

17/67

LTH 48
BYGGNADSTEKNIK I

Jimmy Gustafsson:

**ANALYS AV PROJEKTERINGSKOSTNADER
KAN GE BILLIGARE HUS**

Särtryck ur tidskriften Väg- och vattenbyggaren 12:1966

Rapport 17:1967

UDK 721.011

69.003.12

Analys av projekteringskostnader kan ge billigare hus

Analysis of Projection Costs Can Make Buildings Cheaper

av civilingenjör *Jimmy Gustafsson*,
ingenjörfirman Orrje & Co AB, Stockholm

Utgivare. Statens institut för byggnadsforskning
Box 27.163 · Stockholm 27

Denna rapport utges enligt byggforskningsrådets beslut med medel från fonden för byggnadsforskning; försäljningsintäkterna tillfaller fonden.

Analys av projekteringskostnader kan ge billigare hus

Jimmy Gustafsson

I en arbetsrapport från HALTH rörande en utredning för Statens Råd för Byggnadsforskning beskrivs bl a en användbar kartläggningsteknik för analys av projekteringskostnader vid husbyggnad. Civilingenjör Jimmy Gustafsson, Orrje & Co, förmedlar här några synpunkter kring problemen baserade på denna rapport.

UDK 721.011
69.003.12

Kännedomen om projekteringsarbetets kostnadsammansättning är på de flesta håll dålig. Detta är speciellt påtagligt då olika organisation och metodik diskuteras och jämförs. För planering och kalkylering av tid, kostnader och resurser saknas det kunskapsunderlag som erfordras. Denna brist har kostat byggherrar och projektörer mycket pengar. I och med att fasta priser för vissa delar av projekteringsarbetet blir allt vanligare kommer projekterarna att än mer kännbart drabbas av felkalkyler.

Enda sättet att komma till rätta med svårigheterna syns vara att i avsevärt högre omfattning än hittills kartlägga och analysera kostnaderna. Data-behandlingsteknikens utveckling har gjort det möjligt att relativt enkelt utnyttja det omfattande underlag som tidsredovisningen inom tex konsultföretagen utgör. Denna redovisning bör byggas ut på ett ändamålsenligt vis att passa till de kalkyl- och planeringssystem som utvecklas.

Utfört kartläggningsarbete

År 1961 tog flera års återkommande diskussioner och funderingar det uttrycket att HALTH (civilingenjörerna Sven Hultquist, Sten Albrektsson, Gösta Lundin, Sven Tyrén samt tekn dr Åke Holmberg) efter diskussioner med Statens Råd för Byggnadsforskning beslöt starta en utredning med syfte bl a att söka kartlägga projekteringsarbetets kostnadsstruktur.

Första etappmålet var att finna en användbar kartläggningsmetodik med vars hjälp olika variabler i arbetet kunde studeras. Med ett sådant instrument skulle förutsättningar finnas att objektivt mäta och värdera resultatet av olika arbetstekniker och organisationsformer för projekteringsens bedrivande.

Genom att i nästa utredningsetapp tillämpa kartläggningsmetodiken på ett reellt projekt kunde tekniken provas och instrumentets analysförmåga över-

blickas. Samtidigt erhöles början till ett statistiskt underlag för tid- och kostnadsplanering av projekteringsarbete och även ett första material att belysa de pågående diskussionerna om bl a kostnadsproblemen.

Sedermåra utökades målsättningen för studien till att omfatta ytterligare två objekt. Detta skedde inte i första hand för att kunna jämföra tre olika tillvägagångssätt, därtill skulle ett avsevärt mer omfattande material erfordras, utan för att ge en uppfattning om vilka skillnader i strukturen som skulle kunna observeras. Fanns det över huvud taget några återkommande karakteristika?

Vid kartläggningen studerades för två av projekten konsulternas arbete från första utredningsskisserna till och med slutbesiktningen och därmed sammanhängande arbete. För det tredje av de studerade projekten har av tidsskäl kartläggningen avbrutits i och med att samtliga handlingar färdigstälts och lämnats ut för anbudsräkning.

