

# 1 DATORERNAS INTÅG

av Örjan Wikforss i Byggandets informationsteknologi 2003

## *Skärpning gubbar!*

Så är titeln på den statliga utredning om konkurrensen, kvaliteten, kostnaderna och kompetensen i byggsektorn som presenterades en kväll på Ingenjörssakademien. Byggkommissionens ordförande skrädde inte orden när han gav de närvarande företrädarna för byggsektorn sin bild av tillståndet i landets nästa största näring. Med 450.000 personer sysselsatta och därmed med ett stort ansvar för människors livsmiljö och landets ekonomi. Utredningen hade funnit ett svagt konkurrenstryck som ger symptom i form av höga priser, svårigheter att påverka utbudet, låg produktivitet, dålig kvalitet och svagt omvandlingstryck. Till bilden hör karteller och svart arbetskraft. Detta förstärker mediabilden av slarv, men också av fusk och fiffel. Byggfel är inte någon ny företeelse, men ett flertal aktuella haverier ställer frågor om sektorns förmåga att förnya arbetsformerna. Utbildningsnivån är låg. Andelen högskoleutbildade är endast 8 %. Intresset för forskning och utveckling är lågt. En extremt ojämn könsfördelning leder till en utpräglad machokultur. Här framträder ett introvert synsätt på den egna rollen och omvärldens förväntningar. Utredarens sammanfattande bild är en sektor med bristande omvandlingstryck, förändringsobenägenhet, revirtänkande och oförmåga att ta till sig nya kunskaper. I den efterföljande debatten kommenterade en representant för det stora byggföretaget: Det här tar vi på största allvar, det här tar vi till oss, det här ska vi ändra på.

## Byggsverige under ombyggnad

Byggsverige är under ombyggnad. Näringslivet och samhället har givit oss nya uppdrag: att ta hand om och utveckla befintliga byggnader liksom hela stads- och landskapsrum. Att bygga för uthållighet, situationsanpassat och hälsosamt. Det tidigare statligt subventionerade och starkt reglerade bostadsbyggandet upphörde i stort sett i och med fastighetskrisen under 1990-talet. Bristen på bostäder till överkomliga priser är stor i flera städer.

*Kunderna*, beställarna, har efter viss tids lamslagenhet börjat finna nya roller som aktiva fastighetsföretagare. Fortfarande är emellertid byggherrerollen ofta svag. *Finansiärerna* har insett sitt ansvar och sin makt i byggprocessen och ställer krav på dokumenterad kvalitet som förutsättning för finansiering. *Arbetsformerna* i projekterings-, bygg- och förvaltningsprocessen förändras genom nya upphandlingsformer och ansvarsgränser. *Referenssystemet* förändras: normer och i praxis bekräftade tolkningar av regelverken, liksom tumregler och tysta överenskommelser duger inte längre. *Internationalisering*, liksom ökad betoning av internationella standarder och system för kvalitets- och miljö-säkring medför att förutsättningar, bedömningsgrunder och avvikelser måste kunna dokumenteras. Det *interna arbetssätten* i företagen förändras: staberna och stöd-funktionerna minskas, sekreterarna och ritarna blir färre, behovet av väl utbildade medarbetare ökar, kontinuerlig kompetensutveckling är nödvändig. Arkitekter, teknikonsulter, byggföretag och byggmaterialindustri omformulerar sina strategier. Nu sker en fokusering mot kund och marknad, koncepttänkande, plattformsbbyggande och en bättre logistik i produktionen. Försök att göra allvar av principerna för ett industriellt byggande återupptas. Den skråmässiga rollindelningen i byggprocessen ifrågasätts. Nu söker aktörerna finna samverkansformer som ska leda till kundnytta. Att välja ut och kombinera rätt kompetenser till vinnande team är en framgångsnyckel. *Staten* uttalar krav på arkitektonisk kvalitet. Därmed kanske inte lägsta pris per kvadratmeter ritning eller färdig byggnad blir främsta värderingsgrund vid tillämpning av lagen om offentlig upphandling.

Sammantaget leder detta till att det *intellektuella innehållet* i byggprocessen ökar, men med ett tillägg: på sikt. I det korta perspektivet råder idag en jakt på tjänster och produkter till lägsta pris som inte tar hänsyn till den bästa och mest ekonomiska lösningen. Byggsektorns egen ombyggnad, försakad av såväl yttre som inre krav på förändring, skapar behov av nya kunskaper på flera plan. För frågan är ju också vilka kunskaper som behövs för att lyckas med själva ombyggnaden. Som vi kommer att se i den här boken har informationsteknologin en strategisk roll att spela i detta förnyelsearbete.

### **Reflekterande praktiker byggsektorns hjälte**

Praktikern är hjälten i byggsektorn. Det är praktikens folk som räknas. Men vad är en praktiker om inte en person som praktiserar en teori, som har en klar uppfattning om hur ett gott jobb ska utföras och bedömas. Den framgångsrika praktikern reflekterar över sitt arbete, ser orsak och verkan och samlar erfarenheter, mönster, kännetecken. Den

skickliga praktikern kan därför snabbt känna igen bakomliggande problemställningar och därmed också ange de verkligt goda lösningarna på de reella problemen.

Våra bästa arkitekter, konstruktörer, planerare, projektledare, byggare och förvaltare reflekterar kontinuerligt i allt sitt handlande och beslutsfattande. Utomstående talar om intuition och tur, när det i själva verket är fråga om ett mycket systematiskt byggande av insikt och djup yrkeskunskap. Praktikern väljer med stor precision arbetsmetoder och verktyg som bäst stöder den egna tolkningen av yrkets kärna – ”Best Practice”. På motsvarande sätt ratar den professionelle tvärsäkert och blixtnsnabbt verktyg som gör anspråk på att vara nydanande men som inte tillfullo svarar mot uppgiftens komplexitet. Utifrån kan det felaktigt tolkas som ett konservativt beteende och som en avoghet mot ny teknik.

Och vad är en forskare om inte en person som med preciserade begrepp bygger sammanhängande teorier genom att iaktta och reflektera över praktiken. På så sätt gör forskaren det möjligt att systematiskt vidareutveckla kunskaper, metoder och verktyg just för praktikens krävande yrkesutövare.

Motsättningen mellan praktik och teori är skenbar, bristen på förståelse mellan praktiker och forskare i byggsektorn däremot bister verklighet. Det är ett allvarligt hinder för möjligheterna att lyfta den äldsta av industrier in i kunskapssamhället. Detta hinder måste överbryggas. Det pågående teknologiskiftet är pådrivande för en ny syn på forskning och utveckling och för ett erkännande av det klockrena samspelet mellan teori och praktik.

### **Modellen byggandets vassaste verktyg**

Modellen är som bekant en förenklad avbildning av verkligheten. Både praktiker och forskare bygger modeller för att kunna undersöka och tala om en sammansatt existerande eller tänkt verklighet. Förenklingen är inte förment teoretisk, den är tvärtom utomordentligt praktisk, ja helt nödvändig för att vi ska kunna samtala om saken och förstå varandra. Precis som ritningen är modellen en genial abstraktion som dock förutsätter en tyst överenskommelse om hur den ska tolkas. Det är bl a den kunskapen vi förvärvar i grundutbildning och genom yrkesutövande och som konstituerar vår fackkunskap.

Modellbegreppet har fått förnyad aktualitet genom informationsteknologins insteg i bygg- och fastighetssektorn och det skapar inte sällan, för att uttrycka det milt, viss förvirring. Det är ju inte längre behändiga, fysiska avbildningar i papp, lera och trä av planerade byggnader och anläggningar, eller t ex överblickbara organisationsscheman, som avses. IT-industrin erbjuder sig att ”mappa” våra arbetsprocesser för att kunna automatisera dem och förväntar sig att vi kan organisera informationen om komponenter, system och utrymmen i byggnader och anläggningar i strikt logiska sk produktmodeller som kan hanteras av datorer. Pionjärernas tillämpningar av denna teknologi bådär gott för framtiden vad gäller snabb, säker och allt igenom digital informationsförsörjning i projekt och förvaltning.

### **IT möter byggsektorn i en Big Bang**

Datamodelleringen ställer praktikens folk inför en enorm utmaning. Här finns ju inte den tysta överenskommelsen om hur modellen ska tolkas och för de flesta fanns inte ett spår av datamodellering i grundutbildningen. Det krävs ett kunskapslyft värt namnet för att rätta till vara produkt- och processmodelleringens möjligheter i bygg- och fastighetssektorn. Att kunna fånga, bearbeta, analysera, distribuera och lagra information digitalt blir av strategisk betydelse för individer och företag framöver. Men det ställer också stora krav på IT-företagen och deras förmåga att kunna lyssna på sina kunder i vår industri.

Bilindustrin, flygindustrin, skeppsbyggnadsindustrin kan ju – så varför inte byggindustrin? Jo, men är inte vår industri speciell? Vi bygger dessvärre våra produkter bara en gång och våra företag samverkar horisontellt, inte vertikalt som i t ex verkstadsindustrin, eller hur? Nej, replikerar IT-industrin, alla industrier säger sig vara speciella och lite tröga att förändra, men så är det inte! Ni är inte speciella, bara sist på plan!

Blinda för den speciella yrkeskunskap som bärs av sektorns alla professioner försöker IT-industrin implementera generella lösningar som i bästa fall hjälpligt anpassas till det enskilda företaget. Resultaten blir inte sällan dyrbara suboptimeringar och bristfällig kommunikation mellan företag som i själva verket är helt beroende av att kunna samverka och utbyta information med andra. Att organisera byggprojekt är att välja ut och kombinera kompetenser samt att etablera effektiva former för samverkan. Informationsteknologin erbjuder *i princip* just den infrastruktur sektorn såväl behöver för att överbrygga föråldrade skrågränser och geografiska avstånd. Det ser i alla fall så ut.

