciellt integrerat CAD-system, S90, som stödjer hela projekteringen. Med S90-systemet kan entreprenören tillsammans med beställaren ta fram en modell på hur fastigheten kan se ut efter beställarens önskemål. Vid överenskommelse kan underlag för bygghandlingar snabbt produceras av systemet. Man kan ta ut arkitekt- och konstruktionsritningar, men även installationsritningar för el och VVS ur programmet. Mängdlistor kan skapas och även överföras vidare in till kalkylprogram (t ex Byggprogrammet som beskrivs närmare i nästa avsnitt) för budget och produktionsplanering. Beskrivningshandlingar kan även

automatisk genereras. Informationen om varje modul återanvänds omsorgsfullt vid skapandet av bygghandlingarna (fig.4.5).



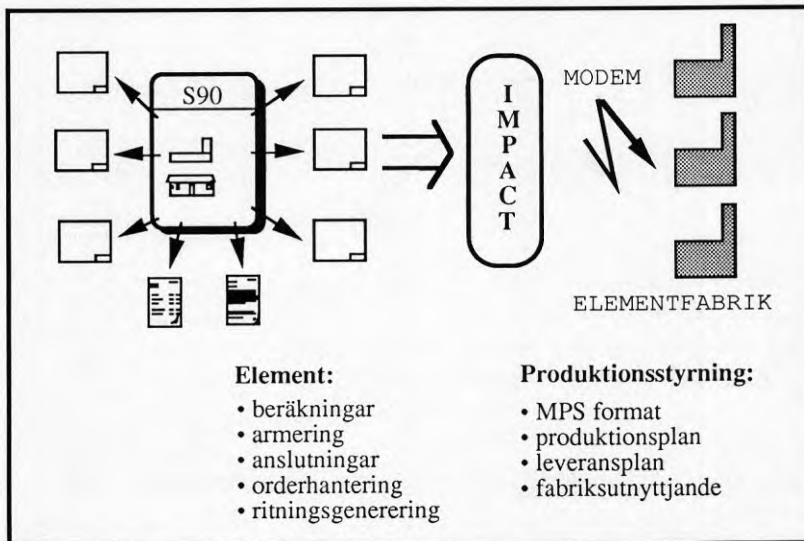
Figur 4.5 Exempel på integrerad CAD - generering av bygghandlingar

Skanska har byggt ca. 500 lägenheter (1993), främst i Mellansverige, efter S90-konceptet. Bygghandlingarna tillsammans med det integrerade CAD-systemet ger ett kraftfullt konkurrenspaket för entreprenören. En stor del av ingenjörskunnandet finns inbyggt i systemet. Alla hållfasthetsberäkningar och detaljutformningar är lösta för olika kombinationslösningar. Anslutningsdetaljer för elementen och för olika fasadbeklädnader är även lösta. Arkitekternas lägenhetsplaner ligger lagrade i systemet. *En projektering kan genomföras utan att engagera arkitekt eller konstruktör i någon större grad!*

Om man länkar S90-systemet med ett annat Skanska system, *Impact*, så kan man koppla projektering direkt till produktionen av byggelement. *Impact* läser av vilka moduler som finns i S90 för byggnaden och skapar order- och tillverkningshandlingar för elementen. Armeringsritningar kan genereras för varje element med hänsyn till anslutningar och håltagning. Tillverkningsritningarna bygger på Skanska Prefabs

arbetsätt med deras symboler för ingjutningsgods, typändar och anslutningsdetaljer etc.

Med hjälp av det elektroniska inköpssystemet i Impact kan en order på byggelement överföras direkt via modem till elementfabrikens produktionsstyrning. Ordersystemet gör att den bäst lämpade elementfabriken kan få beställningen. Antingen ur produktionsbelastningssynpunkt eller om en fabrik är speciellt inriktad på tillverkning av vissa prefabelement, t ex håldäckselement. Tack vare att formatet på order- och tillverkningshandlingar är direkt anpassat till Skanska Prefab, kan data ur dessa överföras till fabriken material- och produktionsstyrsystem, MPS, utan vidare behandling. Produktions- och leveransplaner kan styra klippning, bockning och ingjutning av armeringsjärn i element efter önskemål direkt från S90. Projekteringen är integrerad med produktionen (CIC, Computer Integrated Construction). Ovan exempel visar IT-länkar ända från arkitektens utformning av huset till klippning och bockning av armeringsjärn (fig. 4.6).

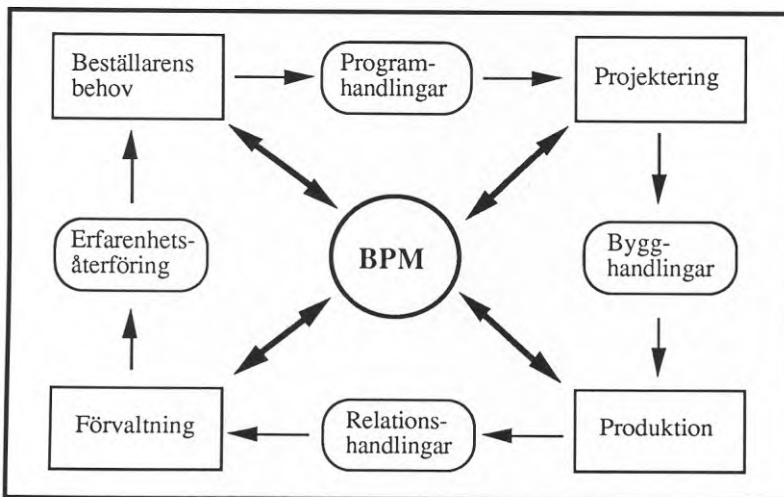


Figur 4.6 Integrerad CAD - från projektering till elementproduktion

Fördelar med långtgående CAD-integration, som i exemplet ovan, är bl a låg produktionskostnad. Dock bör det beaktas att byggandet blir mera stereotyp - jämför miljonprogrammets funktionsrationella byggmetoder - och vad det betyder för samhället och arkitekturen återstår att se. Att vi idag kan bygga "expertsystem" där arkitekt- och konstruktörskunnandet ligger inbyggt bör även ge en larmklocka att engagera sig i IT-utvecklingen!

4.3 BYGGPRODUKTMODELLER

Byggproduktmodeller är ett samlingsbegrepp över olika hjälpmedel för att strukturera och hantera information i byggprocessen [Keijer et al 1994]. Det finns många sätt att göra modeller av ett byggnadsverk och över processen för dess tillblivelse. I en byggproduktmodell kopplas inte information till ritningar utan informationen struktureras efter byggnadsverkets komponenter eller byggprodukter. Information lagras så att den är anpassad och tillgänglig för flera funktioner och aktörer under byggprocessen. Byggproduktmodellen, BPM, syftar till att effektivisera byggprocessen genom att vara den samlade informationsbäraren för hela byggcykeln (fig.4.7).



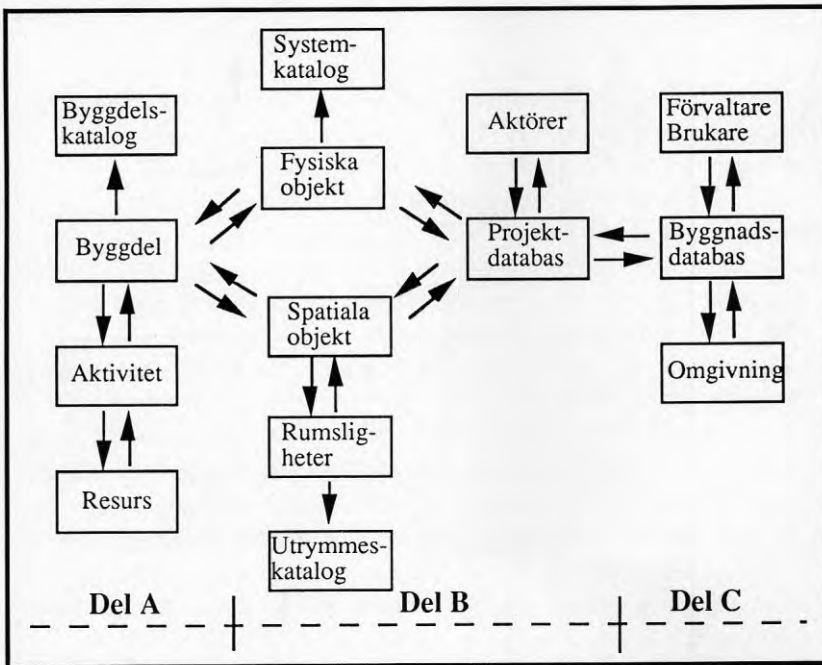
Figur 4.7 Byggproduktmodell i byggcykeln