Ändringskostnader 16,9 %

I projekteringsarbetets natur ligger att arbetet ibland måste byggas på oklara förutsättningar. Det merarbete som blir följden av att utgångsvärdena under arbetets gång visar sig ohållbara kan därvid inte lastas någon. I andra fall skapas dock merarbete i form av ändringar som skulle ha kunnat undvikas.

I utredningar har mängden ändringsarbete registrerats för olika delarbeten. Med ändringar har därvid avsetts arbete föranlett av utifrån till en arbetsgrupp ankommande informationer medförande ändrade förutsättningar för arbetet eller sådana kompletteringar av dessa som normalt borde ankommit tidigare. Ofta har det visat sig att ett ändringsbeslut fått konsekvenser av avsevärt större omfattning än vad som från början överblickades.

Av kartläggningen framgår att ändringsarbete enligt den använda definitionen utgjort 16,9 % respektive 12,7 % vid två av objekten, således avsevärda kostnader. Materialet är för litet för att de vanligaste ändringsorsakerna ska kunna utpekade i detta skede. Några påtagliga källor ska här nämnas, dock utan rangordning.

1. Byggherren ändrar programmets förutsättningar eller ingriper på annat sätt i projekteringsarbetet (ingriper för sent).

2. Granskande myndigheter begär ändringar eller kompletteringar.

3. Entreprenören önskar utbyte av material eller önskar ändra arbetsmetod och standard.

4. Specialister inkopplas för sent.

5. Brister i informationskedjan medförande att ändringsbeslut inte tränger igenom tillräckligt snabbt.

6. Preliminära uppgifter tas för definitiva och läggs till grund för beräkningar utan hänsyn till flexibilitetskrav.

Till denna lista kan läggas rena felkalkyler, missförstånd m m vilka dock ej varit vanligt förekommande eller medförande allvarliga konsekvenser. Man kan notera att pressade tider ökar risken för ändringsarbeten och är en del av det pris som får betalas.

Bland de mer eller mindre uppmärksammade erfarenheter som kan nämnas bakom de i undersökningen registrerade ändringskostnaderna är följande:

Tillräcklig tid och kostnad bör ägnas åt projekterings inledande skede då de tekniska och ekonomiska programmen för det fortsatta arbetet görs upp. Samtliga förutsättningar måste framläggas för diskussion och analys innan utgångspunkterna för arbetet fastläggs. Under arbetets gång kan givetvis förutsättningarna ändras men ett väl genomarbetat program inbesparar mycket arbete och kostnader.

En markerad skedesindelning där byggherren tar definitiv ställning till utarbetade förslag innan påföljande etapp påbörjas bör eftersträvas. Eventuella överlapp kan spara någon tid men kan även komma att medföra fördyrande merarbete. Eventuella "chansningar" i detta avseende bör vara överenskomna mellan parterna.

Specialister av olika slag bör inkopplas i god tid. Även om en viss färdskjutning mellan olika gruppers arbete kan vara rationell bör fackspecialisterna inkopplas för konsultationer hellre för tidigt än för sent.

Då entreprenören önskar byta material blir ibland byggherren oförskyllt lidande genom att han får betala kostnaderna för ändringar i handlingar och annat merarbete som kan bli följderna.