Troskyldigt förvärvas dyrbara licenser till mjukvara som inte kan levereras eller som när den väl levereras inte är ”avbuggad”. Den kvalitetscertifierade bygg- och fastighetssektorns många företag, vana att själva vid vite leverera kvalitetssäkrade produkter på rätt klockslag, väntar lydigt på förutbetalda uppdateringar som ska komma vilket kvartal som helst! Tala om stjärnsmäll mellan ung och gammal industri. Att byggindustrin har haft svårt att ta till sig IT är sant. Visst har den stått och stampat länge. Men frågan är om IT-industrin verkligen klarar av byggsektorns krav och behov?

En av anledningarna till IT-kraschen var att den information som erbjöds inte var återanvändbar. Den var ostrukturerad och ”platt” och kunde inte infogas i användarnas system. Efter en första förtjusning över ett överväldigande informationsutbud insåg IT-företagens kunder att allt inte är information som glimmar. Och vem vill betala för en obrukbar produkt? Kundernas reaktion var logisk och krisen i IT-branschen ett faktum.

Hela tanken med informationsförsörjning är att användarna ska kunna dela information och successivt förädla den och använda den för olika ändamål. Väl strukturerad information, information med många fasetter, tillgänglig via databaser ordnade efter internationella standarder och med överföringsformat som är maskinoberoende, kan vara guld värd för den som arbetar i en informationsintensiv verksamhet. Och vem gör inte det numera?

Bygg- och fastighetssektorns möte med IT-industrin startade i en stjärnsmäll för trettio år sedan. Då var frågan hur tillräcklig datorkraft skulle kunna bli tillgänglig till ett rimligt pris. Program och maskiner byggdes samman i slutna system i syfte att utnyttja den begränsade datorkraften optimalt. Risker var dock stora att användarna stängdes inne i systemen. Kommunikationen med omvärlden försvårades. De stora systemen var inte lämpade för bygg- och fastighetssektorns många små företag.

För tjugo år sedan var frågan en annan. Hur finna datorprogram och applikationer som på djupet stödde den egna yrkesutövningen? Att t ex försöka skapa arkitektur med ett CAD-program avsett för kretskortskonstruktion var inte särskilt fruktbart. PC-revolutionen i början av åttiotalet medförde en helt ny möjlighet för fri och oberoende programutveckling eftersom systemen nu var öppna och ingen längre riskerade att stå utanför.

För tio år sedan hade PC-användarna tröttnat på att byta data via ”foot-net”, d v s att utväxla information genom att byta disketter med varandra. Datorkommunikation och datautväxling stod nu i centrum för intresset. Uppgiften gällde till en början att knyta samman datorer, ursprungligen byggda för individuell databehandling, i nätverk – minns benämningen ”stand-alone computers”. Med de bräckliga PC-nätverken, som krävde en dyrbar IT-tekniker per var tionde anställd för att fungera, anades det stora lyft som ett världsomspännande nätverk inom kort skulle komma att innebära.

Ingen lägger idag pannan i djupa veck över bristande datorkraft eller över avsaknad av lämplig programvara. Och bandbredd finns i överflöd! Vi har snart glömt alla de stora ansträngningar som bygg- och fastighetssektorns utvecklare svarat för inom dessa tre områden. Den fråga som nu återstår efter stjärnsmällen för trettio år sedan är en annan. Hur ordna data och information om byggnader, byggande och förvaltning så att de blir mångsidigt användbara för kommunikation mellan användare med behov av vitt skilda system? Hur bygga informationsstrukturer och informationsstandarder så att informationen blir plattformsoberoende och hållbar under byggnadernas hela livslängd? Svaret på dessa frågor är en förutsättning för att man ska kunna knyta fakta om byggdelarna och byggmaterialens miljöegenskaper, emissioner och återanvändning till förvaltarnas system för drift och underhåll. Till skillnad mot de tre tidigare årtiondenas datorfrågor är vi tvungna att lösa dessa frågor själva då lösningarna måste baseras på djup kunskap om byggandets och förvaltningens processer.

### Ett redskap för alla

Redan när den fantastiska uppfinningen först presenterades för allmänheten fanns föreställningen om dess kommande betydelse för arkitektur och konstruktion. I en artikel i tidning FORTUNE 1956 finns en teckning som illustrerar detta på ett slående sätt. Bakom en jättelik apparat med en liten rundhörnad skärm sitter uppenbarligen en arkitekt eller konstruktör som med hjälp av stora spakar vrider och vänder på en tredimensionellt avbildad konstruktionsdetalj för att studera den ur olika vinklar.

Att göra det ännu inte byggda synligt, att visualisera, är själva fundamentet i byggprocessen. Det gäller att i förväg kunna se den blivande byggnaden som ett koncept, en modell av ett för beställaren, arkitekten och byggaren önskvärt resultat. Och att utforma ett recept, en specifi-

kation i form av ritningar, beskrivningar och kostnadskalkyler som leder till att modellen kan byggas i verkligheten. Datortekniken har tillfört denna arbetsprocess det mest betydelsefulla redskapet sedan centralperspektivet introducerades under renässansen.

Till det allra mest märkvärdiga med datorn hör att den är ett viktigt redskap för alla oavsett yrkesbakgrund. När pionjörerna påstod att advokater, läkare, arkitekter, revisorer alla i framtiden skulle komma att arbeta bakom identiska apparater med likadana bildskärmar möttes man av total brist på förståelse. Att såväl snabbköpskassörskan som vetenskapsmannen skulle komma att använda samma teknologi verkade totalt främmande. Ändå var detta själva utgångspunkten och visionen för det teknologiskifte som hade sin början på 1940-talet och som femtio år senare blev en realitet för gemene man, ja till och med den äldsta av näringar, byggindustrin, accepterar idag den föreliggande verkligheten. Övergången från industri- till informationssamhälle är ett faktum.

”Datorerna effektiviserar projekterings- och byggprocessen på ett mycket kraftfullt sätt idag”, påstod man för 30 år sedan. Varför var det inte sant då och varför är det sant nu?

Anledningen till datorteknikens genomslag i byggbranschen vid mitten av 1990-talet berodde framför allt på vad som hade hänt utanför branschen. Nämligen att datortekniken hade blivit tillgänglig för gemene man. Från att utgöra skraddarsydd arbetsredskap avsedda att lösa speciella uppgifter har datorsystemen blivit ett kommunikationsmedel som kan användas till att lösa varjehanda uppgift från vilken plats som helst och vid valfri tidpunkt. Datortekniken är inte längre en exklusivitet för specialisten utan ett nytt kommunikationsmedel för alla. Den revolutionerar formerna för umgänget mellan individer och organisationer och skapar möjligheter att förändra arbetsprocesser och organisationsformer.

Det är viktigt att förstå skälet till att tekniken slår igenom just vid mitten av 1990-talet. En anledning är naturligtvis att kraftfulla datorer kan produceras och säljas till priser som hushållen accepterar. En annan är den uppväxande generationens snabbhet att ta till sig och använda tekniken på ett intelligent sätt. Men viktigast är nog utvecklingen från slutna system till öppna plattformar. Innebörden av detta är att all slags information kan behandlas i datorer av helt olika fabrikat. Det låter enkelt, men är i själva verket en oerhört viktig och märkvärdig förutsättning för datorrevolutionen. Den förklarar varför byggbranschen först nu kan tillgodogöra sig teknikens fördelar.

Till en början integrerades dator, operativsystem och program i slutna system för särskilda tillämpningar. På så sätt kunde datorns prestanda optimeras för det arbete den avsågs utföra. Det var nödvändigt med tanke på de jämförelsevis små informationsmängder dåtidens datorer kunde hantera. Datorföretagen utvecklade och sålde såväl datorer som program, och för dem var det naturligtvis en fördel om de kunde behålla sina kunder genom att de bokstaveligen blev fångar i datorsystemen. Kom det ett bättre program från någon annan tillverkare kunde de inte byta eftersom de då var tvungna att skrota hela systemet med hård- och mjukvara. Valet av leverantör var viktigt eftersom man kom att sitta fast i systemen i flera år.

Detta var kanske acceptabelt för stora företag som hade kontroll över hela konstruktions-, produktions-, marknadsförings- och säljprocessen, men en omöjlighet för byggbranschen med sin projektorganisation. Att leda ett byggprojekt är att kombinera kompetenser från ett stort antal medverkande företag som utväxlar mycket stora informationsmängder under projekterings- och byggprocessens gång. För att få detta informationsutbyte att fungera med dåtidens teknik hade det krävts att företagen hade investerat i ett och samma system. Visserligen gjordes försök med den innebörden i Sverige, men de var dömda att misslyckas. Kraven på systemen är nämligen mycket olika för olika aktörer.

För individen och hushållen var det också svårt att våga köpa dator och program. Man riskerade ju att den information man ville ha tillgång till inte gick att behandla därför att det i efterhand visade sig att man valt ”fel” dator. Det geniala med Bill Gates och Microsoft var idén att utveckla och sälja ett operativsystem som vilken hårdvarutillverkare som helst kunde använda. Det innebar att företag över hela världen kunde utveckla program som garanterat fungerade på vilken dator som helst, förutsatt att operativsystemet hette DOS eller Windows. Det viktiga var inte längre vad datorn hette, utan vilken microprocessor och vilket operativsystem som användes. Nu kunde individer och företag, med små och stora datorer, börja utväxla information. På motsvarande sätt innebär utbyggnaden och acceptansen av Internet att en informationsteknologisk infrastruktur har växt fram som erbjuder individer och företag likvärdiga möjligheter att kommunicera fritt över geografiska och nationella gränser.