En byggproduktmodell kan se helt olika ut beroende på förutsättningarna. Varje modell har följande förutsättningar:

- ett syfte
- en utgångspunkt
- en detaljeringsnivå

Syftet för en byggproduktmodell kan t ex vara ekonomisk, administrativ, produktions-effektiv etc. Utgångspunkten varierar bl a beroende på vad som skall modelleras; en del av eller hela byggprocessen, det tänkta eller det byggda byggnadsverket, med eller utan brukare och omgivning etc. Utgångspunkterna varierar även beroende på vilka vyer som skall tillgodoses; t ex vy från arkitekt, byggladare, förvaltare etc eller olika systemvyer som byggnadsverk-brukare, byggnad-omgivning, boende-grannskap etc.

Det finns flera olika förslag på hur en byggproduktmodell bör struktureras [Turner 1988, Svensson 1991, Björk 1993 etc]. Byggindustrin är speciell jämfört med andra industrier, vilket gör den mycket svår att modulera. Förutom problem med komplexitet, lång livslängd och föränderligt användande och olika omgivningsfaktorer etc (se avsnitt 4.1.2), kan en byggnad beskrivas från två helt olika synsätt - en spatial/funktionell eller en fysisk/teknisk syn. Byggnaden kan beskrivas med hjälp av rum och lägen men även genom byggnadselement som väggar och bjälklag. Vissa aktörer ser bara den ena delen medan andra tar häsyn till båda aspekterna. Det finns många varianter av byggproduktmodeller bl a på grund av byggproduktens dubbla natur. Kjell Svensson på Byggnadsstyrelsen har arbetat fram en principskiss på hur en byggproduktmodell kan struktureras (figur 4.8) [S4; Byggproduktmodeller]. Jag har delat in modellstrukturen i tre delar A, B & C där del B främst används under projekteringen, del A under produktionen och del C under förvaltningen.



Figur 4.8 Principskiss av en byggproduktmodell [Kjell Svensson]

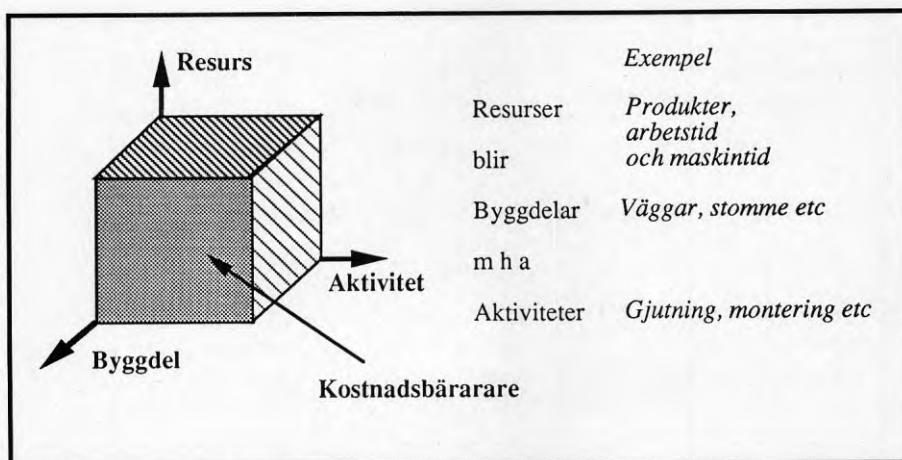
Första generationens byggproduktmodeller började utvecklas år 1986 och hade som mål att kunna verka under hela byggprocessen och stödja alla inblandade. Svårigheter att skapa fungerande datastrukturer för att omfatta en så komplex och datarik process som byggprocessen, har dämpat pionjärandans entusiasm vad gäller tron att finna en totalmodell som alla aktörer kan enas kring (fig.4.1 Fas IIIa). Efter år 1991 har

forskningen riktat in sig på en mera dynamisk syn på byggproduktmodeller som kan anpassas till användarens specifika behov och till teknologins förändringar. Dagens forskning kretsar kring funktionsspecifika delmodeller ("aspect models") med en gemensam kärna, t ex EU-projektet COMBINE (fig.4.1 Fas IIIb). Utvecklingen inom datateknologin med objektorienterad programmering, rambaserade databaser och begreppsmodellering påverkar utvecklingen av BPM. Även utvecklingen av produktdatastandarden STEP som började i mitten av 1980-talet har haft stor betydelse för forskningsområdet kring byggproduktmodeller [Björk 1993].

Vid sidan av forskningen på byggproduktmodeller pågår det industriprojekt där informationsöverföringen sker via produktmodeller. De produktmodeller som framgångsrikt används i industrin är alla behäftade med kraftiga förenklingar gentemot de modeller forskningen eftersträvar. Jag vill dock belysa några exempel på industri-tillämpningar av BPM, eftersom de även ger fingervisningar om BPMs begränsningar.

Skanskas "Byggprogrammet" är exempel på en byggproduktmodell för produktionsfasen (fig 4.8 Del A). Jag har varit projektledare för utvecklingen av Byggprogrammet under åren 1985-87 och eftersom det är en intern Skanska-produkt är inte mycket publicerat [Håstad et al 1988]. Byggprogrammet är ett datorsystem för styrning av byggprojekt med avseende på ekonomi och administration. En produktionsstyrning har stor betydelse för tidsåtgång, ekonomi och kvalitet. Byggentreprenören projektstyr i alla skeden av sin medverkan i byggprocessen. Skanska kalkylerar traditionellt på ett detaljerat förfrågningsunderlag, men olika former av tidig upphandling, med i många fall komplexa åtaganden, ger ökade behov av byggstyrning. Byggprogrammet är utvecklat för PC och finns idag på de flesta av Skanskas byggarbetsplatser inom Sverige (år 1993 var över 500 licenser installerade på användarinitiativ).

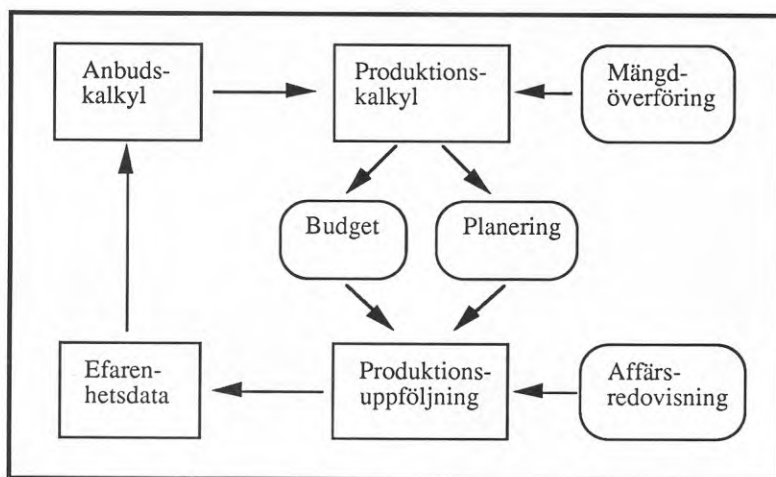
Byggprogrammet är uppbyggt kring en byggproduktmodell som går under namnet "kuben". Kostnadsbäraren (kalkylposten) med sina tre sidor, byggdel (resultat), arbetsart (aktivitet) och resurs, är central i modellen. Metodiken är att en byggdel kräver vissa arbetsarter eller aktiviteter och för att utföra dessa aktiviteter fordras resurser. Exempel; För att skapa en yttervägg så krävs det formsättning och gjutning med hjälp av betong, formträ och tid från betongarbetare, timmermän och eventuell krantid (fig.4.7).