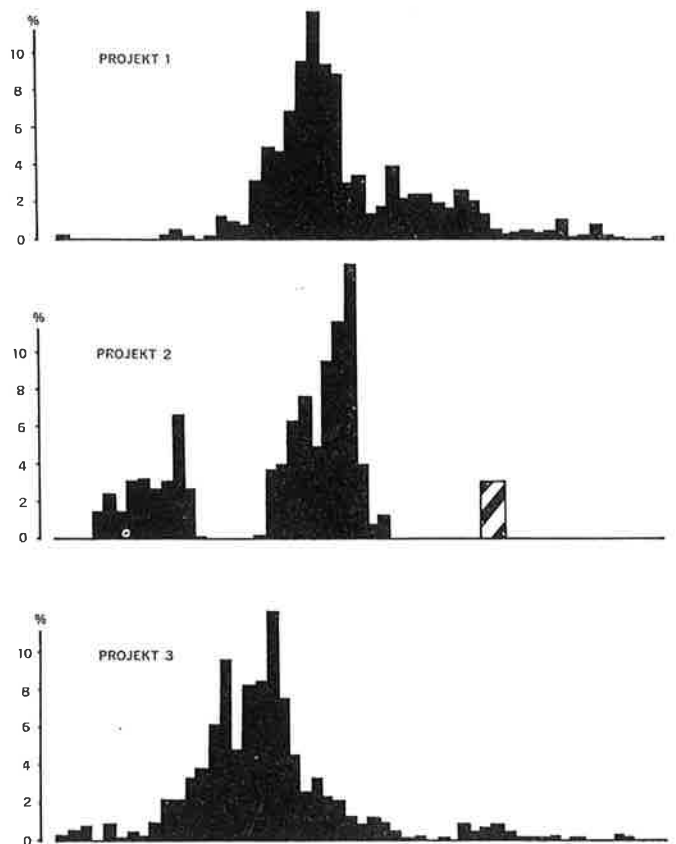


Fig 1. Arbetsvolymens fördelning i tiden vid tre studerade projekt uttryckt i procent per tidsenhet. Tidaxelns längd motsvarar efter skaländring tidrymden från projekteringsstart till slutbesiktning av färdig byggnad (för objekt 2, som ännu befinner sig i utförandeskedet, har återstående tid uppskattats).

Kartläggningens uppläggning medger att kostnader och konsekvenser av enstaka ändringsbeslut teoretiskt skulle kunna spåras. Vid eventuella kommande projekt kommer ytterligare möda läggas vid att följa upp detta intressanta avsnitt.

Ojämn arbetsbelastning

Arbetet under projekteringen fördelar sig mycket ojämnt. Att det oftast blir nödvändigt med övertidsarbete under vissa perioder, speciellt i samband med att en handlingsomgång ska levereras, kan säkerligen omvitnas från många håll. Att hålla en jämn (och hög) sysselsättning är en grundförutsättning för verksamhet inom de flesta områden. Konsultens ersättning för arbetet baseras normalt på nedlagd tid på det aktuella objektet. För spill- och väntetider får han ingen direkt betalning utan är hänvisad till att hålla sina "tomgångskostnader" inom ramen för det utrymme som omkostnadspålägget ger. Varje opåräknat uppehåll i arbetet kostar således pengar åtminstone för någon av de inblandade parterna. Varje arbetstopp frestar dessutom på per-

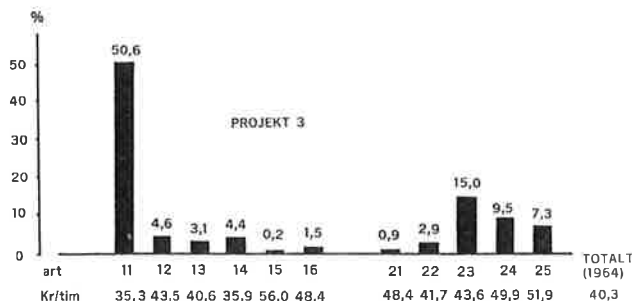


Fig 2. Arbetstiden fördelad på art för projekt 3, kontorsbyggnad (11: ritarbete, 12: beskrivningar, 13: mängdförteckning, 14: beräkningar, 23: allmän problemlösning, 24: kontaktarbete, 25: övrigt).

sonalen och framtvningar måhända motsvarande uppehåll i andra arbetsobjekt, som bedrivs parallellt.

