

Rapport

12
47:1970

~~ARKITEKTUR 1 B~~

Totalentreprenad

Patric Janson

Byggforskningen

Totalentreprenad

Patric Janson

Totalentreprenad innebär till skillnad från andra upphandlingsformer, t.ex. generalentreprenad, att projekteringsarbetet utförs inom entreprenadföretagens ram. Anbudskonkurrensen gäller förutom priset även byggnadsobjektets utformning.

En av de bärande tankarna bakom denna upphandlingsform är att en integration av projekteringen med produktionen bör möjliggöra ett mer effektivt utnyttjande av produktionsapparaten. Som en konsekvens härav vill man se lägre produktionskostnader och därmed lägre priser på byggmarknaden. Priset är emellertid endast intressant, för produkter som nyttjarna vill ha. Poängteras i detta sammanhang bör att en produkt inte är önskad på marknaden bara för att den går att sälja.

Utredningens frågeställningar

– Vilka förutsättningar har totalentreprenaden att ge önskade produkter?

– Vilka förutsättningar har totalentreprenaden att ge lägre priser?

Utredningen påvisar att svaret på den först ställda frågan i grund och botten är politiskt betingad. Accepterar man ståndpunkten att byggherren skall vara ställföreträdande konsument med uppgift att tolka och tillvarata de boendes intressen, måste dock svaret bli att förutsättningarna att få önskade produkter reduceras vid tillämpning av totalentreprenad.

Något klart besked om priserna blir lägre i och med totalentreprenad är

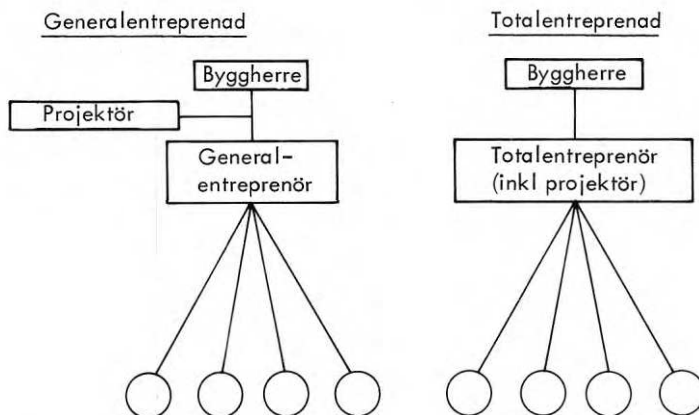
omöjligt att ge. Som frågan är ställd gäller det emellertid endast att undersöka förutsättningarna för lägre priser. Utgår man från kostnadskalkyler och ekonomisk teori framstår prisreduceringar som ytterst osäkra.

Byggmarknadens karaktär

För att ett marknadsekonomiskt system skall kunna fungera utan ingrepp fordras att det finns någon form av balans mellan säljarnas och köparnas styrkeförhållanden. Byggmarknadens säljarled, producenterna, är i betydande grad koncentrerat varför köparna, byggnadskapitalets nyttjare, måste ha motsvarande styrka för att kunna utgöra en reell ekonomisk motpart.

Det har följaktligen för att besvara den först ställda frågan varit naturligt att studera vilken byggherrollen kommer att vara vid en tillämpning av totalentreprenad och därmed undersöka vilket inflytande byggherren får över produktutformningen, projekteringen.

Projekteringen kan kortfattat sägas innebära en transformation från byggherrens intentioner med byggnadsobjektet till ett produktionsunderlag bestående av ritningar och andra beskrivningar. Byggnadsobjekt är komplexa produkter varför transformationen till produktionsunderlag på intet sätt är trivial. Inget mål uppfylles av någon enskild detalj, ej heller uppfyller i allmänhet någon detalj endast önskemål i en dimension. Följaktligen finns ingen strikt mål-medelhierarki att arbeta efter vid projekteringen.



Underentreprenörer

Byggherrens Sammanfattningar

R47:1970

Rapport R47:1970 avser projekt 262 inom Statens institut för byggnadsforskning.

Tillämpning av totalentreprenad innebär att byggherren varken har direktkontakt med eller direktinflytande över produktutformningen. Frågan inställer sig om inflytandet kan tryggas genom en användning av något styrinstrument. Utredningen visar att byggherrens möjligheter till rationell styrning är mycket små.