Figur 4.7 Kuben - kalkylpostens principiella uppdelning [Svensson 1991]

Utvecklingen av Byggprogrammet sammanföll med utvecklingen av teleöverförda mängdförteckningar inom SBEF's projekt "Datorstött byggstyrning". De större Byggtreprenörerna tillsammans med några mängdberäkningsföretag enades om en standard för protokoll och överföringssätt av mängdförteckningar. Mängdposterna littereras efter BSAB-systemets Produkttabell 1 och Byggtreprenörernas bygghdelstabell, som är en variant av BSAB-systemets tabell 2. Metoden togs i bruk 1985. Efter teleöverföring anpassas mängdposterna till Skanskas egna kalkylmetoder med mängdspjälkning, mängdsammanslagning, korrigering av koder etc. *Teleöverförd mängdförteckning med en branschgemensam standard var ett stort steg mot rationell kalkylering och effektiv produktionsstyrning.*

En byggproduktmodell som är uppbyggd på kalkylpostens tre dimensioner, bygghdel, arbetsart och resurs, ger möjlighet att skapa bra kalkylmetoder. Bra kalkyler med tillförlitligt kalkylunderlag är grunden för att kunna styra rätt. *Entreprenörens viktigaste verktyg är kalkyler i olika skeden.* Kalkyler omvandlas till budgetar och planer, som analyseras mot utfallet för att vara till grund för beslut om eventuella styråtgärder. Vid produktionsuppföljning tas uppgifter ifrån budget, planer och affärsredovisning (lönereskontra, kundreskontra, projektadministration och materialadministration) för att avstämma med verkligt utfall. Produktionsuppföljningens prognoser och cash-flow analyser är underlag för styrning. Byggstyrning under produktionsfasen, då stora belopp är i omlopp under kort tid, är mycket avgörande för kvaliteten och ekonomin. Efter byggtiden kan erfarenhetsdata ur byggprojektet genereras. Efterkalkylen kan ge viktiga nyckeltal att använda sig av för framtida anbuds- och produktionskalkyler (fig 4.8).



Figur 4.8 Datoriserat byggstyrssystem, t ex Skanskas "Byggprogrammet"

Ett annat exempel på ett BPM-koncept i industrin är S90 som beskrevs i det föregående avsnittet "4.3 Integrerad CAD". Byggmetoden grundar sig på montage av ett begränsat antal förtillverkade element och i byggproduktmodellen utgör modulerna, med dess byggdelar, objekten. Denna byggmetod återfinns även hos många småhusproducenter och där finns exempel av fungerande BPM-system. Viktiga förenklingar i BPM för modulbyggande är bl a att det är *ett företag* som ansvarar för de olika aktörernas insatser, *ett begränsat antal* av fördefinierade objekt och serietillverkning med *underordnade omgivningskrav*. Dessa förutsättningar och att BPM för modulbyggande normalt endast täcker projekterings- och produktionsfasen (fig.4.8 Del B & A) kan förklara varför dessa byggproduktmodeller fungerar bättre än vid forskarnas motsvarande försök.

Det finns många utmaningar kvar innan vi har en fungerande byggproduktmodell. Svårigheter är bland andra att finna gemensamma begrepp och konceptuella modeller över byggprocessen och byggnadsverket. Försök att låna idéer och begrepp från den mekaniska industrin genom att bl a utveckla produktmodellkoncepten i STEP fortgår [Björk 1993]. Svårigheterna ligger delvis på en filosofisk nivå då byggnadsverket, i motsats till mekaniska produkter, ingår i ett system med människa och samhälle. För att kunna beskriva byggnadsverkets sammansättning av delar och för att beskriva den helhet som uppkommer vid mänsklig användning och upplevelse av byggnadsverk behövs en grundläggande gemensam teoribildning [Ekholm 1987]. Många ansatser har gjorts och görs för att finna gemensamma tvärvetenskapliga systemteorier och modeller [Björk 1993, BSAB 1987, Ekholm 1987, ISO 1993, Svensson 1991, Tarandi 1991, Turner 1988, m fl].

Kritiska röster har höjts mot byggproduktmodellssystem. Charles Eastman menar att en totalmodell (se fig 4.1 Fas IIIa) kan omöjligt omfatta allt och att stora konsistensproblem uppstår vid delmodeller (se fig 4.1 Fas IIIb) [Eastman et al 1993]. Med byggnadsverkets komplexitet och mångfald av komponenter i åtanke, är det tveksamt i många fall om det är kostnadseffektivt med BPM. Motsvarar fördelarna med BPM de kostnader extra resurserinsatser medför? Vid delmodeller ("aspects models") uppstår redundans i systemet. Detta medför problem vid uppdatering och projekteringsgruppens vanliga samordningssvårigheter kvarstår. BPM ger en rad juridiska konsekvenser där aspekter på upphovsrätt, ansvar och beslutsvägar ej är klargjorda. Stora integrerade system ger ofta den effekten att de påverkar arbetssätten. En fara är att systemen uppmanar att lösa fel fråga vid fel tillfälle. En skarp kritik av BPM är att de kräver långtgående standarder och regler, och därigenom blir ett hinder för den konstnärliga friheten och byggindustrins utveckling [Bijl 1993]. *Stryper BPM den konstnärliga friheten genom att begränsa antalet material och byggelementens utformning är det ett allvarligt hot för arkitekten.*

Enligt Stephen Lockley, COMBINE, är det till dags dato endast begränsade byggproduktmodeller som har visat sig fungera i praktiken [S4; Byggproduktmodeller]. Begränsade i så motto; att de innehåller ett mindre antal byggelement (t ex S90, Byggprogrammet och COMBINE), att de inte täcker hela byggprocessen och att endast ett företag styr och ansvarar för informationen. Många av dagens BPM fokuserar endast på själva byggnaden och saknar omgivningsfaktorer eller brukarperspektiv (fig 4.8 Del C). Sammanfattningsvis kan sägas att *utan omgivningsfaktorer och brukarperspektiv faller grundvisionen att finna ett integrerat system som alla byggsektorns parter kan enas kring - speciellt för arkitekter och fastighetsförvaltare.*

4.4 GEOGRAFISKA INFORMATIONSSYSTEM

Vad är ett geografiskt informationssystem, GIS? Enligt Lars Robertsson, ESRI, är GIS ett system som kan hantera, analysera och presentera lägesbunden information [S1; Framtiden - Redan idag?]. I systemet integreras registerdata med geografisk information (kartdata). GIS innehåller även funktioner för att överlagra och jämföra olika informationslager med varandra. Registerdelen i ett GIS utgörs ofta av en generell databas, vanligen av relationsdatabastyp.

Enligt Hans Bjersing, AEC CAD och GIS har historiskt sett få beröringspunkter men de är på väg att närma sig varandra [S8; Trender inom CAD-teknik]. Datorsystemen och plattformarna är för närvarande olika: med AutoCAD på PC som dominerande CAD-system för projektering, byggande och förvaltning - medan minidatorbaserade Intergraph-stationer är vanligast för GIS.

Varje byggnadsverk ingår i ett omgivning/byggnad-system, där den viktiga omgivningsinformationen idag kan täckas av geografiska informationssystem. Geografiska informationssystem används idag främst av kommuner och landsting för planering, inventering och underhåll. Informationen är orienterad och kopplad mot stads- och områdeskartor. Det finns dock inget som säger att GIS inte skulle vara lämpat för att hantera information om ett byggnadsverk. Informationen skulle kunna struktureras kring tomt- och våningsplansritningar. Övervägande del av informationen som söks är av karaktären data med läge - alltså information som skulle passa ett GIS-system.