I fig 1 illustreras hur den samlade konsultinsatsen varierat i tiden för de olika objekten. Om arbetstiden i stället redovisats för de olika fackavdelningarna separat blir bilden än mer ojämn och går man ned till arbetsgrupper eller individer blir ryckigheten än mer framträdande. Varför blir mönstret så ojämnt? Kan inte med bättre planering dessa förhållanden undvikas?

Projekteringsarbetet ett komplicerat optimeringsproblem

Projekteringsarbetet skiljer sig väsentligt från t ex uppförandet av objektet. Vid gjutning av ett bjälklag föreligger alla förutsättningar i form av ritningar och beskrivningar. Arbetet måste utföras i vissa givna tempon formsättning, armering, gjutning, betongens hårdnande, formrivning osv.

Vid projekteringsarbetet är sällan förutsättningarna entydigt givna och varje arbetsmoment kan få göras om ett flertal gånger innan resultatet blir definitivt. Projekteringen innebär därför ofta en iterationsprocess med antaganden, beräkningar, resultat, utvärderingar, korrigerade utgångsvärden osv. Ofta påverkas via kedjereaktioner tidigare beslut

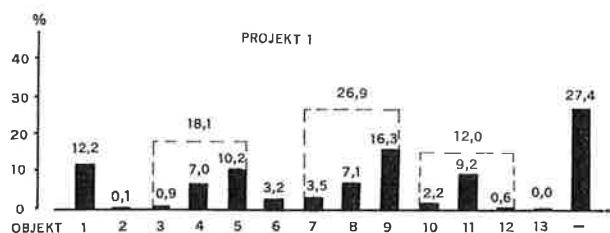


Fig 3. Arbetstiden fördelad på objekt för projekt 1, verkstadsbyggnad (1: byggnadens disposition och utformning, 2: terräng och yttre arbeten, 3—5: byggnadsstommen, allmänt, mått respektive armering, 6: stomkomplettering, 7—9: VVS, 10—12: El, 13: inredning och utrustning).

och andra arbetsgruppers arbete efter ett mycket komplicerat schema. Ett beslut eller ett visst arbetsresultat kan kräva medverkan från en lång rad specialister ofta företrädande helt olika intresseområden. I början saknar alla det underlag för sitt arbete som medprojektören ska lämna. Dessa är i sin tur beroende av andra uppgifter. Under arbetets gång bollas informationerna fram och tillbaks mellan projekteringsgrupperna varvid successivt en gemensam produkt växer fram.

Ett dilemma som den enskilde projektören ställs inför är att dels inte arbeta för långt på ett osäkert underlag och därmed riskera omfattande ändringar, dels att lämna ifrån sig underlag till medprojektörerna för att dessa ska kunna komma vidare. Projekteringsledarens uppgift omfattar bl a detta optimeringsproblem. Ingen arbetsgrupp eller beslutsinstans får släpa efter och därmed försvåra, fördyra och försena arbetet. Problemlösningskomplexen bör dessutom över hela linjen angripas i en viss ordning och med samverkande resurser för att ett acceptabelt arbetsresultat ska nås så snabbt som möjligt.

Ett närliggande optimeringsproblem som även påverkar arbetsrytmen är hur långt och hur ingående olika specialister ska tillåtas arbeta med förfinande av sina egna lösningar på delproblemen. Speciellt om andra arbetsgrupper påverkas via förseningar eller ändringsarbete bör arbetet styras så att tillgänglig tid och resurser utnyttjas på bästa sätt.

Utvidga planeringen

Av det sagda förstås att det finns mycket utrymme för planering inom projekteringsteknikens område. Det är vidare fullt klart att det vore lönsamt att planera om det fanns möjligheter speciellt om arbetet kunde fås att flyta efter de utstakade linjerna utan allt för många ovidkommande avbrott och irrationell påverkan genom oförutsebara händelser.