### **Successivt teknikskifte**

Det finns en numera berömd bild kallad ”The Islands of Automation in Construction” som på ett slående sätt visar hur datortekniken gjort sitt intåg i byggbranschen världen över. Den är



perfekt även för att beskriva hur det gick till i Sverige. Metaforen är landhöjningen i skärgården.

Byggbranschen liknas vid ett hav vid tiden före datorerna. Naturligtvis med stora vågor och motvind och tuffa tag som en skicklig ”job-captain” kan bemästra. Men utan de förrådiska grynnor och skär som datortekniken kom att stå för i mångas ögon. Genom en obeveklig landhöjning började datorerna bli en del av arkipelagen.

På 60-talet tar konstruktörerna datorerna i bruk för att göra beräkningar. Man är mycket tidigt ute hos J&W och HSB. På 70-talet kopplar man samman beräkningar med datorstött ritarbete och systemet får namnet BERIT - beräkna och rita. Under en period ritas 30% av HSB:s bostadsproduktion med BERIT. Problemet är bara att BERIT under en del av miljonprogrammet endast accepterade byggnadskroppar som låg parallellt eller i rät vinkel. Sedermera köptes en tilläggsmodul från USA som klarade mer komplicerade geometriska förhållanden mellan byggnadskroppar. Gränssnittet var ur arkitektens och konstruktörens synvinkel synnerligen krångligt eftersom man fick umgås med BERIT genom att upprätta tabeller över koordinater som stansoperatriserna matade in i systemet. Men visionen om hur datortekniken skulle kunna användas var framsynt och man kopplade samman inte bara beräkning och ritningsframställning utan även utsättning på byggarbetsplatsen.

I en presentation över systemet 1978 skriver journalisten ”Med BERIT kan projektören öka takten och rita 150-200 mm streck i sekunden”. Det är tydligt att datorerna till en början användes för att mekanisera det traditionella arbetssättet, att rita samma ritningar som tidigare, men att göra det fortare och utan fel.

Under sjuttioalets sista år tar några arkitektföretag de första stegen in i CAD-eran och en ny ö stiger upp ur havet. Bland andra White Arkitekter och FFNS Arkitekter utreder och investerar i den nya tekniken. Systemen hette RUCAPS respektive GDS, medan VBB använde Intergraph, bl a för dess goda applikationer för samhällsplanering. Microdatorn är visserligen uppfunnen, men den är ännu ej känd i Sverige och yrkesprogram saknas. Man är därför tvungen att satsa på mycket dyrbara sk minidatorlösningar med en central dator och terminaler utan egen datorkraft. Men föreställningen om att man ska arbeta i tre dimensioner finns där från allra första början.

Vid denna tidpunkt användes CAD-program framför allt av elektronikindustrin för konstruktion av kretskort. Det betydde att det saknades system särskilt utvecklade för arkitektarbete med dess speciella innehåll. Tanken var att man skulle bygga upp företagsegna bibliotek av 3D-komponenter som kunde sättas samman till byggnadsdelar och hela byggnader och anläggningar. Det var ett sätt att rationalisera som byggde på den arkitektursyn som utvecklades under renässansen. Att projektera med dessa system var till lika stor del att också utveckla själva datorsystemet så att det passade byggprojektering. Det fick till följd att CAD-projekteringen ganska snabbt kom att inriktas mot en i viss mening enklare 2D-projektering av framför allt planritningar utan användande av 3D-möjligheterna. 80-talets byggboom gav utrymme för dessa extraordinära satsningar då beställarna accepterade en särredovisad extra kostnad för CAD-projektering.

1981 lanseras persondatorn och 1982 kommer jag under en USA-resa i kontakt med det första CAD-programmet för persondator. AUTOCAD utvecklades ur den lysande, enkla och självklara insikten att vad ingenjörer och arkitekter gör i alla länder och i alla tider är att avbilda sina 3D-konstruktioner i 2D-ritningar i plan och elevation. Hemkommen till Sverige utvecklar jag på mitt arkitektkontor i Uppsala den svenska applikation till AUTOCAD med namnet ArCad som av andra kom att kallas för ”det första CAD-programmet skräddarsytt för arkitekter”. Acceptansen för systemet och det nya arbetssättet kom när den unge arkitekten Gert Wingårdh 1986 ritade sitt första hus, Öjareds golfklubb med systemet. Kombinationen av persondatorns fördelar och en svensk applikation till världens mest spridda CAD-program blev av stort intresse för en yrkeskår som till 90 % arbetade på kontor med färre än tio medarbetare. Efter fusion med efterföljaren CadPoint, som var först med tilläggsmoduler för övriga konsultfack, har applikationsprogrammen till AUTOCAD idag en marknadsandel på ca 80% i Sverige.

Byggtreprenörernas ö växte upp ur havet ur behovet av att kunna utföra automatisk mängdavgivning och kostnadskalkylering samt att effektivisera produktionsplanering, administration och uppföljning. I nutid också av önskan att kunna simulera byggarbetsplatsens logistik och att organisera leveranskedjan från materialindustri till byggarbetsplats. En sammankoppling av mängdavgivning, kalkylering och produktionsplanering är fortfarande ännu endast en eftersträvd funktion. Kanske erbjuder vår tids produktmodellering en lösning. Möjligheten att elektronisk köpa och sälja byggvaror är idag en annan drivande kraft i utvecklingen hos byggtreprenörerna, vars konstruktionsavdelningar var pådrivande i

utvecklingen under åttiotalet. En roll som idag har övertagits av företagens särskilda IT-strategier.

Trots att arkitekter, teknikkonsulter och byggtreprenörer i det enskilda projektet arbetade med samma byggnad och samma geometri, kunde de till en början inte utväxla information med varandra. Viss rationalisering skedde, men den skedde ö-vis hos de olika aktörerna. Någon verklig rationalisering av byggprojektet som helhet till kundens fördel kom därför inte till stånd. 1980-talet blev det decennium då vi i Sverige, och i flera internationella samarbeten, försökte utveckla konverteringsformat mellan olika system så att vi skulle kunna återanvända varandras data utan att behöva mata in dem gång på gång.

IGES, STEP, BEC, NICK, DXF och senare IFC, är förkortningar som för tankarna till alla dessa strävanden. Jag minns en konferens i Washington 1986 då IGES-formatet, International Graphics Exchange System, förevisades. En rektangel föreställande ett arbetsbord flyttades från datorsystem A till system B. I system B såg rektangeln snarast ut som en nygräddad limpa, men applåden från auditoriet var stark. Detta ansågs vara ett stort steg framåt. Och då visste inte system B att rektangeln föreställde ett bord. Informationen hade flyttats i ointelligent form!

I Finland lanserades vid den här tidpunkten tanken att man bara skulle tillåta användning av ett enda CAD-system i byggbranschen, MEDUSA. På så sätt skulle man komma förbi dessa svårigheter att utväxla information mellan skilda system. RATAS-projektet var namnet på ett stort statligt finansierat utvecklingsarbete i Finland som genomfördes bl a med syfte att införa en rationell användning av datorer i branschen. Något konkret resultat kunde emellertid inte utläsas, då den djupa lågkonjunkturen kom att slå ut många arkitekt- och byggföretag. Men i det internationella forskarsamhället har Finland en framskjuten position idag vad gäller IT i byggandet och det nyligen avslutade VERA-programmet har ytterligare flyttat fram Finlands positioner.

I Sverige startade ett liknande utvecklingsarbete av stor betydelse. På konstruktionsavdelningarna på dåvarande Skånska Cement, Philipsson Construction, ABV och SIAB såg man tidigt möjligheterna att med datorer planera och kalkylera byggproduktionen redan i projekteringsstadiet. Tanken var att om projekteringsarbetet strukturerades på ett enhetligt och genomtänkt sätt skulle mängdavgiftning och kostnadsstyrning kunna underlättas och tidigare-

läggas. Problemet var bara att samtliga medverkande konsulter måste använda exakt samma datorsystem. MCAD blev svaret. M stod för mängdning. Det var ett omfattande utvecklingsprojekt som byggde på en koppling mellan CAD-systemet MEDUSA för hanteringen av byggnadens geometri och en förutbestämd databas för hanteringen av mängderna. Det var alltså fråga om ett slutet system, med en fast koppling mellan CAD-systemet och databasen. Det krävde att arkitekten redan i skisstadiet definierade tekniska lösningar som traditionellt hör till betydligt senare skeden av arbetet. Risken fanns att datorsystemet skulle "tvinga" fram designbeslut långt innan tiden var mogen att fatta dem. Systemet var i den meningen ur arkitektsynpunkt mycket kontroversiellt.

Systemet kom aldrig att bli fullt utvecklat enligt planerna. Byggkrisen nådde även Sverige. Och motståndet från dem som företrädde den småskaliga persondatoranvändningen blev allt mer betydande. Men de problem som utvecklarna stötte på säger mycket om var lösningarna inför framtiden måste hämtas, enligt vad vi vet idag.

Svårigheten var att entydigt definiera alla ingående komponenter i en byggnad eller anläggning så att de kunde hanteras i datamodeller. Jämfört med andra länder har Sverige, tack vare en kontinuerlig utveckling av klassifikation och systemtänkande, bl a dokumenterat i BSAB-systemet, en god grund att stå på. Men BSAB-systemet var en förhandlingsprodukt som innehöll det slags kompromisser en människa, men inte en dator kan hantera. En fortsatt utveckling av definitioner, klassifikation och systemtänkande under 1990-talet har resulterat i en betydande uppgradering av BSAB-systemet, men ett fortsatt arbete är nödvändig, bl a vad avser förvaltningsskedets informationsförsörjning.