Anders Ekholm har visat [Ekholm 1987] att man kan dela upp byggnadsverket och omgivningen i funktionssystem (omslutande, bärande & försörjande) och ordna dessa funktionssystem hierarkiskt med avseende på olika systemnivåer - region, kommun, kommunedel, fastighet, förvaltning, hushåll, delsystem, rum etc. *Platser, byggnadsverk och sociala system som finns på de olika systemnivåerna kännetecknas av att de har en rumslig utsträckning - ett läge.* Vid utövandet av en aktivitet är läget en kombination av det sociala systemets och redskapets rumsliga utsträckning. Så är aktivitetsutrymmet för en sovplats både sängens rumsliga utsträckning plus den plats det tar för en person att lägga sig, bädda och städa. På samma sätt består en skola av skolbyggnad, skolgård och medlemmar av skolans sociala system - lärare, elever och personal. Dessa utövar aktiviteter inom skolbyggnad och skolgård men även förberedelser i hemmet och färden till skolan ingår i skolaktiviteten. Hemmet är dock även platsen för många andra aktiviteter. För att beskriva en rumslighets egenskaper måste vi alltså även ange tiden. Vi får en komplex tids- och rumsmässig koordination av ting och händelser i olika systemnivåer. GIS-system är byggda för stora mängder lägesbunden data för olika referenssystem men med ett relativt litet tidsberoende. Är flödena eller aktiviteterna kraftigt tidsberoende behövs länkar till simuleringsprogram -

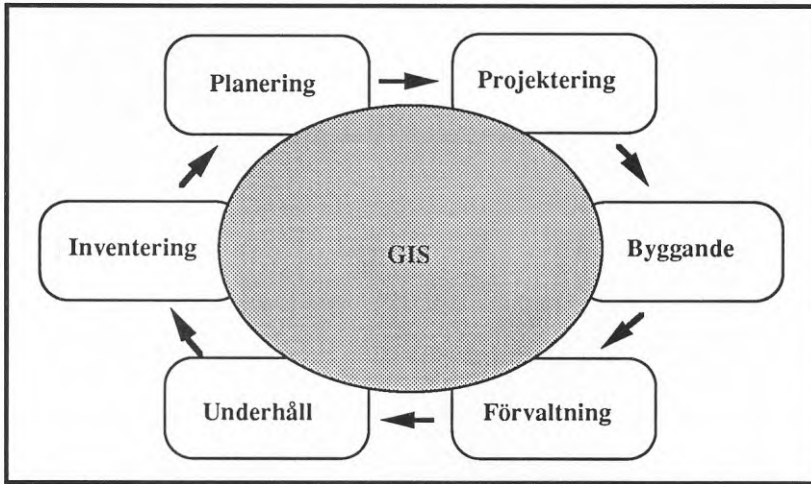
vilket ofta finns.

Strukturering av information runt byggnadsverk och dess omgivning baserad på systemnivåerna (region, kommun, kommundel, fastighet etc) är accepterade inom byggsektorn. Systemnivåerna speglar den teoretiska grunden för indelningen av samhälleliga och sociotekniska gränser. En arkitekts arbetsuppgifter kan t ex kategoriseras efter systemnivåerna; regional planering, stadsbyggnad, landskapsarkitekt, husbyggnad, inredningsarkitekt och möbeldesign etc. Skillnaden mellan olika arbetsuppgifter är inte endast en skillnad i skala utan också i beslutsprocesserna i det sociotekniska systemet.

I den privata och offentliga sektorn byggs stora elektroniska informationsmängder upp i en rad olika datasystem. Publik information kan man köpa och i flera länder nyttjas CD-ROM skivor för spridande av information. Utberedningen av datanät och genom den kraftiga utvecklingen på telekommunikationsområdet - fiberoptik, ISDN, Internet etc - gör det möjligt att använda text, bilder, ljud, videobilder och interaktiv TV i ett elektroniskt informationsnät värden över. Svenska företag har av sekretessskäl hittills varit försiktiga att öppna sig mot publika eller halvpublika informationsnät. Försvaret, kommuner och en rad andra instanser har nu börjat bygga upp publik information i GIS-format. En helt ny marknad av information och kunskap öppnas. *Samhällets utbyggnad av datanätverk och infrastruktur kan möjliggöra att intressant information snabbt och enkelt blir tillgänglig för arkitekter och andra aktörer i byggsektorn.*

Geografiska informationssystem kan bidra till att fastighetsägare och fastighetsförvaltare bättre möter samhällets ökande informationskrav. Information som förvaltaren behöver kommer idag ur en mängd olika källor. Den kan finnas i t ex bygghandlings- och referenspärmar, ritningsarkiv, kommunfakta skrifter och i datoriserade hyreskontraktssystem. För att förvaltaren skall kunna ge en effektiv och god service till sina kunder så krävs ett integrerat system.

Dagens GIS-teknik möjliggör en integrering av projekteringsinformation från CAD-system och andra IT-verktyg så man får ett informationssystem över både byggnadsverk och omgivning. Till objekten i ritningen eller kartan knyts registerinformation om objektens egenskaper. Informationen är en viktig del i de analyser som fortgår under hela byggprocessen, och den kan även utnyttjas för en rad olika ändamål t ex simuleringar, hyresinformation, underhållsstatus, bussturtäthet, VA-nätets dimensioner etc. Omgivande informationen från programfasen kompletteras med information från projektering, uppförande och förvaltning. *GIS-tekniken kan vara en sammanlänkande informationsbärare genom hela byggprocessen (fig 4.9).* Möjligheten att få aktuell information - gällande busslinjer, skolplatser, geologiska mätvärden, arkeologiska fynd, utbyggnadsplaner etc - vid projektering eller förvaltning av ett område kan ge stora fördelar.



Figur 4.9 Geografiska informationssystem för hela byggprocessen

Arkitekten är den som kan initiera ett GIS-systemtänkande hos beställaren och den blivande förvaltaren. Lägga upp rutiner och arkiv runt egna handlingar och finna effektiva sökvägar och länkar mot omgivande informationssystem. Arkitekten är den aktör som traditionellt utför programarbetet och därigenom arbetar upp kontakter och vägar för att hitta rätt information om miljö och omgivning.

5 SLUTSATSER

Informationsteknologi (IT) står som ett samlingsbegrepp för sådan teknik som används för att lagra, bearbeta och överföra information. IT är således både ett verktyg för att skapa, bearbeta och lagra uttryck och därtill själva kommunikationsmediet. Vi kan använda datorn för att förmedla budskap, likt vilken annan artefakt (telefon, telefax etc) somhelst vid samspel personer emellan.

Byggprocessen blir allt mer komplex med ett ökande antal roller och byggkomponenter, vilket gör att informationsmängden växer och kommunikationen mellan de olika aktörerna blir allt nödvändigare. Informationsteknologin är idag ett viktigt verktyg för kommunikation och kan bli än viktigare. Datorsystemen har visat sig vara kraftfulla verktyg för många olika arbetsmoment under byggprocessen.

Inom byggprocessen spelar arkitekten en viktig roll. Den traditionella arkitektrollen innefattar att vara byggherrens ombud, projekteringsledare och att medverka i byggskedet. Arkitekten är traditionellt samordnare och koordinatör under byggprojektet genom att bli äga överblick av byggnadsverkets funktion, form och hur det passar in i sin omgivande miljö. Kommunikationen med omvärlden och informationsmängden är omfattande för en modern arkitekt. Dock har arbetsuppgifterna och ansvarsområdet förändrats något på senare tid. Under 70-talet skedde en starkare uppdelning av projekterings- och produktionsskedet. Arkitekten har inte samma kontakt, utom vid restaurerings- och ombyggnadsarbeten, med byggentreprenören och ej heller med den egentliga produktionen som tidigare.

Arkitekten arbetar med både formell och icke formell kunskap i sitt yrke. En skicklig arkitekt har en känsla för det funktionellt tekniska och det humanistiskt konstnärliga. Arkitekten integrerar i sitt arbete dessa två olika kunskapsstraditioner av vetenskap och konst. De tekniska vetenskaperna har en rik tradition att formalisera erfarenheter till logisk och matematisk information medan den konstnärliga delen bygger på informella uttryck. Arkitektens båda sidor skapar en inre motsättning som är viktig för kreativiteten, men som också påverkar synen och användandet av informationsteknologin.