Planeringen bör bedrivas på flera olika nivåer med delvis olika målsättning; exempelvis enligt följande huvudindelning:

1. Inom ett konsultföretag eller annan arbetsgrupp representerande ett specialområde av projekteringsarbetet bör den totala sysselsättningen planeras så att belastningen på olika individer blir jämn och lagom hög. Olika projekt bör drivas parallellt och helst med sådan fasförskjutning att toppar och väntetider tar ut varandra. Outnyttjad reservkapacitet kostar mycket. Å andra sidan innebär det ökad service åt uppdragsgivaren att kunna klara temporära krissituationer helst utan att andra projekt blir lidande.

Detta är således en intern planering som beträffande fördelning av efterfrågade resurser är beroende av uppgifter utanför det egna influensområdet utom i speciella fall och då uppdragen bedrivs helt inom den egna gruppen utan påverkan utifrån.

2. Inom varje projekt måste de olika specialgruppernas arbete optimeras och dirigeras så att tids- och kostnadsramen kan innehållas samt att de tekniska och ekonomiska problemen angrips i rätt ordningsföljd och med samverkande resurser. Ur denna synvinkel är det av mindre vikt att arbetsbelastningen på olika grupper är jämn men desto viktigare att resurser finns tillgängliga då de behövs ("ligger på kritiska linjen").

För denna planering som är helt projektbunden inmatas uppgifter om erforderliga och tillgängliga resurser för olika specialister och gruppers delinsatser.

Det kan synas som dessa två planeringssituationer har delvis motgående intressen. I praktiken måste det dock bli fråga om samverkan eftersom ur alla synpunkter en kontinuitet i verksamheten med jämn arbetsbelastning leder till bästa resultat. De två planeringssystem, det gruppbundna och det projektbundna, kan ej frikopplas från varandra — de är högradigt beroende av varandra. Det kan fastslås att planering av projekteringsarbete inte kan ske med lika enkel teknik som t ex vid utförandet. De ständiga avbrotten med återgång till tidigare moment, upprivande av beslut, det intima samarbetet mellan olika arbetsgrupper med kontinuerligt informationsutbyte och successiv anpassning gör att detaljplanering av arbetet inte kan göras. Projekteringsarbetet kan under vissa skeden liknas vid bilkörning på en okänd väg där man vet var målet är beläget men ej vad som ligger bakom nästa krök.

Upprättade handlingar lämplig planeringsbas

Tid- och resursplanering av projekteringsarbete måste grundas på planerarens erfarenhet och omdöme samt på en omfattande statistik över kostnadsbilden. Hänsyn måste tas till de normalt förekommande avbrotten i arbetet till väntetider, ändrings- och kompletteringsarbete osv. Ett svårlost problem är hur det statistiska underlaget ska vara uppbyggt.

En tänkbar kalkylmetod syns vara att planera med hjälp av de handlingar av olika slag som upprättas. Åtminstone i det skede av projekteringen där produktionen av handlingar är störst (bygghandlingsskedet) kan större delen av arbetstiden hänföras till en viss grupp av handlingar.

I arbetsrapporten visas hur den totala arbetstiden fördelat sig på olika slag av arbete. Huvudindelningen har gjorts på arbetstid som varit hänförlig till upprättande av handlingar i ritningar, beskrivningar, beräkningar osv. Samtidigt har övrig tid klassats i några undergrupper. "Ritningsarbete" dominerar som syns markant och utgör vid de studerade projekten över hälften av arbetstiden.

Arbetskostnaden för en enstaka handling varierar naturligt nog mycket kraftigt. Inom en och samma