Omfattar man ståndpunkten att det ligger ett värde i byggherreinflytandet torde man vilja få något värdefullt i utbyte mot de begränsade möjligheterna till styrning. Ett argument för totalentreprenad är att den antas ge lägre produktionskostnader. Utredningen visar emellertid att det finns en betydande risk för att prissänkningar uteblir på grund av en inte osannolik monopolisering av byggmarknaden.

UDK 69.003.23

Sammanfattning av:

Janson, P, 1970, Totalentreprenad. En studie av beslutsprocesser, värderingssystem samt kostnader och marknadsformer (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R47:1970, 52 s., ill. 18 kr.

Distribution: Svensk Byggtjänst
Box 1403, 111 84 Stockholm
Telefon 08-24 28 60
Abonnemangsgrupp: (b) byggnadsprojektering

Denna avsaknad gör att projektören måste ges en betydande frihet att fatta beslut, vilket är en väsentlig del av projekteringsarbetet. Byggherren är emellertid huvudansvarig för byggnadsobjektet och bör av denna anledning ha den överordnade beslutanderätten även vad det gäller objektets utformning.

Byggherrens styrning

Den beslutsprocess, som är förbunden med projekteringsarbetet, är bl.a. beroende på produktens komplexitet av successiv-iterativ karaktär. Produktens form växer fram genom successiva lösningar och omprövningar av ställningstaganden omväxlande på hög och låg detaljnivå. För att byggherren skall kunna utnyttja sin överordnade beslutanderätt måste han söka vinna inflytande över denna beslutsprocess genom att delta i den.

Totalentreprenad medför att byggherrens direktkontakt med projekteringsarbetet kommer att upphöra. Byggherrens inflytande begränsas till att ange bedömningsreglerna för anbudsstävlingen. Reglerna kommer att verka styrande eftersom varje tävlande entreprenör har ett incitament att vinna tävlingen.

Denna typ av styrning har således allvarliga brister. Komplexiteten i både byggherrars målstruktur och deras byggnadsobjekt gör det olämpligt att på förhand ange enligt vilka regler man kommer att bedöma projektförslag. Ett flertal ansatser har gjorts att konstruera bedömningsregler bl.a. med utgångspunkt från värdeanalytiska metoder. En del av dessa ansatser har visat sig vara rent metodiskt felaktiga. Allvarligare är dock att oberoende av vilka metoder som användes är uppgiften att med bedömningsregler styra projekteringen vid totalentreprenad ett problem som inte har några tillfredsställande lösningar. Man torde kunna hävda att det under sådana omständigheter vore bättre att underlåta att styra projekteringen och istället förlita sig på entreprenörernas goda omdöme. Detta innebär i korthet att byggherrollen vid totalentreprenad av förnuftsmissiga skäl inte kan omfatta annat än ett passivt val av salubjudna projektförslag.

Upphandlingsform och inflytande

Man kan gradera inflytandeeffekterna för olika former av tidigupphandling på en skala med general- och totalentreprenad som ändpunkter. Den längsta utvecklingen mot totalentreprenad som synes rimlig är den upphandlingsform som innebär att entreprenörerna får fortsätta projekteringen utifrån förslags- eller huvudhandlingar.

Även med utgångspunkt från prisresonemang kan totalentreprenad och tidigupphandling med större delen av projekteringen förlagd till entreprenörledet ifrågasättas.

Högre eller lägre kostnader?

Utän att ifrågasätta om produktivitetsvinster är möjliga att göra med en tillämpning av totalentreprenad måste man göra klart, att det mellan de rena produktionskostnaderna och det pris konsumenterna har att betala finns faktorer, som inverkar på marknadspriserna. Två av dessa är prisbildningen och de kostnader som är knutna till det arbete som åtgår för att lämna anbud. De sistnämnda kostnaderna är vid totalentreprenad betydligt högre än vid vanlig upphandling då de vid denna upphandlingsform även innehåller kostnader för projektering. Eftersom inte mer än en entreprenör kan vinna en tävling uppstår, då konkurrens råder, en betydande ansvällning av projekteringskostnader som naturligtvis konsumenten förr eller senare måste betala. Hur kan då en oförändrad kostnadsnivå bibehållas? Med rimliga antaganden om möjliga produktivitetsvinster krävs en eller om möjligt kombinationer av följande företeelser:

- Företagskoncentration (ett litet antal konkurrenter)
- Konfektionerat byggande (utbudet består av ett begränsat antal typhus)
- Entreprenadtävling omfattande endast en liten del av projekteringsarbetet (t.ex. tidigt upphandlad generalentreprenad).