Datortekniken är ej neutral utan den påverkar arbetssätt och uttrycksmöjligheter. IT har främst etablerat sig för funktionellt tekniskt arbete och mindre för konstnärligt arbete. Datorstödd projektering (CAD) finns t ex hos 80% av arkitekt- och konstruktörsföretagen i Sverige och används primärt för att framställa bygghandlingar. För skiss- och designarbete - gestaltning och utformning av byggnadsverket - styr och begränsar datortekniken ofta för mycket för att konkurrera ut penna och skissblock. Dock har datorstött skapande inom musik, konst och designarbete ökat på senare tid med bättre anpassade datorprogram och förbättrad datorvana.

Det traditionellt viktigaste sättet att kommunicera under byggprocessen är via ritningsinformation. Under byggprocessens gång växlar många ritningar händer och varje aktör ser ritningarna utifrån sina egna frågeställningar. En stor del av ritningsinformationen kan emellertid användas av nästa aktör i kedjan. Stora fördelar vid överföring och återföring av information kan nås om samordning sker via digitala media. Det naturliga vore att beställaren begär att en projektering nu skall ske med CAD - så sker inte ofta idag men det ökar i omfattning. Beställare som initierar CAD-samordning under projektering är de som ser fördelar med CAD under förvaltningsskedet. Ofta är det inom projekteringsgruppen som det beslutas hurvida CAD skall användas för ett aktuellt projekt. Tonen anges ofta av den som är först med att producera ritningar, nämligen arkitekten.

Många beställarna idag vet fortfarande inte vilka fördelar och vilken nytta datorstödd informationshantering kan ge dem under förvaltningsskedet. Arkitekten har initiativet - då arkitekten ofta är den första som en beställare kontaktar vid en projektering - att sälja in hela IT-konceptet med sikte på datorstödd förvaltning. Arkitekten kan erbjuda stöd för hantering av ritningar och andra dokument genom att skapa fungerande arkiv, för CAD-ritade såväl som för manuella eller scannade dokument. Arkitekten har även en förståelse för hur kompletterande referenshandlingar bör behandlas.

Att kunna kommunicera idéer och lösningar inom en projekteringsgrupp och till beställare och produktionsenheter är avgörande för samordning och kvalitet. Det har visat sig vara framgångsrikt att presentera och visualisera med hjälp av modeller i 3D-CAD. Arkitekten kan visa hur det tänkta byggnadsverket kommer att se ut i alla önskvärda vinklar och även klä modellen med olika ytstrukturer, färger och skuggningar. Möjligheten finns för byggkonstruktören att rita in sina beräknade dimensioner i modellen så att arkitekten kan justera för att bibehålla önskad arkitektur.

För installationskonstruktören kan 3D-CAD vara ett mycket viktigt kommunikationsmedel. El-, tele-, ventilations- och VVS-projektörer ritar med icke skalenliga symboler och samordningsproblem är vanliga. Om installationsprojektörerna kan visa i 3D-modeller hur deras installationer kommer att se ut, så kanske vi får både bättre fungerande och vackrare byggnader. Tänk om installationssidan ritar, skalentligt in i 3D, sina ventilationskanaler och övriga installationer - vilken hjälp för arkitekten och övriga att se samordningsfel eller möjlighet att justera för form, funktion eller estetiska krav! Arkitekten och byggkonstruktören kan ta hänsyn till och bättre förstå installationssidan och se till att man får såväl en bra byggmiljö som en fungerande brukarmiljö. För att inspirera byggkonstruktörer och installationsprojektörer att rita i 3D, krävs det antagligen att arkitekten också ritar och modellerar i 3D-CAD. För att kommunikation via 3D-modeller ska bli verklighet så behöver initiativet troligtvis komma från arkitekten.

Det är svårt och det kanske inte ens är lämpligt att hitta eller utveckla datorprogram för en sådan konstruktionsförståelse hos arkitekten som skulle ersätta konstruktörens kunnande. Vare sig man arbetar med eller utan datorstöd behöver man kunna identifiera konstruktionselementen i byggnadsverket. Är väl konstruktionselementen och det bärande systemet identifierade, har man tillgång till en rad illustrativa beräkningsprogram som kan öka konstruktionsförståelsen hos arkitekter - i undervisning eller ute i praktiken. Ett sätt som har visat sig pedagogiskt för konstruktionsförståelsen är att kommunicera via ett beräkningsprogram. Beräkningsprogrammet opereras av en konstruktör där arkitekten i en dialog kan pröva olika konstruktionslösningar.

I strävan att effektivisera byggprocessen och kommunikationen mellan de olika aktörerna utvecklas informationsteknologin inom byggsektorn. Utvecklingstrenden går mot ökad integration och därigenom mot ett större behov av standarder. Standarder behövs men de måste vara flexibla, för att ej hindra byggsektorns, och inte minst arkitektens, krav på förändring och utveckling. Generellt kan man konstatera att de standarder som idag finns inom byggsektorn är överlag svaga avseende form och funktion - vilket är en brist för arkitekter.

Att bygga integrerade datorsystem kring CAD har blivit naturligt då CAD är accepterat i branschen. Fördelar med CAD-integration (t ex simuleringar, beräkningar, avtagningar mm kopplat till CAD-modellen) är bl a kortare ledtider, ökad möjlighet till alternativa lösningar, minskade samordningsfel och lägre produktionskostnader.

I strävan att effektivisera byggprocessen utvecklas 'expertsystem' där arkitekt- och konstruktörskunskandet ligger inbyggt. Enligt Skanskas VD Melker Schörling "är de många aktörerna under processen en nackdel för effektiviteten och konkurrenskraften" (V-lunch på KTH den 3 maj 1994). Det finns idag fungerande datorsystem som stödjer avancerad projektering och produktion utan att arkitekt eller konstruktör behöver medverka. En fara med dessa datorsystem är att arkitekten kan bli 'överflödig' och arkitekturen utarmad.

Dagens utveckling av byggproduktmodeller (BPM) strävar mot en långtgående integration. BPM syftar till att effektivisera byggprocessen genom att vara den samlade informationsbäraren för hela byggcykeln. Information kopplas inte till ritningar utan information struktureras efter byggnadsverkets komponenter eller byggprodukter. Målet är att informationen ska lagras så att den är anpassad och tillgänglig för flera funktioner och aktörer under byggcykeln. Visionen att skapa en gemensam informationsdatabas som ALLA aktörer kan enas kring, verkar för närvarande vara en utopi. De flesta byggproduktmodeller inom industri och forskning fokuserar på själva byggnadsverket och produktionen av detta. Omgivningsfaktorer, brukarfunktioner och förvaltningsaspekter saknas ofta, vilket begränsar tillämpningen för t ex arkitekter och fastighetsförvaltare. Produktmodeller har visat sig användbara inom verkstadsindustrin,

men BPM måste anpassas till byggsektorns särdrag (se avsnitt 4.1.2) för att bli accepterade i branschen.

En fara med en långtgående programintegration är att systemen kräver för hårda standarder vilket hämmar arkitektonisk, byggteknisk, företagsprofilerande och individuell utveckling. Om byggandet blir mera stereotyp - jämför miljonprogrammets funktionsrationella byggmetoder - vad betyder det för samhälle och arkitektur?

Geografiska informationssystem (GIS) - som utgår från lägesbunden information - kan vara intressanta att knyta till byggprocessen. GIS har utvecklats inom lantmäteri och kommunal planering, men kan även passa in i byggsektorn, då en stor del av dess information är lägesbunden. Platser, byggnadsverk och sociala system kännetecknas av att de har en rumslig utsträckning - ett läge. GIS placerar byggnadsverket i sin aktuella omgivning och miljö, till skillnad från BPM där fokus ligger på byggnadsverket. Med GIS ses byggproduktionen mera som en parentes i en fastighets livscykel. Stat, kommun och näringsliv bygger idag upp stora mängder geografisk information. Samhällets infrastruktur av utbyggda datanätverk kan möjliggöra att intressant information snabbt och enkelt blir tillgänglig för arkitekter och andra aktörer i byggsektorn. Möjligheten att få aktuell information - gällande busslinjer, skolplatser, geologiska mätvärden, arkeologiska fynd, utbyggnadsplaner etc - vid projektering eller förvaltning av ett område kan ge stora fördelar.