Några av 1980-talets mest betydelsefulla projekt projekterades med MEDUSA. Ett mycket omtalat projekt var Vasaterminalen i Stockholm, eftersom man där arbetade i en sk CAD-pool som medgav samtidig tillgång till samtliga aktörers information. Ett ännu tidigare projekt, som måste nämnas i detta sammanhang var förvaltningsbyggnaden i kvarteret Älgen i Borlänge. Den pionjärinsatsen blev internationellt känd under namnet "The Elk".

Det som inträffade var istället att 2D-projektering med AUTOCAD-applikationer på kraftfulla persondatorer av alla slags fabrikat i nätverk kom att bli ett slags industristandard. En typisk S-kurva för kvalitetshöjning i industri beskriver bäst vad som skedde. I 1980-talets början introduceras tekniken hos pionjäreterna, medan det stora antalet arkitekter förhöll sig

skeptiska, för att inte säga kritiska. Vid mitten av 80-talet utvecklades tekniken så att den var möjlig att ta i bruk av alla. Ett par år senare började företagen att investera, till en början i enstaka system. Vid slutet av 80-talet hade 80% av företagen CAD. På endast tio år, från det sena 1970-talet fram till slutet av 1980-talet hade en markant kvalitetshöjning blivit ett faktum. Den manuella projekteringen var inte längre förebilden för framställning av system- och bygghandlingar. Även de få som fortsatta att rita manuellt jämförde sina resultat med CAD-ritade handlingar. Idag kan vi notera en skillnad vad gäller arkitekter och teknikkonsulter. Hos arkitekterna används 3D-system som ArchiCad och ADT i betydligt större utsträckning än hos teknikkonsulterna som fortfarande arbetar i 2D med AUTOCAD. Detta har skapat nya behov av system för informationsöverföring.

I bilden av byggbranschens datorisering finns två små öar. De representerar byggmaterialindustrins och fastighetsföretagens datorisering. Jag tror att det är fråga om det slags stora, flata öar som när de väl sticker upp ur havet totalt förvandlar skärgårdslandskapet. Och nu händer det!

Genom att definiera sina komponenter på ett enhetligt sätt i CAD-format underlättar byggmaterialföretagen för arkitekterna och teknikkonsulterna att återfinna och välja ur deras materialutbud. Genom Internet har företagen fått möjlighet att slagkraftigt presentera sina produkter i bild och informationen kan hållas aktuell på ett sätt som vida överträffar vad de tryckta katalogerna förmår. I avancerad 3D-projektering kan informationen om de olika komponenterna tas direkt från materialleverantörernas bibliotek vilket medför stora rationaliseringsfördelar. ArchiCad:s GDL-format illustrerar väl kraftfullheten i denna teknik. Materialindustrin kan medverka till en individuell utformning av byggnader, lokaler och lägenheter motsvarande hur man i bilindustrin skräddarsyr den enskilda bilen efter kundens önskningar. Omvärldens berättigade krav på miljödeklarerade byggnader kan uppfyllas om leverantörerna egenskapsbeskriver sina produkter på ett enhetligt sätt och därmed underlättar för projektörerna i deras beskrivningsarbete. IT kommer förmodligen att medverka till ett mycket närmare samarbete med ömsesidiga affärsfördelar för projektörer och materialindustri.

### **Informationsförsörjning**

Den kanske allra största potentialen i bygg- och fastighetssektorns datorisering finns hos fastighetsföretagen. Dåvarande LM Ericsson Fastigheter samlade systematiskt uppgifter om

sina fastigheter, byggnader och lokaler i ett CAD-baserat informationssystem. Då upptäckte man i genomsnitt mellan 9 – 17 % mer yta i respektive byggnad än vad man tidigare kände till och alltså nu kunde ta betalt för. För att kunna effektivisera lokalanvändningen och finna hyresgäster måste företagen, likt Ericsson Fastigheter, systematisera sin information. Sådana informationsdatabaser underlättar såväl den tekniska förvaltningen som uthyrning och kundkontakt samt den ekonomiska styrningen av fastighetsföretaget. Fastighetsföretagens databaser struktureras på ett annat sätt, och har ett till betydande delar annorlunda innehåll, än vad än bygg- eller relationshandling har idag. Den fastighetsknutna informationen har ett stort värde eftersom den kommer till användning under byggnadens hela livslängd. Det kommer att bli en viktig uppgift att projektera för förvaltning i framtiden.

Det som är påfallande, när man blickar tillbaka på 30 år av datorisering i bygg- och fastighetssektorn i allmänhet, och hos arkitekt- och teknikkonsulterna i synnerhet, är fokuseringen på pappersbaserade handlingar av olika slag. Det är allt bra märkligt att vi under en period av snabbt införande av ny teknik faktiskt har fortsatt att producera och leverera samma slags dokument som när vi projekterade manuellt och kommunicerade via cykelbud. Som om inte datortekniken och dess oerhörda möjligheter att representera information skulle kunna åstadkomma något annat än sedvanliga förfrågningsunderlag i förlängda A0-format. T ex att åskådligt visa en teknisk detaljlösning, i en lättläst IKEA-liknande 3D-instruktion, för den som ska montera utomhus i kyla, blåst och regn. Den nu inledda övergången från ritningsorienterad till modellorienterad CAD liksom övergången från CAD till en bred IT-användning för kommunikation skapar förutsättningar för att bygga såväl projekt som företag på nya sätt.

Vi har alltså idag nått fram till att vi kan utbyta 2D-ritningsfiler via nätverk inom och mellan företag, men vi utväxlar inte regelmässigt 3D-information, än mindre den egenskapsbeskrivning och specifikation i text och siffror som är en nödvändig del av produktbestämningen. Produktmodellering är benämningen på ett alternativt sätt att representera artefakter. Det har fått ett visst genomslag i fartygs-, flyg- och bilindustri och ger en anvisning om framtida informationsbehandling och informationsförsörjning även inom bygg- och fastighetssektorn.

Med byggproduktmodellering avses ett enhetligt sätt att indela informationen om ett byggnadsverk i objekt med angivande av relationerna mellan objekten samt regler för hur denna information ska struktureras och lagras i datamodeller. Det blir nu möjligt att bygga

upp databaser med information om en blivande byggnad som samtliga aktörer har samtidig tillgång till, de kan dela informationen. En enskild uppgift finns på endast ett ställe i modellen, vilket ökar precisionen och minskar felkällorna. Olika aktörer kan hämta det urval information som de behöver och ”projicera” denna information genom det CAD-, kalkyl- eller ordbehandlingsprogram som bäst passar dem. På så sätt gör vi oss än mer fria från den dator tekniska plattformen som måste bytas ut vart tredje år. Men samtidigt blir tillgången till internationella standarder avseende informationsbehandlingen i byggprocessen en nödvändig förutsättning. Sverige är representerat i sådant standardiseringsarbete och kan tack vare IT-Bygg-forskningen både medverka till och hämta hem väsentliga standarder.

SteelCad är namnet på ett finskt program som bygger på produktmodelleringens principer. Det utvecklades till en början för användning vid stålkonstruktion. Programmet levererar via CNC-filer information direkt för tillverkning av stålprofiler och montering utan mellanled. Skanska Stålteknik testade projektering med SteelCad. Det visade sig att produktionskostnaden kunde sänkas med närmare 10%, byggtiden kortades och bygget blev det första med noll fel. Anledningen var att konstruktionen hade provmonterats redan i datorn.

Inte minst för arkitekten och konstruktören blir detta slags gemensamma modellbyggande en utmärkt utgångspunkt för gestaltning och visualisering. Vi har redan kommit långt i möjligheterna att simulera form, färg, ljus, textur, akustik och inomhusklimat på ett naturtroget sätt. Multimediatekniken har givit oss möjlighet att blanda medier och att i rörelse – i förinspelade filmer eller i realtid med Virtual Reality - skapa en föreställning om skala, proportion och rytm i arkitekturen. Parallellt med detta arbete i en virtuell värld ökar behovet av att arbeta i det fysiska, verkliga rummet. Vi måste kunna relatera det vi ser på skärmen till hur det fysiskt byggda faktiskt kommer att uppfattas. Framtidens arkitektskola är en kombination av IT-laboratorier och verkstäder där studenterna gjuter betong, svetsar stålkonstruktioner och skär glas. Inom underhållningsindustrin används virtuell verklighet till att framkalla starka upplevelser i fantasins värld. Men arkitekterna och konstruktörerna har en svårare uppgift eftersom de upplevelser vi kan framkalla med den nya tekniken också ska motsvaras av de verkliga artefakter som sedan byggs.

### **Den IT-baserade projektledaren**

Den stora betydelsen av informationsteknologin är att den kommer att kunna medverka till att skrågränserna i projekterings-, bygg- och förvaltningsprocessen kan överbryggas.

Tidigare arbetssätt förutsatte att varje yrkesgrupp dokumenterade resultatet av sitt arbete i handlingar av olika slag. Dessa bildade utgångspunkt för nästa arbetskedje. I detta byggandets stafettlopp uppstod informationsförluster i skarvarna mellan skedena och mycket arbete utfördes i onödan både på två och tre gånger om. Genom att arbeta i nätverk med en gemensam databas kan ett synkront arbetssätt tillämpas. Samtliga de specialister med sina unika kompetenser som vid varje enskilt tillfälle behövs är oberoende av geografiska avstånd ständigt närvarande för att bidra till att rätt beslut fattas. Arkitekt, konstruktör, byggare och byggherre följer projektet från början till slut och lär av de gemensamma erfarenheterna hur nästföljande projekt ska planeras. Olika aktörer driver projektet framåt i dess olika faser, som cyklisterna i ett lagtempolopp, och alla medverkar i hela processen.