Högre eller lägre priser?

En utveckling mot industrialiserat byggande i mening produktion av ett begränsat antal typhus har bedömts vara av så omfattande natur att anledning funnits att studera totalentreprenadens tänkbara effekter såväl under som efter strukturomvandlingen.

Med samma grad av saktighet, som en prissänkning kan utlovas som ett resultat av totalentreprenad, kan hävdas att den leder till såväl en prishöjning som en företagskoncentration. Bakom det sista påståendet ligger två huvudtankar. En industrialisering, genomförd på detta sätt, kommer att bli kapitalkrävande för entreprenadföretagen. Det egna kapitalet är i flertalet entreprenadföretag extremt litet, vilket torde slå ut ett stort antal små, medelstora och sämre finansiellt rustade företag i konkurrensen. Det andra skälet till att misstänka en företagskoncentration är att endast företag med mycket stor produktionskapacitet till fullo kan tillgodogöra sig de serieeffekter en standardisering på lägenhets- och husnivå ger.

Det har från andra utredningar konstaterats att totalentreprenad har ett intimt samband med "stora projekt". Upphandling av "stora projekt" har i sig en monopoliserande effekt. Endast ett fåtal entreprenadföretag har resurser att åta sig dessa entreprenader. Totalentreprenad kopplat med "stora projekt" har särskilt starka monopoliseringseffekter i icke starkt expansiva regioner. Om nybyggnadsbehovet för flera år samlas till ett stort projekt och detta upphandlas på totalentreprenad innebär detta att den utsedde entreprenören under utbyggnadsperioden har monopol på marknaden. De övriga entreprenörerna blir utslagna på den regionala marknaden och torde ha svårt att åter etablera sig där.

Beträffande totalentreprenadens pris-effekter kan sägas följande: Upphandlingsformens förmåga att sänka produktionskostnaderna har inte verifierats. Även med antaganden om att kraftiga sådana sänkningar är möjliga finns det uppenbara skäl som talar emot att prissänkningar blir följden. Likaväl som man kan påstå att totalentreprenaden ger lägre priser kan motsatsen hävdas som en följd av monopolistisk prissättning. Misstankarna att det senare påståendet är riktigt synes underbyggda.

Värdesätter man byggherreinflytandet över projekteringen och den framtida utvecklingen bör man, för att avstå från detta, få något annat i utbyte. Det har i utredningen visats att stora delar av byggherreinflytandet vid tillämpning av totalentreprenad elimineras. Som kompensation härfor kan inga prissänkande effekter säkerställas. Däremot finns betydande risker för monopolisering av byggnadsproduktionen.

Slutord

Möjligheterna till en effektivare byggelseprocess är inte uttömda i och med ett ställningstagande mot totalentreprenad. Det bör framhållas att det från flera håll tryckts på de kostnadsänkande effekter en standardisering på komponentnivå kan ge. En satsning på denna typ av standardisering underlättar en utveckling mot s.k. öppna byggsystem och torde inte förutsätta en företagskoncentration med tillhörande risker för monopolistisk prisbildning. En sådan utveckling förutsätter ej heller att byggherreledet ställs vid sidan av projekteringsförloppet. Förmodligen finns t.o.m. förutsättningar för en rationellare byggherreledd projektering om i t.ex. en spaltad upphandling byggherren har att välja mellan standardiserade komponenter från ett flertal företag.

Package deals

Patric Janson

As opposed to other forms of contracting such as general contracts, package dealing involves the design-work being carried out within the contracting enterprise. Tender competition then involves, apart from price, even the layout and design of the project.