Den stora utvecklingspotentialen hos IT i byggprocessen ligger inte inom projektering och produktion utan inom planering och förvaltning. Informationskraven inom förvaltning ökar: Från banker och finansbolag ökar kraven på att få ett bättre underlag för värdebestämning av fastigheter. Bostadsförmedlingar är under avveckling, vilket medför att bostadsföretagen i ökande grad själva kommer att marknadsföra, uthyra och sälja. Kunderna kan vara mer krävande då konkurrensen är stor på den rådande fastighetsmarknaden. En lokalspekulant kan t ex önska information om; kan väggen rivas, när byttes golvmattan ut senast, var ligger närmaste daghem, är kollektivtrafiken ordnad eller var ligger närmaste livsmedelsaffär? Detta ställer bl a nya krav på informationshanteringen hos bostadsföretagen.

Utbredning av datanät och uppbyggnaden av nya informationssystem ger delvis ett nytt samhälle - "informationssamhället". Vid införande av IT i samhället kan en ny infrastruktur skapas. En infrastruktur som möjliggör att avstånd och tid minskar i betydelse. Detta kan påverka vårt sätt att organisera tjänster, val av arbetsplats, behov av transporter, glesbygdsboende, äldreomsorg etc. Om IT införs i boendet ändras bl a funktionskrav i bostad och i samhälle - vilket påverkar arkitekturen.

Om informationsteknologin skall kunna ge önskade fördelar krävs det att kommunikationen människa-maskin fungerar. Kommunikationssätten med ett

datorsystem bestäms till hög grad av användargränssnitt och underliggande datormodell. Användargränssnitt bör anpassas för både nybörjare och avancerade användare. Datorsystem bör bygga på datormodeller som gör det möjligt att skapa individuella uttryck utan att låsa användaren i vissa banor eller bygga in antaganden och beteenden i systemet.

Att skapa väl fungerande IT-verktyg för kommunikation är en utmaning. Det ligger en inneboende motsättning mellan IT och livets natur. Naturen bygger på mångfald och variation, enligt *Charles Darwin's* "survival of the fittest", medan IT bygger på likformighet och repetition. Att IT skall vara framtiden för vår skapelse är därigenom starkt ifrågasatt (läs gärna Hugo Alfvéns *Sagan om den stora datamaskinen - en vision* [Pilgrim Press, Stockholm 1987] där människorna skapade sig datorsystem för att slippa ta beslut och tänka - vilket slutade i katastrof). Vi måste förstå vad informations-teknologin kan ge, inse dess begränsningar och klokt utnyttja dess fantastiska verktyg och möjligheter.

APPENDIX

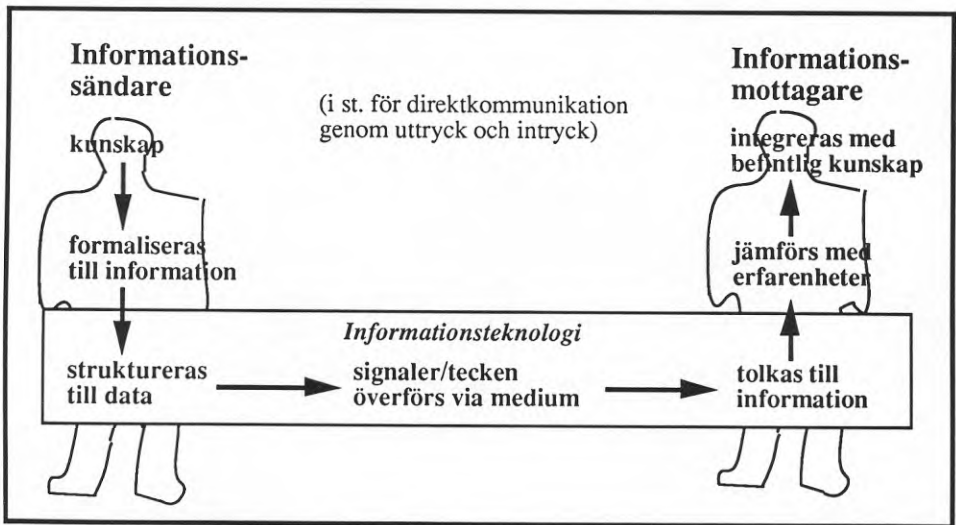
BEGREPPET *INFORMATIONSTEKNOLOGI*

Informationsteknologi (IT) står som ett samlingsbegrepp för sådan teknik som används för att lagra, bearbeta och överföra information. Olika teknikområden som dator-, tele- och även i viss mån massmedieteknik håller dessutom på att tekniskt och organisatoriskt att gå samman -konvergera - till ett enda område, vilket gör det ännu mer motiverat att använda det mer generella begreppet informationsteknologi [Ingelstam 1993]. Termen IT är uppbyggd av orden information och teknologi. Information används vid kunskapsöverföring och förklaras närmare nedan. *Teknologi* betyder i allmänhet vetenskap om teknik och syftar här på elektroniskt baserad teknik. Informationsteknologi kan kort förklaras enligt Kjell Bengtsson NCC med "teknik att hantera information med hjälp av datorer" [S2; IT-Byggdagen].

Information är en kommunicerbar representation av kunskap. Att överföra information mellan oss är en del av vår dagliga kommunikation och ett sätt för oss att förmedla kunskap. Kunskap är erfarenhetsanknutet och när vi vill förmedla vår kunskap får vi formulera våra intryck och erfarenheter i kommunicerbara begrepp och koncept. Hur vi gör våra abstraktioner av kunskap inom oss finns det många teorier om (från Platons idélära till dagens kognitiva semantik), men dess begrepp och koncept är grunden i den information vi skapar [Ljung 1964, Göranson 1988]. Informationen struktureras med avseende på vem mottagaren är och hur informationsöverföringen kommer att göras. Kommunikation är länken mellan människa och människa, eller mellan människa och artefakt. Telefax, telefon, bankomat och television är exempel på artefakter för kommunikation. Mottagaren tolkar budskapet och jämför med tidigare erfarenheter i sitt arbete att försöka förstå och konkretisera informationen. Den nya informationen integreras med mottagarens befintliga kunskaper. Är informationen inte förankrad i förståelse eller tidigare erfarenhet är den svår att minnas.

Exempel på information: Jag skriver ett brev till dig för att berätta att jag köpt ett hus. I brevet använder jag begreppet "HUS" när jag syftar på mitt köpta objekt. Av verklighetens byggnad gör jag abstraktionen "HUS" och när du läser "HUS" får du tolka begreppet och ur dina erfarenheter bilda dig en uppfattning av vad jag har köpt. Det kan då uppenbart bli skillnader på din konkretiserade idé av vad jag har köpt och det verkliga objektet. Vad du har för bild av "HUS" är beroende på dina referenser, reflektioner och erfarenheter om mig och om begreppet "HUS".

Data är information strukturerad så att den endast består av tecken vilka kan digitaliseras. Informationen klassificeras efter de datatyper som datorn kan klara av t ex tal, text, bild, ritning. Vid digital lagring, bearbetning eller överföring måste all data representeras i binär form (*figur App.1*).



Figur App.1 Information och kommunikation [Keijer et al 1994]

All kunskap kan ej formaliseras och kan således ej överföras till information. Kunskap som ej kan förklaras med semantiska begrepp kallas ibland "tyst kunskap". Känslor, stämningar, yrkesskicklighet, musik etc är svåra att fånga i begrepp utan kräver ofta hela målande beskrivningar för att vi skall kunna tolka dem någorlunda rätt. Exempelvis arbetar en teaterregissör med koreografi, ljus, ljud, kostym, kuliss, rytm, mim, text, sång mm för att ge åskådaren de intryck som regissören vill ge uttryck för. På så sätt kan t ex ett teaterstycke förmedla oss kunskap via våra sinnesintryck och tidigare erfarenheter som vi ej kan få via information. Språk, matematik eller andra formaliserade sätt att uttrycka sig har sina begränsningar. Jämför talesättet "en bild säger mer än tusen ord". August Strindberg fördjupar i *Ett Drömspel* det kunskapsteoretiska perspektivet på språket. "Jag vet hur det är, men jag kan inte säga't..." svarar den skamsne officern på Magisterns fråga "Hur mycket är två gånger två?". Eller när Indiras Dotter säger till Diktaren "Tror du att era ord kunna säga våra tankar?". Se även dikten i *figur App.2*.