Informationsteknologin ger därmed en infrastruktur för en effektiv informationsförsörjning tvärs genom projekterings-, bygg- och förvaltningsprocessen. Den gör det också möjligt att skapa gemensamma informationsstrukturer som gör informationen om byggnadsverk, deras tekniska lösningar och ingående material och varor tillgänglig under hela deras livslängd och brukstid. Informationen har ett stort värde i sig eftersom den är nödvändig för en effektiv förvaltning och ett framgångsrikt fastighetsföretagande. Detta värde är så stort att vi kommer att se en ny typ av framgångsrika informations- och kunskapsföretag växa fram som organiseras efter kundnytta och kompetens istället för skråtänkande.

För framtiden behöver vi en ny typ av projektledare. Inte en sådan som bryter ner projektet i små delar och ändrar på dem utan att se till helheten. Framtidens projektledare ser till att projektets bärande idéer hålls levande och förstår hur människor kan samspela i kunskapsbyggandet. Det är ett slags IT-baserade projektledare som förmår att utnyttja teknologin i en IT-regissörsroll.

### **IT-strategier beslutade i företagen**

Byggentreprenörer, byggmaterialföretag, arkitekter, teknikkonsulter, fastighetsföretag och andra företag i bygg- och fastighetssektorn har alltså på bred front, men var och en för sig, nu tagit den moderna informationsteknologin i bruk. Sedan 90-talets mitt har användningen och därmed branschens samlade erfarenheter av IT ökat dramatiskt. Till en början sökte man sig fram, men efterhand vanns insikt om betydelsen av att medvetet planera investeringarna i den dyrbara tekniken. Det blev nödvändigt att formulera särskilda IT-strategier som komplement till affärsstrategierna. I t ex ett konsultföretag



utgör IT-kostnaderna för investeringar, drift, underhåll och utbildning den näst största kostnaden efter personalkostnaderna och före lokalkostnaderna.

De ledande bygg- och fastighetsföretagen har nu också tagit de IT-strategiska besluten i företagsledningarna. Det finns inte längre anledning att dra hela bygg- och fastighetssektorn i säck och aska. Viljan finns att utnyttja IT för att skapa bättre produkter och smartare affärsprocesser. I ett internationellt perspektiv ligger Sverige också långt framme. Tillsammans med Finland utgör vi en slags kolvagn med bränsle till ångloket USA. Finland har som nämnts sedan tidigt 1980-tal systematiskt byggt upp ett IT-kunnande inom byggandet som är imponerande och vi kommer framöver att få se intressanta IT-produkter och forskningsresultat därifrån. Vad som nu krävs i Sverige är en stor satsning på bredden ute i företagen.

Det successiva införandet av IT i konsult-, bygg-, byggmaterial- och fastighetsföretagen sedan 1970-talet har visat att det finns luckor i den informationssystematik och i de utväxlingsformat som ska garantera att informationsutbytet mellan företagen och individerna verkligen fungerar. Internet har givit oss TCP/IP-formatet, men varifrån kommer t ex informationsstrukturen i en byggproduktmodell om inte från sektorn själv och i internationellt samarbete över många nationsgränser? En plats vid borden i internationella samarbeten i kunskapsfronten kräver rejäla satsningar på hemmaplan. Det är sådana satsningar som öppnar dörrarna till världens ledande utvecklingscentra.

## Branschgemensamma IT-intressen

Redan under 1980-talet diskuterades behovet av en gemensam satsning på forskning och utveckling kring byggandets datorisering. Partssammansatta arbetsgrupper inom Byggforskningen, Byggstandardiseringen och Byggentreprenörerna förberedde det som senare kom att bli en av branschens största gemensamma satsningar: IT Bygg 1991-97 och IT Bygg och Fastighet 1997-2002. Men det finns också tidiga exempel på hur man inom enskilda yrkesorganisationer förutsåg behovet av kunskapsutveckling för att kunna utnyttja den nya tekniken på ett lämpligt sätt. Svenska Arkitekters Riksförbund, SAR genomförde 1983 den mycket välbesökta konferensen ”Datorn och arkitekturket” som ett resultat av ett flerårigt förberedelsearbete. Redan då uppmärksammades sambandet mellan yrkeskunnande och informationsteknologi. Frågan gällde vilket datorstöd som

verkligen stödde kärnan i arkitektarbetet och förklaringsgrunderna söktes i bl a i designteorin.

1991 startade det nationella forsknings- och utvecklingsprogrammet IT-Bygg med finansiering från Byggforskningsrådet, NUTEK och SBUF. Syftet var att stärka den svenska bygg- och fastighetssektorns IT-kunnande genom att etablera tre forskningsmiljöer vid KTH, CTH och LTH. Sverige behövde en kader disputerade forskare för att långsiktigt höja kunskapen om IT i byggandet, inte minst genom att delta i ett internationellt samarbete. Forskningsprogrammet sökte efter innovationer och medverkade till att lägga grunden till det som senare kom att bli en branschgemensam strategi för framtiden. Men det lämnade få konkreta resultat att omedelbart omsätta i företagen.

När programmet gick in i sin slutfas ställdes frågan om det fanns ett behov av ett fortsatt forskningsprogram och det utvärderades av två internationella experter. Utvärderarna pekade på betydelsen av att finna former för direkt samverkan med industrin; resultaten måste kunna implementeras. I en undersökning ställdes nu två frågor direkt till företagen: 1.) Är industrin intresserad av branschgemensam forskning och utveckling inom IT-området? 2.) Vilka inriktningar är av gemensamt intresse och vad prioriteras högst?

Undersökningens uppgiften var att presentera en representativ och heltäckande bild av bygg- och fastighetssektorns inställning till dessa två frågeställningar. Genom intervjuer och seminarier med ett brett urval branschföreträdare kartlades behovet av en företagsövergripande IT-strategi. Såväl stora som små företag inom olika verksamhetsgrenar var representerade i undersökningen; fastighetsföretag, arkitekter, teknik konsulter, byggentreprenörer, byggmaterialindustri samt informationsföretag. Undersökningen resulterade i ett entydigt stöd för ett fortsatt forsknings- och utvecklingsprogram, men med en annan inriktning än det första. De tillfrågade framhöll betydelsen av att fokusera på branschens gemensamma informationshantering för att därigenom uppnå ökad en produktivitet genom informationssamverkan. De branschgemensamma intressena inom IT-området kunde sammanfattas i två punkter:

- IT tillhandahåller effektiva redskap för att med gemensamma informationsstrukturer göra informationen om byggnadsverk, deras tekniska lösningar och ingående material och varor tillgänglig under hela deras livslängd och brukstid. Utgångspunkten ligger i

förvaltningens behov av information, men är av gemensamt intresse för leverantörer av produkter liksom för planering av byggnader och byggande. De ökade kraven på miljöhänsyn, som de uttrycks i ett kretsloppsanpassat byggande och att husen skall innehålla sunda material, förutsätter information som är långsiktigt tillgänglig för alla parter.

- IT ger en infrastruktur för effektiv informationsbehandling tvärs genom projekterings-, bygg- och förvaltningsprocessen. Här ligger en möjlighet att öka produktiviteten och den efterfrågade kvaliteten genom att överbrygga glapp i processen mellan olika parter. Detta är en förutsättning för att effektivt kunna överföra erfarenheter från förvaltning till nyproduktion. Idag kan vi iaktta hur den traditionella indelningen i olika typer av företag förändras, och därmed förändras också processen. Nya samarbetsformer uppstår, mellan entreprenörer och materialtillverkare, mellan arkitekter och tekniska konsulter och mellan producenter och förvaltare.

### **Sex inriktningar för forskning och utveckling**

Sex huvudinriktningar för forskning och utveckling inom IT-området föreslogs som ett resultat av kartläggningen. Samtliga hade fått ett massivt stöd vid de genomförda intervjuerna och seminarierna. Gemensamt för samtliga inriktningar är att industrin uppfattade dem vara av principiell betydelse för hela projekterings-, bygg- och fastighetsprocessen. De var också av gemensamt intresse för sektorn och de många konkurrerande företagen.

Byggandet är en av världens äldsta näringar, informationsteknologin är den yngsta. Den föreslagna forsknings- och utvecklingsverksamheten skulle ske i mötet mellan dessa två industrier och föreslogs vara av tillämpad karaktär. Hela FoU-området utgör en sammanflätning av utvecklingen inom bygg- och förvaltningsområdet och inom IT-området. Därför beskrevs ett antal principiella inriktningar, inte ett urval av discipliner, delprocesser eller fackområden. Var och en av de sex föreslagna inriktningarna innehöll flera möjligheter att formulera forskningsuppgifter som kunde knytas till skilda verksamhetsgrenar och delprocesser; förvaltning, planering, projektering, byggande eller tillverkning. FoU-programmet tog formen av en matris och så här beskrevs de sex inriktningarna:

### *I Framtida arbetsformer*

Enligt många studier utgör bygg- och fastighetssektorns stela struktur ett hinder för förnyelse. Detta påstås gälla såväl i Sverige som i viktiga konkurrentländer. IT ger förutsättningar för nya arbetsformer och nya samarbetsmönster inom och mellan företagen. Nätverk mellan företag växer fram, personal tele-pendlar osv. Dessa nya möjligheter kan vara grunden för helt nya verksamhetstyper. Alternativa strategier för IT-utveckling kan antas stödja en sådan omvandling. Forskning och utveckling kan både studera processerna som sådana och utveckla nya synsätt och metoder för "business re-engineering".