One of the basic concepts of this kind of contracting is that the integration of design and production should facilitate a more effective employment of construction resources. As a result of this it is desirable to obtain lower construction costs and thereby lower prices on the building market. The price is, however, only interesting for products which the client wishes to have. It should be noted in this connection that a product is not desirable on the market merely because it is saleable.

Questions covered by the study

— What possibilities are there of package deals supplying the required products?

— What possibilities are there of package deals achieving lower prices?

It was evident from the investigation that the first question is basically political. If we are of the view that the client is to represent the consumer the answer must be that the chances of obtaining the required products will be reduced.

It is not possible to say whether package deals will reduce prices or not. The second question, however, is put in such a way that only the chances of lower prices are to be investigated based on cost estimating methods and econo-

mic theory, and on this basis falls in prices are most uncertain.

Nature of the building market

In order for a market economic system to be able to function without interference, some kind of balance in the contractual relationships between the seller and purchaser is requisite. The selling side of the building market, the contractors, is concentrated to a great extent and purchasers, the users of building capital, must therefore be organised into a strong body of employers in order to be able to be a substantial economically opposing party.

In order to answer the first question posed it has therefore been natural to study which employer function will be exercised when adopting package deals and thereby investigate what influence the developer has in shaping the product; the design-work.

Design-work can, in short, be said to involve a transformation of the employer's intentions for the building project into a basis for construction comprising drawings and other specifications. Building projects are complicated products and that is the reason why the transformation into a basis for construction is by no means trivial. No aim is fulfilled by a single detail, neither does any single detail usually fulfil requirements in only one dimension. As a result there is no strict aim resource hierarchy to work from during design. If this is lacking it means that the designer must be given a considerable amount of freedom to make decisions, which is an

National Swedish Building Research Summaries

R47:1970

Report R47:1970 refers to project 262 at the National Swedish Institute for Building Research.

The adoption of package deals means that the client has neither direct contact with nor direct influence over the design-work. The question is whether the client can attain sufficient influence by means of control instruments. To summarize the study shows that the client has very little scope for controlling design rationally by this means.

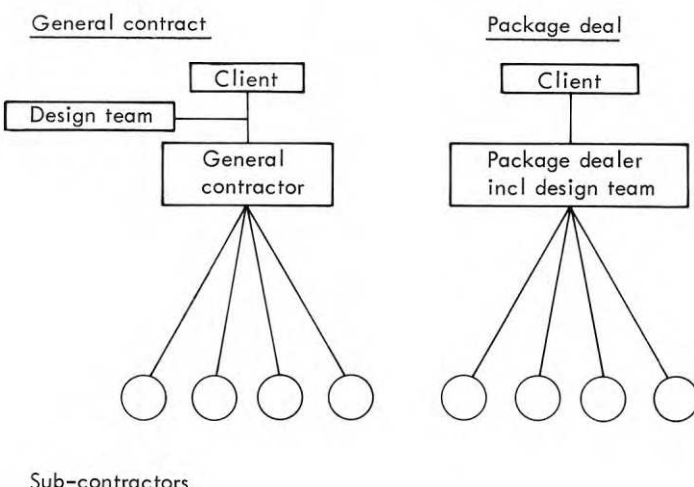
If the client's influence is considered to be of value there should be some compensation for the restrictions in rational control. One argument for package deals is that this kind of contracting can be expected to result in lower costs. The study shows, however, that there is a great risk of not attaining lower prices. The reason is that monopolies will probably be formed within the building market.

UDC 69.003.23

Summary of:

Janson, P, 1970, Totalentreprenad. En studie av beslutsprocesser, värderings-system samt kostnader och marknadsformer/Package deals. A study of costs, kinds of market, decision processes and evaluation systems/ (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R47:1970, 52 p., ill. 18 Sw. kr.

Distribution: Svensk Byggtjänst
Box 1403, S-111 84 Stockholm, Sweden.



essential part of the design-work. The employer has, however, prime responsibility for the building project and should for this reason have a controlling right of decision even regarding its design.

Influence by client

The decision process connected with design-work is, due to the complexity of the product etc, of a successive iterative nature. The form of the product develops by successively establishing and reconsidering decisions, fluctuating between a high and a low level of detail. The employer must try to exert an influence over this process of decisions in order to employ his controlling right of deciding by participating in the process.