Can I say what I know
so completely
that you know what I know?

Say how the colour blue feels
how the scent of a rose smells
how the touch of fire burns?

Can you make what I say
do what I do
independently of me?

Figur App.2 Vilken kunskap kan formaliseras,
och därigenom datoriseras? [Bijl 1993]

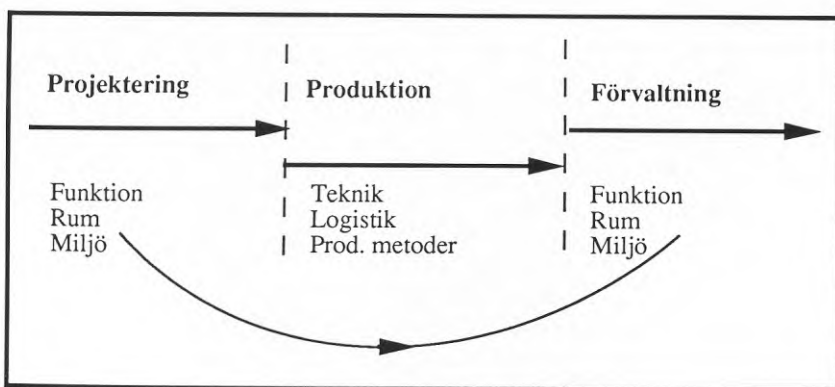
Informationsteknologi stödjer främst formell kunskap som kan konkretiseras till digitaliserbara begrepp och uttryck. En arkitekt arbetar med både formell och icke formell kunskap i sitt yrke. Arkitektyrket besitter en dubbelnatur bestående av en funktionellt tekniskt sida och en konstnärlig estetisk sida. Arkitektens två sidor skapar en inre motsättning som är viktig för kreativiteten, men de påverkar synen och användandet av informationsteknologin.

FÖRSLAG TILL NYA FORSKNINGSSOMRÅDEN

Arkitekten som informationsbärare till förvaltningsfasen

Arkitekten kan initiera informationssystemtänkande hos beställaren och den blivande förvaltaren. Lägga upp rutiner och arkiv runt egna handlingar och finna effektiva sökvägar och länkar mot omgivande information. Arkitekten är den aktör som traditionellt utför programarbetet och därigenom arbetar upp kontakter och vägar för att hitta rätt information om miljö och omgivning.

Flera arkitekter har idag förlorat kontakten med produktionen och för att återfinna sin forna kraft så gäller det att åter knyta bra band med beställarna. Vad kan vara mer lämpligt för erfarenhetsåterföring för en arkitekt än att se hur skapelsen fungerar och brukas efter att den har byggts? Arkitekten idag är ju mer orienterad mot att lösa funktions och miljöproblem än tekniska och materialproblem. Denna orientering överensstämmer i ganska god grad med förvaltarens. Har väl arkitekten knytigt kontakt med beställaren och lyckats behålla den till efter byggnationen har arkitekten goda möjligheter att få beställningar vid ROT-arbeten. Beställaren får även arkitektens visioner med sig under förvaltningen av byggnaden (*fig App.3*). Vilka hinder och möjligheter finns det för att arkitekten blir informationsbäraren till förvaltaren? Vilka hinder och möjligheter finns det för arkitekten att bli mera aktivt involverad med fastighetsförvaltning?



Figur App.3 Koppling mellan projektering och förvaltning

Projektering med hjälp av GIS

Specialiseringen i samhället ökar och vi producerar mer och mer information. Ett fungerande informationsintegrerat system som kan ge en överblick och förståelse är vad många eftersöker. Beslut skulle kunna fattas på bättre grunder. Kan geografiska informationssystem vara till stöd under projektersfasen? Hur väl fungerar det att hitta publik information och vilket värde har de? Hur går det att använda geografisk information från stat, kommun och näringsliv tillsammans?

IT i boendet

Dator- och telekommunikationsteknik finner allt fler tillämpningar i samhället och bostaden utgör inget undantag. Informationssystem för att öka säkerhet, komfort och kommunikation i boendet är under utveckling [Benson et al 1993]. Våra grundelement: arbete, bostad och kommunikation kan ändras radikalt vid införande av IT i boendet [Berger et al 1992]. För att värna om i vår kultur och särart krävs en framförhållning för att kunna finna lämpliga strategier vid införandet av IT i boendet. Om vi står inför en omvälvning av vår samhällsstruktur behövs en bred forskning inom området för framtida beslutsunderlag.

REFERENSER

LITTERATUR

Anders, P. **CyberIdaho: The Reality of What's Not.** Design Book Review. MIT Press. Cambridge (Massachusetts). Winter 1993

Benson, P. Hunhammar, M. Keijer, U. Östlund, B. Lillman, E. Samuelsson, S
Datorstöd för boende i Stockholm. KTH. Konstruktionslära Arkitektur nr 35. Stockholm . 1993

Berger, S. Ewerman, A. **Ny teknik - ny tillvaro / Om livet i den digitaliserade staden.** Byggforskningsrådet. T8. Stockholm. 1992

Bergvall, B. Lundequist, J. **CAD-projektering - en utvärdering: Bollnäs, kv Älgen.** Byggnadsstyrelsens rapport nr 163. Stockholm. 1985

Bijl, A. **The way of IT research: Review of research assumptions and directions.** Advanced Technologies. Elsevier. Amsterdam. 1993

Björk, B-C. **Byggproduktmodeller - Nuläge.** Byggforskningsrådet. R27. Stockholm. 1993

Bobert, R & Lund, M. **Kraft och rum.** Arkitektur nr 5/1991

Borkowski, A. Jozwiak S & Danicka, M. **Truss Optimization Using Knowledge Base.** Engineering Optimization in Design Processes. Proceedings of the Int. Conf. Karlsruhe 3-4 Sept. 1990. Springer-Verlag. Berlin. 1991

BSAB - systemet. Svensk Byggtjänst. Stockholm. 1987

Bröchner, J. Eriksson, A. Lundequist J. **Byggprojektet som dataförädling - Processaspekter på informationsstrukturer.** KTH. Stockholm. 1990

Celander, L. **STEP - En kortfattad introduktion.** Institutet för verkstadsteknisk forskning, Dokumentation från seminarie "Framtiden - Redan idag?", AutoCAD Expo, Göteborg, 6 maj 1993.

Christiansen, K. **Samspillet mellem arkitektur og byggeteknik.** Statusrapport på forskardag 15/3. Arkietskolen i Aarhus. 1991

- Christiansson, P. **Building a City Advisor in a 'Hypermedia' Environment.** Journal of Environment and Planning B. Proceedings of the 2:nd GRTU (Gestion et Representation du Territoire Urbain) Conference. Cambridge. UK. Sept. 1989
- Christiansson, P. **Next Generation Knowledgebased Multimedia Systems.** Proceedings of the 3rd GRTU Conference. Milano. Italy. June 20-21. 1991
- Danowsky, P. Rundblom, M. Wikforss, Ö. **CAD i byggandet - ansvar, avtal och upphovsrätt.** Norstedts. Stockholm. 1988
- Dieter, GE. **Engineering Design.** McGraw-Hill. Hightstown, New Jersey. 1991
- Eastman, CM. Chase, SC. Assal, HH. **System Architecture for Computer Integration of Design and Construction Knowledge.** Automation in Construction no. 2. Elsevier. Amsterdam. 1993
- Ekholm, A. **Systemet människa-byggnadsverk, Ett ontologiskt perspektiv.** Byggforskningsrådet. Rapport R22:1987. Stockholm 1987
- Ewerman, A. **Intelligenta hus - State of the Art.** Byggforskningsrådet. T30. Stockholm. 1992
- Flemming, U. van Wyk, S (red). **CAAD Futures '93.** Proceedings of the Fifth International Conference on Computer-Aided Architectural Design Futures. Pittsburgh 7-10 July 1993. North Holland. Amsterdam. 1993
- Forsberg, S. **Projektörer med hjälm.** SKIF. Stockholm. 1990
- Grennberg, T. **Välplanerad byggnadsproduktion - med datorstöd.** Studentlitteratur. Lund. 1988
- Gromark, S. **Arkiv för Nutida Arkitektur - Den Elektroniska Bygg- och Arkitekturencyclopedin.** Stadens Arkitektur BFR 860065-4. Chalmers Tekniska Högskola. Göteborg. 1992
- Göranzon, B. (red) **Den inre bilden.** Carlsson Bokförlag. Stockholm. 1988
- Håstad, A. Sanniccolo, P. **Ett persondatorsystem för byggstyrning - Studie av införandet.** Examensarbete 223. KTH. Inst. för Byggnadsekonomi & Byggnadsorganisation. Stockholm. 1988