*Intensiv samverkan mellan olika parter - oberoende av tid och plats - ger bygg- och fastighetssektorn möjlighet till radikalt förnyade arbetsformer. Branschgemensamma insatser behövs för att ge nödvändig kunskap om hur förändringar kan genomföras i en samverkan mellan organisation och teknologi.*

### *II IT-strategier*

När man väl sett möjligheten att utveckla nya, effektivare arbetsformer krävs en strategi för att nå det målet. Många företag och organisationer tar idag fram strategier för sin IT-användning. En gemensam metodik för detta saknas, liksom metoder att utvärdera IT-effekter på verksamheten. Hur ser IT-strategier ut som främjar öppenhet, samverkan och övergång till nya, framväxande teknologier? Utifrån ställer procedurer som EU:s upphandlingsregler krav på säker administration. Till området hör frågor av juridisk och administrativ art kring elektronisk dokumenthantering, upphovsrätt samt kvalitetssäkring och möjlighet att integrera dessa med hjälp av IT.

*Växande anspråk på effektiv administration och säkrad kvalitet ställs internt och från samarbetsparter vid upphandling och uppföljning. De måste mötas genom långsiktiga, öppna strategier där ökad IT-användning idag är en naturlig och väsentlig beståndsdel. Den datortekniska plattformen förnyas vart tredje år, men informationen om byggnaden skall bestå under byggnadens hela livslängd. Detta kan endast åstadkommas genom väl genomtänkta IT-strategier.*

### *III Produkt- och processmodeller*

För all informationsbehandling krävs en förenklad avbildning – en modell - av verkligheten, oavsett om informationen används för projektering, produktion eller förvaltning. I framtiden kan modeller dessutom användas för att dela information genom hela processen. Avsikten med produktmodeller är att göra det möjligt att kunna utbyta information som skapas hos olika parter och i olika system genom att använda gemensamma begrepp för att beskriva byggdelar, system, utrymmen och andra objekt samt relationerna mellan dem. Processmodeller är också centrala för

att kunna samverka, särskilt i nya organisationsformer. Modeller kan användas för att simulera och visualisera den tänkta verkligheten för att uppnå avsedda kvaliteter. Modeller kan användas för kalkylering, produktionsplanering, materialadministration och produktion. I modeller finns informationsstrukturen för drift, underhåll och ekonomisk förvaltning.

*Modeller, som en förenklad bild av verkligheten, kan rätt utformade bära information att användas under hela projekterings-, bygg- och förvaltningsprocessen. Från modellen kan information återföras som erfarenheter att ta hänsyn till vid planering av nya projekt och aktiviteter. Forskning kring både generella och tillämpade modeller bör ingå i ett nationellt FoU-program.*

#### *IV Kommunikation*

Kommunikation i IT-sammanhang består av fysiska förbindelser som telenät och kommunikationsdatorer, men även av standarder och överenskommelser som används för att göra data tillgängliga för olika parter. Man kan skilja mellan projektkommunikation, där datautbyte kan föregås av specifika överenskommelser om hur utbytet skall ske, och allmän kommunikation, där utbytet måste regleras av standarder. Det senare området omfattar bl a standardiserade meddelanden, t ex EDI (Electronic Data Interchange), allmänna databaser inom och utom bygg- och fastighetssektorn, samt givetvis själva kommunikationsnätet, ”de elektroniska motorvägarna”. I intervjuerna framhålls också upprepade gånger vikten av att kommunicera den ”mjuka information” som idag inte stöds av IT-tillämpningar.

*Kommunikation med IT medför rätt utnyttjad nya möjligheter till ett bygg- och fastighetssektorns gemensamma nätverk. Genom att utveckla elektronisk handel, gemensamma informationsbaser och dokumenthantering i projekt ges förutsättningar för en snabbare, mer flexibel bygg- och fastighetsprocess. Gemensamma nätverk är en branschgemensam angelägenhet som fordrar gemensamma forsknings- och utvecklingsinsatser.*

#### *V Gränssnitt*

Gränssnitt omfattar här alla aspekter av interaktionen mellan användare och dator samt hur man kan åstadkomma enkel kommunikation mellan människor via datorer. Utrymme för FoU finns dels i specifikation av program och applikationer som stödjer användaren i yrkesutövningen, dels i studier av gränssnitt mellan användare och dator samt den inbördes samstämmigheten mellan gränssnitten i olika applikationer. En väsentlig aspekt att studera är hur användaren upplever enskilda funktioner och sambanden mellan dem.

Många av de applikationer som används idag har primärt utvecklats för användning i andra industrigrenar och i andra länder. En uppgift för nationella insatser kan vara att påverka utvecklingen genom att klargöra vilka särskilda behov bygg- och fastighetssektorn har, och hur nationella särdrag kan ha betydelse för funktionaliteten.

*Nya och förbättrade gränssnitt och applikationer underlättar spridningen av IT till alla medverkande. Informationsteknologin kan finna nya användare och flytta ut på fältet i byggproduktion och förvaltning. Informationens marknadsvärde ökar när den delas av flera användare. Den kunskapsutvecklingen som behövs är av grundläggande karaktär till gemensam nytta och motiverar därför forskningsinsatser på nationell nivå.*

## *VI Standarder*

Avsikten med all standardisering är att underlätta handel och industriellt samarbete inom och mellan länder. Standardisering i IT-sektorn skiljer sig ofta från ”klassisk” standardisering eftersom produktionen av information så intimt hänger samman med utbytet av information. Den snabba tekniska utvecklingen inom IT-området medverkar dessutom till att standardiseringsarbetet med nödvändighet får forsknings- och utvecklingskaraktär. Istället för att fastställa en gemensam form för redan utvecklade produkter eller metoder utgör standardisering inom informationsområdet en kontinuerligt pågående process. Många utländska universitet och forskningsinstitut är liksom industrin djupt engagerade i standardiseringsarbetet.

Vi har i Sverige en stark nationell tradition inom den del av detta område som gäller klassifikation och systematik avseende byggnadsverk och byggproduktion. BSAB-systemet med dess tabeller för olika aspekter är det mest kända arbetet. Den eftersträvade integrationen av olika IT-tillämpningar kan uppnå en högre nivå om man har en för olika parter gemensam och entydig klassifikation och systematik. Nya områden för klassifikation blir aktuella när informationsutbytet mellan olika parter ökar genom ökad IT-användning. Exempel på sådana områden är klassifikation och systematik för att beskriva verksamheter, utrymmen och miljöpåverkan. Ett viktigt framtida område är klassifikation för förvaltning av byggnader och anläggningar.

*Standardiseringsarbete inom IT-området bestämmer ramarna och möjligheterna för att åstadkomma en bred tillämpning av IT. Till skillnad från traditionell standardisering uppstår nyttan inte enbart inom det enskilda företaget utan framför allt i samverkan mellan företag inom och utom landet. Därför är det en branschgemensam angelägenhet att svensk bygg- och fastighetssektor förfogar över resurser för att ta initiativ till och kunna bedriva standardisering.*

## **En nationell IT-strategi**

Industrin prioriterade tre av de sex inriktningarna därför att de ansågs ha den största potentialen för att lämna bidrag till ökad produktivitet och kvalitet i företagens kärnverksamheter. De ansågs dessutom vara konkurrensneutrala. De tre inriktningarna var: standarder, kommunikation samt produkt- och processmodeller.

Bygg- och fastighetssektorn består av rikt förgrenade nätverk av företag i ständig samverkan i olika konstellationer och med ett enormt stort informationsutbyte mellan många organisationer och individer. Den övergripande IT-miljön måste därför vara både robust och flexibel. Detta är nödvändigt för att medge de snabba organisatoriska förändringar mellan projekt med nya parter, ny rollfördelning och varierande informationsflöden. En robust IT-miljö är en förutsättning för fastighetsföretagens långsiktiga informationsbehandling. Lösningen låg i utveckling av *en gemensam IT-plattform*.

Koncentrationen till de tekniska högskolorna upplevdes som begränsande. Forskning och utveckling kring teknik hade fått det dominerande utrymmet hittills, och en tydlig koncentration hade skett till produktionsfasen på bekostnad av förvaltningsfrågor. Det nya programmet föreslogs därför vara ett samhållet program för såväl bygg- som förvaltningsfrågor bestående av tre delar som studerade 1) branschövergripande, 2) produktionsinriktade och 3) förvaltningsinriktade IT-frågor. För var och en av de sex föreslagna inriktningarna skulle denna indelning göras för att därmed säkerställa en IT-utveckling som gynnar en ökad samverkan inom bygg- och fastighetssektorn som helhet.

Det fortsatta programmet föreslogs söka en bredare bas av medverkande forskningsinstitutioner: tekniska högskolor, handelshögskolor, universitetsinstitutioner, t ex företags ekonomi. I andra europeiska länder, inte minst i våra nordiska grannländer, bedrivs också omfattande forskning på området, och förslaget förordade en systematisk samverkan med universitet och institut som bedriver sådan forskning. Kunskapsöverföringen mellan högskolor och företag ansågs vara otillräcklig. Det gäller i lika hög grad förmedlingen och nyttiggörandet av forskningsrön som formuleringen av forskningsuppgifter med relevans för industrin. Det föreslogs därför att forskningsprojekten bedrivs i former där industrin aktivt involveras i projektarbetet för att uppnå en direkt dialog mellan forskare och praktiker, mellan teori och praktik. Som slogan för det nya programmet formulerades

devisen ”Från innovation till implementation”. Nu var det dags att nyttiggöra landvinningarna på IT-område på bred front i byggande och fastighetsföretagande.