Package dealing means that the employer's direct contact with the design-work ceases completely. The influence of the employer is limited to deciding the rules for judging the tenders received.

This kind of influence has such serious faults that it can hardly be recommended. The complexity of both the structure of the employer's objectives and building projects renders it unsuitable to say in advance what rules will be adopted in deciding between the various proposals for the building project. A number of efforts have been made to draw up rules for determining tenders, among others those based on methods of value engineering. Part of these efforts have proved to be incorrect from the point of view of method. What is more serious, however, is that, irrespective of what methods are employed, there are no satisfactory solutions to the task of influencing a package deal project with rules for how a tender will be selected. It could perhaps be contended that under these conditions it would be better to refrain from influencing the project and instead to rely on the contractors' good judgement. This implies briefly that the role of the employer in package dealing, cannot for obvious reasons include more than a passive choice of proposals for the project offered for sale.

Form of contracting

It is possible to graduate the amounts of influence for various forms of early contracting on a scale having general contracts at the one end and package deals at the other. The furthest the form can be developed *towards* an entire package which appears to be reasonable is where contractors continue design-work from the outline proposals or final scheme design. Package deals and early contracting where most of the design-work is carried out by contractors is questionable not only on the

grounds of reduced influence over design but also from the point of view of price.

Higher or lower costs?

Without questioning whether productivity profits are possible to be made when adopting the package deal, it must be made clear that between the pure construction costs and the price the consumers have to pay, there are factors which affect market prices. Two of these are price formation and the costs connected with the work of drawing up tenders. The latter costs are considerably higher for package deals than for conventional tendering as with this kind of contracting even the costs of design-work are included. As only one contractor can obtain the contract when it is competitive, costs of design-work increase considerably, costs which the consumer has to pay for in the long run. If reasonable assumptions are made of possible construction profits it may be found that in order to obtain an *unaltered* cost level one, or where possible, several combinations of the following phenomena are necessary:

- Concentration of companies (reduced number of competitors)
- "Off-the-peg" building (the choice consists of a limited number of standard buildings)
- Contract documents comprising only a minor part of the design-work (e.g. general contract negotiated at an early stage).

Higher or lower prices?

Development towards industrialised building in the meaning production of a limited number of standard buildings has been considered to be of such a comprehensive nature that there has been reason to study the possible effects of package deals both during and after transforming the structure.

It may be contended that the package deal can lead to both an increase in prices and a concentration of companies with the same degree of objectivity as that price reductions can result. There are two principal considerations behind this contention. An industrialisation carried through in this manner would demand a large capital outlay on the parts of contractors. Most contractors have very little capital which should exclude a great number of small and medium firms plus larger firms with lesser financial backing in competition. The other reason why the concentration of firms is suspect is that only those having a very large construction capacity can fully exploit the series effects standardisation at flat and building level gives.

It has been established in other investigations that package dealing is intimate-

ly related to "large projects". Contracting of "large projects" has in itself a monopolizing effect. Only a few contracting firms have the resources to undertake contracts of this nature. The package deal associated with "large projects" has particularly strong monopolizing effect in regions which are not expanding so rapidly. If several years' needs for new buildings are incorporated in one large project and this is contracted out as a package deal this implies that the contractor appointed during the development period has a monopoly of the market. The other contractors are excluded from the regional market and should have great difficulty in establishing themselves there again.

As far as the effects of prices within package deals are concerned the following can be said:

The capacity of the form of contract to reduce construction costs has not been verified. Even if one assumes that it is possible to reduce prices considerably there is great evidence to prove that price reduction will not result. Just as it is possible to hold that the package deal gives lower prices, the opposite can be contended as a result of pricing in monopoly. The suspicions that the latter assertions are correct appear to be substantiated.

If the client's influence over design-work and future developments are considered of value then something else should take its place if it is to be relinquished. The investigation has shown that large portions of the client's influence are eliminated by the adoption of package deals. No price reducing effects can be guaranteed to compensate for this. There is, however, a substantial risk of the construction industry becoming monopolized.