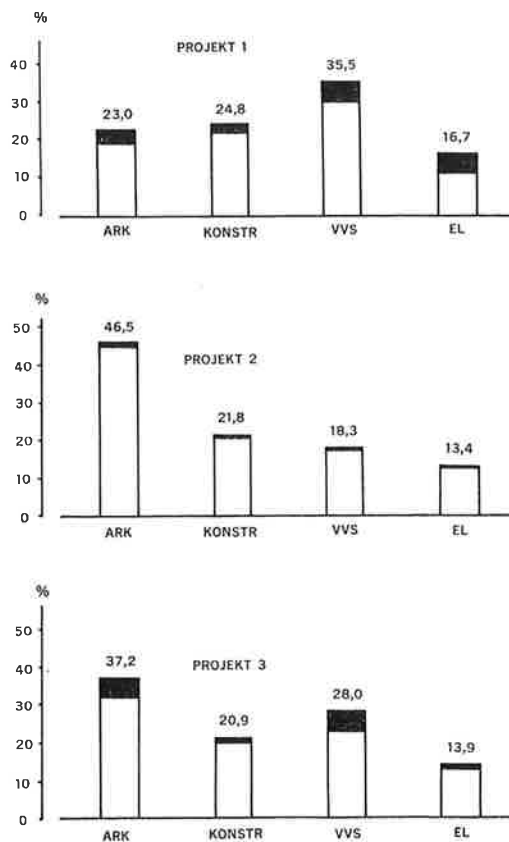


Fig 4. Arbetstidens fördelning på tjänsteställe för projekt 1—3, verkstad, laboratorium respektive kontor samt andelen ändringsarbete.

arbetsgrupp blir dock variationerna mindre. Handlingarna kan enkelt klassas efter sitt innehåll, ändamål, storlek osv. Handlingarna utgör vidare i regel projektörens påtagliga arbetsmaterial och redovisar även resultatet av arbetsinsatsen. Detta gör att man relativt enkelt kan erhålla en detaljerad kontering av arbetstiden via referens till handlingarna. Gruppen av handlingar utgör även en dokumentation av arbetet som planeringen kan bindas upp kring. Kontinuitet mellan statistik, planering och efterkalkyl kan skapas.

I undersökningen klassades handlingar efter art (ritning, beskrivning, beräkning, PM osv), sitt innehåll (markarbeten, plandisposition, stomme, ventilation, sanitet, starkström, telesignal, stomkomplettering osv), och sitt ändamål (projekteringsunderlag, för godkännande, för upphandling eller utförande). I diagram ges exempel på resultatet av denna uppdelning. Vissa skillnader mellan de studerade projekten (verkstad, kontor, laboratorium) kan som väntat spåras — slutsatserna bör dock få vänta tills undersökningsmaterialet blir större.

Sedan undersökningens kodsystäm fastlades har mycket arbete nedlagts på olika håll just med klas-

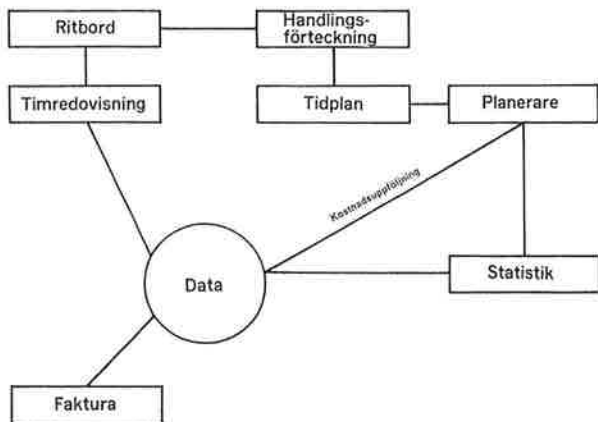


Fig 5. Idéskiss till integrerat system för planering, uppföljning och statistikföring av projekteringsarbete baserat på kodning av förekommande handlingar. Ett gemensamt littereringssystem används genomgående.

sifikationssystem. T ex vidareutvecklingen av SFB-systemet har skapat ytterligare möjligheter till klassning av handlingar på ett ändamålsenligt och entydigt sätt.