## **IT Bygg och Fastighet 2002**

Idén om en gemensam IT-plattform för bygg- och fastighetssektorns företag hade en samlande kraft och ledde år 1997 till starten av IT Bygg och Fastighet.

Programmets sammanlagda 118 MKR har fördelats med en fjärdedel vardera till forskning och utveckling respektive standardisering och hälften till implementering. Företagen svarade för 60% av finansieringen, staten via BFR/Formas och NUTEK/Vinnova svarade för 40%. Planering, styrning och genomförande sköttes av ett fristående konsortium och en programstyrelse. En intressant arbetsform som har medverkat till programmets framgång. Inte mindre än 200 personer har på olika sätt varit engagerade i arbetet.

Resultaten av programmet är av flera olika slag. Under programmets fem verksamhetsår har arbetet med att formulera erforderliga standarder för produkt- och processmodellering, datautväxling, dokumenthantering och metadata, förvaltningsinformation samt projektnätverk och projektkommunikation tagit ett rejält kliv framåt. Man kan redan se fina resultat av programmet. Ett flertal programleverantörer har implementerat väsentliga delar av dessa standarder, men det är viktigt att sektorn är fortsatt tydlig i sina krav gentemot leverantörerna. I programmets andra halvlek satsades 30 MKR i ett antal rena implementeringsprojekt i vilka vunna delresultat sattes samman till en ur praktikersynpunkt fungerande helhet som testades i s k demoprojekt.

Det första gällde tillämpning av IFC, Industrial Foundation Classes för produktmodellering och datautväxling. Det utgjorde ett samarbete mellan bygg- och fastighetsföretag och IT-leverantörer som infogade dessa de facto-standarder i respektive programprodukt och testade funktionaliteten vid datautväxling mellan vitt skilda applikationsprogram.

Det andra gällde dokumenthantering och metadata. En väsentlig uppgift var att i internationellt samarbete bestämma hur informationen om informationen, s k metadata, ska utformas för att täcka bygg- och fastighetssektorns särskilda behov.



Det tredje projektet gällde projektnätverk och projektkommunikation. Här testades även användning av mobila lösningar ute på fältet. Frågan om hur arbetsformer och organisation påverkas och kan utvecklas vid samarbete över nätet behandlades.

Det fjärde projektet gällde ett av programmets mest centrala teman som är förvaltningsinformation. En huvudpunkt i projektet är att man enats om en generell processmodell för informationshantering i fastighetsföretagande. Med stöd av ett antal ledande fastighetsföretag lades grunden till ett system för förvaltningsinformation som ska underlätta i fastighetsföretagandets alla faser. Bl a ska den information som skapas under projektering och produktion från början förberedas så att den kan återanvändas och kompletteras för användning i fastighetsföretagens kärnverksamhet.

Det femte projektet gällde IT i utbildningen. Det syftade till att förstärka IT-innehållet i byggutbildningarna i landet och till att finna former för vidareutbildning. Ett av projektets resultat är denna lärobok som alltså i stor utsträckning bygger på kunskaper vunna ur IT Bygg och Fastighet.

Vid årsskiftet 2002-2003 spreds resultatet av de fem årens arbete. 50.000 CD-skivor med översikter, sammanfattningar och kompletta rapporttexter distribuerades med facktidningar till byggherrar och förvaltare, arkitekter, tekniska konsulter, byggare och materialföretag. Hela resultatet gjordes dessutom tillgängligt över [www.itbof.com](http://www.itbof.com).

Programmet har utvärderats vid två tillfällen. Det har, enligt utvärderarna, ett brett stöd i branschen och har mycket väl lyckats leva upp till sin målsättning. Det har bidragit till att ”man ser konturer av lösningar som inte var vid handen för 3 – 4 år sedan”. Ett viktigt delresultat är de elva doktorander som avlagt licentiat- och doktorsexamina inom programmet.

### **En gemensam IT-plattform**

IT Bygg och Fastighet 2002 var ett branschgemensamt program för att implementera informationsteknologi i bygg- och fastighetssektorn på sektorns villkor. Målet var att bygga en gemensam IT-plattform för att underlätta samverkan och att därigenom öka sektorns förmåga att skapa kundnytta.

IT Bygg och Fastighet 2002 visar hur näringsliv och samhälle kan samverka i finansiering och genomförande av ett strategiskt utvecklingsprogram. Det är också ett exempel på hur bygg- och fastighetssektorn i ord och handling river barriärer mellan praktiker och forskare. I princip samtliga projekt byggde på att det fanns en tydlig personkoppling mellan näringsliv och högskola. Det demonstrerade därigenom tydligt att teori och praktik är ömsesidigt beroende av varandra. Men också att forskare och praktiker arbetar under skilda betingelser med krav på respekt för varandra och varandras integritet.

Huvudresultatet av arbetet är en fördjupad och breddad förståelse för betydelsen av en medveten informationshushållning i bygg- och fastighetssektorn. Programmets utvecklingsresultat kan beskrivas med fem begrepp, alla underordnade begreppet Information Management: Document Management, Content Management, Product Data Management (PDM), Knowledge Management och Records Management.

*Document Management*, datorstödd dokumenthantering, syftar till att skapa överblick, ordning och tillgänglighet bland den stora mängden dokument i byggande och förvaltning med hjälp av sökbegrepp och sökmetadata. Enligt en undersökning år 2000 bland 1300 svenska företag inom bygg- och förvaltning, råder en stor förväntan på att denna teknologi på kort till medellång sikt ska medverka till en nödvändig effektivisering av den digitala informationshanteringen. Detta gäller framför allt i stora projekt där en ostrukturerad elektronisk informationshantering annars riskerar att skapa kaos.

*Content Management* medverkar till att ordna dokumentens inre struktur så att dokumentinnehållet är återanvändbart i andra system än i vilket det skapades. *PDM* är den informationshantering som kretsar kring avbildningen av själva produkten och som medverkar till att aktörerna kan dela produktdata trots att de anlägger skilda perspektiv på dessa.

*Knowledge Management* hanterar frågorna kring erfarenhetsåterföring och medverkar till att kunskaper vunna ur enskilda projekt görs tillgängliga som strukturkapital i företagen och därmed blir möjliga att använda i nya projekt. Detta är centralt bl a för fastighetsföretagens möjligheter att utvinna nytta ur den projektdatabas som byggs upp under projektering och produktion.

*Records Management* slutligen hanterar spårbarhet i affärsinformationen och är inte minst viktig vid elektronisk handel.

### Allt är inte information som glimmar

I vår tid tenderar vi att se olika problem just som informationsproblem och vi söker inte sällan informationstekniska lösningar på frågeställningar av de mest skilda slag. Att erbjuda mer och mer information kan dock få omvänd effekt. Frågeställningarna kan bli än mer svåröverblickbara, beslutsvåndan än större. Sambandet mellan orsak och verkan försvinner i en dimma av information av okänd kvalitet. Informationen flödar, men det är svår vunnen insikt och kunskap som behövs.

Ett aktuellt och kanske tillspetsat exempel är de många företag som i all hast lämnade sin kärnverksamhet för att istället erbjuda IT-tjänster, e-handel med business to business-lösningar och web-sidor utan att riktigt veta vad saken gällde. Genomgående för dessa företags IT-lösningar var att det saknades en bakomliggande stabil informationsstruktur som gör informationen till något mer än en ytlig bild av information. Väl strukturerad information är mångsidigt användbar och åldras vackert.

Vad vi kan lära av IT Bygg och Fastighet är betydelsen av en informationsteknologi som utgår från praktikens behov och önskemål. Det är att vända frågeställningen rätt. Hittills har föreslagna IT-lösningar alltför ofta endast utgått från informationsteknologins möjligheter. Nu måste praktikens behov av förnyade arbetsprocesser vara utgångspunkten för utvecklingen av lämpliga IT-hjälpmiddel. Det blir en utmaning värd namnet för en nymorad IT-industri.

Hittills har diskussionen om införande av informationsteknologi framför allt gällt hur vi, genom att strukturera informationen på ett standardiserat sätt, kan göra den återanvändbar och för att därigenom effektivisera informationshanteringen tvärs genom projekterings-, bygg- och förvaltningsprocessen. En ny aspekt på samma tema är fastighetssektorns informationsbehov.

Betoningen av möjligheterna att effektivisera informationshanteringen leder naturligen till att intresset fokuseras till utveckling av bl a dokumenthantering och produktmodellering. Det är bra och nödvändigt att samspelet mellan företagen i sektorn underlättas, byggkost-

naderna måste sänkas och byggfelen elimineras. Men detta är bara *en del* av den positiva förändring som informationsteknologin kan medverka till. Forsknings- och standardiseringsverksamheten tenderar emellertid att allt för ensidigt syssla med sektorns interna behov av effektivisering och modernisering, att förbättra ”back-office”. Det gäller att också utveckla ”front-office”, d v s att stödja dem som arbetar skarpt i direkt kontakt med kunden. Hur kan kontakten med beställaren, kunden, uppdragsgivaren och de som använder och förvaltar hus och anläggningar förbättras? Kommer IT att kunna medverka till en utveckling av byggnadskonsten?

Låt oss så återvända till inledningen. Hur få till stånd en eftersträvad skärpning och förnyelse av bygg- och fastighetssektorn?