Conclusion

The chances of achieving a more effective building process are not exhausted as a result of a negative attitude towards package deals. It should be pointed out that the cost reducing effects of standardization at component level have been stressed by a number of different quarters. An investment in this kind of standardization facilitates the development of open systems and should not presuppose a concentration of firms with the related risks of pricing in monopoly. Neither does the development of this theme presume that clients are disassociated from designwork.

It is my opinion that there are even conditions for more effective design on behalf of the client if for example he adopts a divided contract and can choose between standardized components from a number of companies.

Rapport R47:1970

Totalentreprenad

**En studie av beslutsprocesser, värderingssystem
samt kostnader och marknadsformer**

**Package deals. A study of costs, kinds of market,
decision processes and evaluation systems**

Patric Janson

Denna rapport avser projekt 262 inom Statens institut för byggnadsforskning. Arbetet har utförts av fil. kand. Patric Janson och med anslag från Statens råd för byggnadsforskning. Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
1.1	Bakgrund och värdepremisser	5
1.2	Problemställning	7
2	Styrning av produktutformningsprocessen	9
2.1	Traditionell upphandling – iterativt beslutsfattande	10
2.2	Totalentreprenad – simultant beslutsfattande	10
3	Värde modeller	13
3.1	Allmänt	13
3.2	Praktikfallet ”Cany-dosan”	15
4	Kostnader och konkurrens vid tillämpning av totalentreprenad	19
4.1	Totalentreprenad vid oförändrad produktionsapparat	19
4.1.1	Antaganden	20
4.1.2	Kalkyl	21
4.1.3	Diskussion	23
4.2	Totalentreprenad och strukturomvandling	25
5	Slutsatser	29

Appendix

Värde modellens entydighet, validitet och reliabilitet	32
Den icke fixa referenspunkten	32
Beräkningsmetoder för vikter och deras medelfel	34
Beskrivning av räknescemat	35
Tester av teoriansatser	36
Två direkta metoder för viktuppskattning	39
Medelfelsberäkningen i praktikfallet ”Cany-dosan”	43

Bilaga

Värdeanalys. Viktning av funktioner	47
-------------------------------------	----

Litteratur	48
------------	----

1. Inledning

1.1 Bakgrund och värdepremisser

Under de senaste åren har en intensiv debatt förts om totalentreprenadens för- och nackdelar. Ett vanligt argument för totalentreprenaden är att denna upphandlingsform ger förutsättningar till en förbättrad produktionsekonomi. Förändringar i produktionsapparaten medförande högre produktivitet benämns i dagligt tal rationaliseringar. Med denna glidning i språkbruket framstår därför en produktivitetsbefrämjande upphandlingsform som rationell (=förnuftig enligt Svenska Akademiens ordlista). Någon allmängiltig överensstämmelse mellan rationalitet och produktivitet finns inte.

Byggnadsupphandlingsutredningen (SOU 1968:20 och 1970:18) tar som sin uppgift att söka rationella upphandlingsformer. Låter man som där orden rationalitet och produktivitet betyda samma sak har man sannolikt bedömt det mindre väsentligt att anlägga annat än produktivetsaspekter på upphandlingsformer. Givetvis finns andra aspekter. Som exempel kan nämnas de farhågor som framförts från konsumenthåll (Hyresgästernas Riksförbund 1970):

- Den (totalentreprenaden) skapar behov av koncentration, produktpassning och marknadsföring som kan bli ett hot mot kommunernas byggplanering.
- Den underlättar övervältringar från skatt till hyra.
- Den innebär risk för monopolistisk prissättning.
- Den har hittills inte medfört kostnadsänkningar utan motsvarande sänkningar av kvaliteterna i boendemiljön.

Dessa farhågor kan naturligtvis uppfattas som grundlösa spekulationer. De torde dock, likaväl som frågan om totalentreprenadens produktivitetshöjande effekter, påkalla utredning.

För konsumentens vidkommande torde innebörden av en rationell upphandlingsform vara att den ger en önskad produkt till lågt pris. Det är som en granskning av totalentreprenaden utifrån dessa aspekter denna utredning är att se. Syftet är att besvara två frågor:

- Vilka förutsättningar har totalentreprenaden att ge önskade produkter?
- Vilka förutsättningar har totalentreprenaden att ge lägre priser?

Svaren på dessa frågor kan inte ha någon generell giltighet.