Nätplanering

Olika varianter av nätplaner håller på att vinna mark. För projekteringsarbete är som tidigare nämnts av flera skäl ej denna teknik lika ändamålsenlig som vid flertalet andra verksamheter. Arbetet kan inte på ett överskådligt sätt avspeglas i entydiga sambandsdiagram mellan aktiviteter. Dessa är i regel ömsesidigt beroende av varandra och man vet ej i förväg vad resultatet av en aktivitet kommer att medföra. Överlapp och loops (ett förlopp arbetas igenom flera gånger med modifierade ingångsdata) är legio.

Trots de antydda svårigheterna kan nätplaneringstekniken användas och vara till god nytta i många avseenden även för projekteringsarbete. Den grafiska bilden av arbetsförloppet kommer dock inte att exakt kunna återge vad som sker och alla samband kan inte illustreras. Projekteringen kan ses som en enda aktivitet (då är planeringsarbetet lätt men intetsägande) eller som en exakt följd av beslut och informationsutbyten (då är planen säkert alltför svåränvändbar och dessutom säkert fel). Ett relativt grovt nätverk använt som arbetsplan och littereringsschema kan dock vara värdefullt.

Arbetet bör indelas i skeden som hålls isär genom att de redovisas och godkänns innan arbetet tillåts gå vidare. Detaljplaneringen bör anpassas till arbetets olika karaktär under de olika projekteringsstaperna. De ingående arbetsgrupperna kan redovisas och planeras som separata enheter dock be-

roende av varandra vad gäller arbetets tidåtgång och kostnader. Den vidare indelningen av arbetet bör göras med avgränsbara projektdelar som indelningsgrund i de fall sådana kan urskiljas (olika byggnadskroppar, yttre arbeten, och delentreprenader är exempel på projektdelar).

Önskas en ytterligare indelning av arbetet kan den lämpligen ske med handlingar av olika slag som referens. Möjligen kan man efter ytterligare utvecklingsarbete komma därhän att nätplanens aktiviteter direkt kunde hänföras till handlingsförteckningens litterasystem. Vid arbetstidsredovisningen skulle i så fall nätplanens aktiviteter vara det naturliga konteringsschemat. Detta kan eventuellt kompletteras med en specificering av arbetet efter art (ritningsarbete, beräkningsarbete, allmän problemlösning, kontaktarbete osv).

Utrymme för vidare utvecklingsarbete finns som syns. Detaljerad planering blir allt vanligare liksom kravet på exakthet i kalkylerna (fasta priser). Det statistiska underlagets insamlande kräver ett visst merarbete som dock torde bli nödvändigt för att utveckla planerings- och arbetstekniken. En förhoppning är att förståelsen för projekteringsarbetets speciella problematik i samband med planering och kalkyler ska öka samt att en mer omfattande datainsamling och erfarenhetsutbyte ska komma i gång.

Brist på objektiva värderingsgrunder

Det är troligt för att inte säga säkert att olika projekteringssteam skulle komma till olika resultat av sitt arbete även om de yttre förutsättningarna vore identiska. Vägarna att nå arbetsmålet är lika säkert olika. Det är svårt att objektivt utvärdera resultatet och hävda att det ena är bättre eller sämre än det andra men sällan saknas motiveringar och goda argument för någon lösning.

Problematiken i anknytning till projekteringsarbetet är svårbemästrat åtminstone om kraven på objektivitet och saklighet ställs någorlunda höga. Däremot är det inte svårt att få synpunkter på problemställningen eftersom den, för de flesta som kommer i kontakt med arbetet, är djupt engagerande och intressant. Dessvärre lider debatten ofta brist på dokumenterad saklighet. Det kan räcka med att enbart nämna ämnen som totalentreprenad, fasta priser och dyra konsulter för att illustrera detta.

Slutligen ska en hänvisning lämnas till den av SKIF utarbetade kontoplanen för projekteringskostnader, vilken färdigställdes i slutet av 1965. Vad som däri presenteras bygger i väsentliga delar på erfarenheter från den verkställda undersökningen som här relaterats. Vidare utveckling förestår parallellt med breddning av det statistiska underlaget. Det torde bli anledning att återkomma till detta inom en inte alltför avlägsen framtid.