Ingelstam, L. Sturesson, L. (red) **Brus över landet - om informations-överskottet, kunskapen och människan.** Carlsson Bokförlag. Stockholm. 1993

ISO Technical Report. **Classification of Information in the Construction Industry.** ISO/TC59/SC13. N35E. Norge. Working Draft April 1993.

Jansson, M. **Simulation of work of construction robots, aspects on work site production.** draft version. KTH. Inst. för Byggnadsekonomi och Byggnadsorganisation. Stockholm. 1994

Johansson, B. **Kunskapsdatabaser och erfarenhetsåterföring.** Sveriges Praktiserande Arkitekters ADB-referensgrupp. Rapport 1/92. Stockholm. 1992

Johansson, E. Svensson, J. **"CAD" som fastighetsförvaltarens verktyg.** examensarbete Högskolan Västerås. 1992

Karlsson, H. **Datorn i byggandet.** Svenskt bygge. Svensk Byggtjänst. Stockholm. 1988

Keijer, U. Strand, L. Wählstrand, O. **Om datorer i arkitekturarbete - Datorstödd projektering.** Avd för Projekteringsmetodik, Inst för Arkitektur, KTH. Stockholm. 1982

Keijer, U. Svensson, K. Tarandi, V. **Byggproduktmodeller - en introduktion.** KTH. Inst för Fastigheter och Byggnad. Stockholm. 1994

Liman, L-O. **Entreprenad- och konsulträtt.** Svensk Byggtjänst. Stockholm. 1991

Lindberg, D. **Arkitektens yrkesroll inom EG - är arkitektskrået på fall?.** Arkitekttidningen nr 3. SAR. 1993.

Lindgren, M. Sahlholm, B. **Den Kongliga Modellkammaren.** Svenskt bygge. Svensk Byggtjänst. Stockholm. 1988

Lindkvist, M. Keijer, U. Lundequist, J. **Informationsstöd för tidiga projektlägen.** KTH. Stockholm. 1993

Ljung, C. G. **Man and His Symbols.** Aldus Books. London. 1964

Lundegård, R. Björnsson, H. **Strategic Use of IT in Some European Construction Firms.** Dokumentation från IT-BYGG dagen 2 juni. CTH. Göteborg. 1993

- Lundequist, J. **Arkitekturen som modell och system**. KTH. Inst. för Arkitektur. Stockholm. 1985
- Lundequist, J. **Om designteorins uppkomst**. Nordisk Arkitekturforskning nr 4. Göteborg. 1992
- Lundqvist, K. **CAD-mognad bland byggingenjörer och fastighetsförvaltare**. Inst. för datorteknik Uppsala universitet. 1991
- McCullough, J. **Knowledge Based Systems in Architecture**. Byggeforskningsrådet. D10. Stockholm. 1991
- Milling, P M. Zahn, E O K. **Computer-Based Management of Complex Systems**. Proceedings of the Int. Conf. Stuttgart 10-14 July 1989. Springer-Verlag. Berlin. 1989
- Odawara, G. **CAD Systems Using AI techniques**. Proceedings of the IFIP/WG 10.2 Conference Tokyo, 6-7 June 1989. North Holland. Tokyo. 1989
- Reitzel, E. **Fra brud til form**. Polyteknisk Forlag. København. 1979
- Rejdin, A. **Informationsteknologi; Datorer och telekommunikation - byggande**. Byggeforskningsrådet. rapport R6. Stockholm. 1993
- SABO. **Vårt boende - Färsk statistik och historisk bakgrund**. SABO statistik och information. Stockholm. 1992
- Salvadori, M et al. **Architects versus Engineers. Bridging the Gap**. Van Nostrand Reinhold. New York. 1989
- SAR. **Arkitekten och hans arbete**. Sveriges Praktiserande Arkitekter. Svanbäck & Nymans Boktryckeri. Stockholm. 1961
- SAR. **Arkitektuppdragets omfattning - Specifikation**. Sveriges Praktiserande Arkitekter. Stockholm. 1990
- Snow, C P. **The Two Cultures**. Cambridge University Press. Cambridge. 1982
- Soronis, G. **Material Selection in Roofing Design**. KTH. Inst. för Arkitektur. Stockholm. 1993

-
- Svensson, K. **Neutral Building Product Model - The KBS Model.** Byggnadsstyrelsens rapport nr T:123E. Stockholm. 1991
- Tarandi, V. **NICK - Neutralt format för intelligent CAD-kommunikation.** Byggeforskningsrådet. R70. Stockholm. 1991
- Turner, J. **AEC Building Systems Model.** ISO Document 3.2.2.4, 25 mars 1988
- Upstill, S. **The RenderMan Companion: A Programmer's Guide to Realistic Computer Graphics.** Addison-Wesley Publishing Company. 1990
- Vince, A. Morris, C. **Discrete Mathematics for Computing.** Ellis Horwood. New York. 1992.
- de Vries, M. van Zutphen, R. **The Development of an Architects' Oriented Product Model.** Automation in Construction 1 (p 143-151). Elsevier. Amsterdam. 1992
- Walker, J. **Through the Looking Glass - Beyond "User Interfaces"** Memorandum. Autodesk Inc. Sausalito. 1 Sept. 1988
- Walker, J. **The Autodesk File - Bits of History, Words of Experience.** New Riders Publishing. Thousand Oaks. California. 1989
- Walker, J. **The Final Days.** Memorandum. Autodesk Inc. Sausalito. 1 April 1991
- Wikforss, Ö. **Informationsteknologi tvärs genom Byggsverige.** Svensk Byggtjänst. Stockholm. 1993
- Östnäs, A. **Arkitekternas och deras yrkesutövning i Sverige.** Avd. för arkitekturens teori och historia. Chalmers Tekniska Högskola. Göteborg. 1984

SEMINARIER

- S1, Framtiden - Redan idag?* AutoCAD EXPO. Göteborg. 6 maj 1993
- S2, IT-Byggdagen.* CTH. Göteborg. 2 juni 1993
- S3, Arkitektur/konstruktion - kommunikation.* Nordiska teknicklärarseminarium. KTH. Stockholm. 9-11 juni 1993
- S4, Byggproduktmodeller.* KTH. 22-23 sept. Stockholm
- S5, Informationsteknologi i vardagslivet - ett svenskt-franskt samarbete.* Handikappinstitutet, Konsumentverket & KTH. Stockholm. 4 okt 1993
- S6, Buildning of the Future.* Byggforskningsrådet. Stockholm. 9 nov. 1993
- S7, Informationsteknologin i framtiden i dag.* Stockholms Byggnadsförening. Stockholm. 26 jan 1994
- S8, Trender inom CAD-teknik.* Rapport från Datatech Internationella CAD-konferens i Boston, USA, mars 1994. AEC. Sollentuna. 23 mars 1994

R36:1994

ISBN 91-540-5680-2

Bygghälsan, Stockholm

Art.nr: 6814036

Abonnementsgrupp:

R. Bygghälsans ekon. och org.

Distribution:

Svensk Byggtjänst

171 88 Solna

Cirkapris: 87 kr inkl moms