Svaren beror på vilka premisser och institutionella förutsättningar man utgår ifrån. Utredningen är i huvudsak begränsad till att gälla bostadsbyggandet. Min uppfattning är dock att den i flera avseenden är relevant även för annat byggande. Vidare har de ovanstående frågorna belysts utifrån byggherrens situation. Existensen av ett byggherreled är en institutionell företeelse som ej diskuteras. Premisser är att detta led bör vara starkt och fungera som ställföreträdande konsument.

Detta är naturligtvis ett synsätt baserat på min subjektiva uppfattning.

Hela vårt näringsliv är fast förankrat i konkurrensideologin. Denna ideologi växte fram i ett samhälle där produktionsapparaten bestod av ett stort antal små enheter. Det fanns följaktligen en viss balans mellan köparens och säljarens makt,

båda leden var splittrade. I dag är i många avseenden produktionsapparaten koncentrerad. Styrkepositionerna mellan produktionsföretaget och den enskilde individen är avsevärt förskjutna. Produktionsapparatsens koncentration har åtminstone två orsaker. Dels gynnas koncentrationen av "de långa seriernas ekonomi", dels ligger inbyggt i det marknadsekonomiska systemet en instabilitet medförande koncentrationstendenser. Den som en gång fått övertaget i konkurrensen har en spelteoretiskt bevisbar tendens att bibehålla och förstärka detta övertag.

Vill man inte göra avkall på vare sig produktiviteten eller "den fria konkurrensen" mellan vinstdrivande entreprenadföretag – i diskussionen om totalentreprenad har inget av dessa begrepp satts ifråga – synes den enda utvägen att erhålla någon form av balans på marknaden vara att ha en stark ekonomisk motpart till producentledet, ett byggherreled.

Slutligen kan anföras att det förefaller naturligt att byggherren har inflytande över produktutformningen, eftersom denne i egenskap av förvaltare har det ekonomiska ansvaret för produkten under en mycket lång tidsrymd. Producentansvaret är begränsat såväl till tid som omfattning. Den senare begränsningen syftar på att t.ex. garantiutfästelser enbart kan gälla den levererade produktens funktion. På längre sikt kommer emellertid för förvaltaren upp frågor om underhåll, reparationer och ombyggnader. Dessa frågor bör vid planeringen av produkten återspeglas i bedömningar och prioriteringar av bl.a. olika byggnadsdelars livslängd.

Det har i olika sammanhang väckts klander mot byggherreföretagens sätt att företräda konsumenterna. Här kan bara omnämnas ett par punkter där byggherreledet anses ha brustit.

Byggherrarna har för dålig kontakt med de enskilda människorna, vilket ansetts medföra för små möjligheter för dem att påverka sin boendemiljö. Svårigheterna att göra marknadsundersökningar som skall ligga till grund för välfärdsekonomiska beslut måste framhållas. De har samband med att produktionsbeslut där hänsyn tas till fördelningsmål inte direkt kan baseras på mätningar av konsumtionsbenägenhet och betalningsförmåga. Svårigheten att upprätthålla kontakt med de tillkommande hyresgästerna beror vidare på att byggherren vid planering av ett byggnadsobjekt inte vet vilka dessa kommer att bli. Även om så vore fallet är det omöjligt att förutsäga vilka som skall nyttja byggnadskapitalet längre fram i tiden. Byggnader har som bekant i förhållande till andra nyttigheter en extremt lång livslängd. Vidare bör nämnas att den våldsamma expansionen av storstadsområdena försätter byggherrarna i en brydsam situation.

Dessa problem torde vara lika svåra att lösa oberoende av vilken part på byggmarknaden som har inflytande över produktutformningen och de eventuella bristerna i den nuvarande planeringen kan inte tas som intäkt för en övergång till totalentreprenad.

De höga hyrorna och byggnadskostnaderna anses till en del bero på byggherrarnas bristande kunskaper i byggnadsekonomi. Här finns troligen brister, framför allt hos de mindre byggherreföretagen. Ett betydande arbete för att råda bot på bristen på kostnadskunskaper bedrivs på olika håll. Det förefaller mig vara av stor betydelse att diskussionen om byggnadsekonomi något ändrar tyngdpunkten från investeringskostnader till att mer uppmärksamma årskostnader.