### **Förnyelseparadoxen**

Enligt Eskil Ekstedt är förnyelseparadoxen ett tillstånd där aktörerna i en bransch upplever ständig förnyelse i och med att projekt, arbetskamrater, arbetsmiljö och arbetsort hela tiden byts ut, samtidigt som tekniken och de olika aktörernas plats i en tyst underliggande struktur bibehålles. Individerna kan uppleva sitt arbete som händelserikt och fyllt av arbetsuppgifter som i och för sig kräver a jourhållning eller ”uppdatering” av kunskaper på 1-2-dagars kurser, trots att det grundläggande arbetssättet inte utvecklas ett dugg. Denna paradox, med bristen på teknisk förnyelse å ena sidan och den ständiga förnyelsen genom nya projekt å andra sidan, ger inget incitament för effektivitetshöjning. För den enskilde är förnyelsen påtaglig oavsett om den sätter spår i branschens förnyelse eller ej. Förnyelseparadoxen är högst giltig för oss i byggbranschen. T ex lär produktivitet utvecklingen inom byggindustrin ha varit negativ under de senaste 20-30 åren. Hur ska de grundläggande arbetsprocesserna kunna förbättras om sektorns aktörer är fullt upptagna av endast skenbara förändringar? Hur kan IT medverka till ett verkligt kunskapslyft i bygg- och fastighetssektorn?

### **Kunskapsutveckling i företag och projekt**

Projektnätverket är byggandets viktigaste kunskapsmiljö. Steg för steg ackumuleras kunskapen genom växlingar mellan de medverkande. Nästan ingen kategori ingår i nätverket hela tiden, från idé till förvaltning. Hittills har företagen haft en begränsad betydelse för utveckling av kompetens. Erfarenheterna från projekten har inte ackumulerats. De har inte på ett systematiskt sätt förädlats eller flyttats mellan projekten.

Detta har accepterats eftersom de underliggande strukturerna har varit oförändrade under lång tid. Ett byggande och fastighetsföretagande på marknadens villkor förändrar emellertid detta i grunden. Nu vill det till en kompetensutveckling av ett helt annat slag än tidigare. De företag som kommer att visa sig vara de mest konkurrenskraftiga är de som förmår utveckla kunnandet på företagsnivå och som finner former för att omsätta detta i projekten. Det är på så sätt som kvaliteten och produktiviteten kan öka och byggfelen minska.

Ofta beskrivs byggsektorn som hantverksmässig, efterbliven och ineffektiv med sina unika produkter. Men när den fasta industrin nu fokuserar på tjänsteproduktionens villkor för att kunna erbjuda skräddarsydda produkter framhålls byggsektorn som en förebild vad gäller kundorderanpassade nätverk. Slutsatsen är att projektorganisationen kan utformas antingen så att den bevarar det bestående *eller* utgör förnyelsens viktigaste uttrycksform.

Även i framtiden kommer det att vara i projekten som det blir tydligt vilka ytterligare förbättringar som är nödvändiga. Det är här man kan finslipa arbetsprocessen och pröva nya tekniker. Men det är viktigt att den nya kunskap som vinnas i projekten också återförs till företagen som blir de naturliga agenterna för spridning av de idéer som genereras i projekten. Här spelar också samspelet mellan de projektorienterade, producerande företagen och de långsiktigt erfarenhetssamlade, förvaltande företagen inom sektorn en viktig roll.

Företagen utgör kunskapsbärare och informationsteknologin tillhandahåller en infrastruktur för samverkan mellan företag i ett otal kombinationsmönster. Det är viktigt att dessa mönster nu får växa fram av egen kraft. Av gemensamt intresse är utveckling av kommunikationsprotokoll och informationsstandarder. Det visar IT Bygg och Fastighet att vi kan klara, utan något byggsektorns IT-banverk eller någon grosshandlare som mellanhand mellan företag och informationskälla. Konsten för byggandets institutioner som t ex Svensk Byggtjänst, Byggdok och Byggstandardiseringen/SIS är att utveckla databaser som är tillräckligt intressanta. Vi kommer garanterat att kunna nå dem om vi har nytta av dem.

## **Den virtuella verkligheten överlagrar den materiella**

Det är inte bara arkitekter och byggare som kommer att besöka virtuella världar i framtiden. Fyra miljoner svenskar använder Internet, hälften av oss dagligen. En ny infrastruktur växer fram vid sidan om den gamla. IT utgör en plattform för enkel och snabb kommunikation mellan människor via datorer. Trafikvolymen på Internet är större än telefonin. Envar tillbringar allt mer av sin tid i den virtuella världen på de digitala motorvägarna, där vi besöker ”platser”, ”torg” och ”portaler”. IT-företagen bygger här en arkitektur utan hus. Den nya stadsplaneringen handlar om att skriva datakod och sprida mjukvaruobjekt för att skapa virtuella platser och elektroniska vägar mellan dem, enligt William J. Mitchell i boken ”Den digitala staden”.

Människor arbetar via nätet, de utbildar sig, de köper och säljer varor och tjänster. Ja, vi knyter personliga kontakter och lär till och med kunna bli förälskade och finna den ”rätta” via webben enligt forskning på MIT. Eftersom byggsektorns kunder använder IT i sina kärnverksamheter i snabbt växande takt kan det förväntas innebära att nya krav ställs på byggnader och anläggningar och på den gamla infrastrukturen. Ägare och förvaltare ställs inför krav på nya funktioner och ny service i såväl nya byggnader som det befintliga byggnadsbeståndet. Facility Management handlar inte minst om att tillhandahålla IT-funktioner som en integrerad del av fastigheterna.

Ta sjukvården som ett exempel. Med hjälp av tittskåpskirurgi och telenärvaro kommer läkaren till patienten som linkar hem samma dag som operationen ägt rum. Tänk bort sjukhussängen och de breda, dubbelfiliga korridorerna och ställ frågan: Hur ser framtidens sjukhus ut?

Ta laboratorier som ett annat exempel. Framför oss ser vi apparat-täta, installationsfyllda rum för forskning och utveckling. Så får vi veta att med IT görs kemiska experiment genom modellering på datorskärm och i VR-simuleringar. Tänk bort provrör, kolvar, säkerhetsskåp, desinfektorer och ventilationsaggregat och bilden av framtidens laboratorium är inte längre lika självklar.

Ta utbildning som ett tredje exempel. I informationsåldern blir vår förmåga att söka, finna, fånga och bedöma information för ett livslångt lärande viktig. Utbildning, internationell samverkan mellan skolor och distansutbildning via nätet kommer att

påverka pedagogik, kursplanering och marknadsföring av utbildning. Hur ser framtidens skola ut? Har den rentav en byggnadslös arkitektur? Bilden är inte självklar, eller hur?

Nätet gör det möjligt att arbeta på distans, t ex från bostaden. Där behövs en avskild plats för arbete, samt bredband och router för snabb och säker datakommunikation. Kanske inryms dessa arbetsplatser i en datorstuga i flerbostadshusens bottenvåning där du arbetar 1 – 2-dagar i veckan. Med vuxna i bostadsområdet på dagtid följer caféer, matställen och kemtvätt och annan service. När barnen kommer hem på eftermiddagen lyser det i husen och gränsen mellan boende och arbete, ung och gammal, upplöses. Detta skulle kunna bli de positiva ”revolution” i stadsbyggandet som vi sökt sedan 20-talet.

Men också själva begreppet stad kommer i ny dag. Vi är vana att se husens fasader som en återspeglning av husens inre funktion, innehåll och betydelse. Vad händer när bankernas och försäkringsbolagens hus, som ramar in de centrala torgen i städerna, ”Internet-transformeras” som facktermen lyder? I takt med att allt fler av oss klarar av våra bank- och försäkringsärenden via nätet kan ju banker och försäkringsbolag flytta ut i industriområdena. Transaktionerna kan skötas i datorer som övervakas av ett litet antal dataoperatörer. Intelligentian sitter antagligen då redan i London, Genève och New York och håller koll på verksamheten i provinsen Sverige via nätet.

Kommer butikerna att bli ”showrooms” när inköpen görs i elektroniska postorderkataloger? Hur ser den äldsta av institutioner, fängelset, ut när fången bär elektronisk fotboja? Hur ser kontoren ut om vi arbetar allt mer på distans? Som en engelsk club, förslår Francis Duffy och fastslår:

*”Technology, organizational structure and the physical environment are intimately correlated. Nothing will remain the same. Everything is subject to change”.*

## REFERENSER

Brown, John Seely & Duguid, Paul, 2000, *The Social Life of Information*, Harvard Business School Press, Boston.

Duffy, Francis, Hutton, Les 1998, *Architectural Knowledge. The Idea of a Profession*, E & FN SPON, London.

Dahlbom, Bo & Mathiassen, Lars, *Computers in Context. The Philosophy and Practice of Systems Design*, NCC Blackwell, Cambridge, Massachusetts.

Danielson, Ulf & Wikforss, Örjan, 1998, *Datorernas intåg*, Stockholms byggnadsförening.

Ekstedt, Eskil & Wirdenius, Hans, 1992, *Kompetensutveckling i projektorganiserade företag: Rollförändringar i byggprocessen*, i Marking, C., *Kompetens i arbete*, Stockholm, Publica.

Gärdenfors, Peter, 1996, *Fängslande information*, Natur och kultur, Stockholm.

Howard, Rob, 1998, *Computing in Construction. Pioneers and the future*, Butterworth-Heinemann, Oxford.

IT Bygg och Fastighet 2002: *Programskrift 1997*.

IT Bygg och Fastighet 2002: *Verksamheten 2002*.

Mitchell, William, J., 1995, *City of Bits*, MIT. Norstedts, 1997.

Mitchell, William, J., 1999, *e-topia*, MIT. Brain Books, 2000.

Schön, Donald, A., 1983, *The Reflective Practitioner. How Professionals Think in Action*, BasicBooks, USA.

SOU 2002:115, *Skärpning gubbar!* Betänkande av byggkommisionen, Stockholm 2002.

Wikforss, Örjan, 1995, *Nationell IT-strategi för bygg- och fastighetssektorn*, SLU, Uppsala.