Gör man årskostnadsanalyser finner man att investeringskostnadernas tunga poster inte alltid har samma betydelse för årskostnaderna och därmed hyran. Som exempel härpå kan nämnas att utrustningsstandarden med, relativt stommen, kort livslängd har en större inverkan på hyreskostnaden än vad som framgår av investeringskostnaden. Ett arbete med att upprätta en kontoplan, där investeringskostnader kan spjälkas på olika funktionsenheter och byggnadsdelar med olika ekonomisk livslängd för att underlätta ovannämnda analyser, bedrivs inom byggforskningsinstitutet. Med hänsyn till de betydande insatser som görs för att tillfredsställa

byggherreledets behov av ekonomisk information kan man förvänta att kunskaperna i framtiden kommer att öka väsentligt.

Det skulle i och för sig vara intressant att utveckla ovanstående tankegångar ytterligare, vilket dock inte ryms inom ramen för detta arbete. Anledningen till att de framförs är att framhålla möjligheten av att byggherreledet i den mån det brustit kan förbättra sitt agerande. Det torde därför inte föreligga några skäl till att reducera byggherrens möjligheter till ett rationellt inflytande över produktutformningen även om han i dag kanske inte i full utsträckning kunnat utnyttja dem.

1.2 Problemställning

Vid traditionell upphandling på bygghandlingar möter anbudsprövningen inga större problem. Lägsta anbud är det kriterium som principiellt avgör tävlingen. Betydligt svårare är det att finna lämpliga bedömningskriterier vid totalentreprenad. Avsikten med denna upphandlingsform är att producenterna vid sidan av priset även skall beredas tillfälle att konkurrera med byggnadsobjektets utformning. När en totalentreprenadtävling skall avgöras gäller det följaktligen att göra en komplex bedömning av det offererade byggnadsobjektet och ställa dessa kvaliteter mot anbuds-kostnaden eller nödvändiga uppoffringar mätta på annat sätt.

Problemet att av flera förelagda tävlingsförslag välja det bästa kan i och för sig vara svårt, men skärps av att de regler som används vid valet bör vara kända på förhand. En av anledningarna härtill är att varje tävling för att inte bli helt spekulativ måste ha regler. De tävlande har i annat fall svårt att bedöma hur de skall agera för att vinna. Det avgörande skälet till att upprätta valregler på förhand är emellertid att härigenom får beställaren en viss möjlighet att styra utformningen av entreprenörernas förslag. För att byggherrens roll vad gäller produktutformningen vid tillämpning av totalentreprenad skall vara av större omfattning än ett passivt väljande av salubjudna objekt, ställs följaktligen krav på att system för anbudsvärdering finns utarbetade då entreprenaden utlyses.

Flera olika beskrivnings- och värderingssystem har utarbetats (se t.ex. Thiberg 1969 och Sundin 1969). En del av dessa har som stomme ett beskrivningssystem upplagt efter olika bedömningsaspekter. Varje tävlingsförslag betygsätts i sina samtliga aspekter, vilka sedan vägs samman till en totalbedömning. Denna teknik går tillbaka på traditionella algebraiska metoder i värdeanalysen (se t.ex. Fallon 1969).

Totalentreprenad har av finansdepartementet bedömts som värd att pröva, varför Kungl. Byggnadsstyrelsen uppmanats att försöksvis tillämpa densamma. Man har inom Byggnadsstyrelsen uppmärksammat värderingsproblematiken.

I januari 1970 fick institutet i uppdrag av Byggnadsstyrelsen att göra en granskning av en metod för sammanvägning av bedömningsaspekter till ett helhetsomdöme. Syftet med denna granskning var att undersöka huruvida denna metod, eller andra nära till hands liggande, uppfyllde de krav man bör ställa på ett värderingssystem. Institutets ledning accepterade denna arbetsuppgift men ansåg att den låg inom institutets normala verksamhet, varför den inte skulle utföras som ett beställningsuppdrag. Detta möjliggjorde en vidare problemavgränsning än den ursprungligen tänkta. Initiativet till utredningen kom dock från Byggnadsstyrelsen och detta har påverkat det följande arbetet. Den slutliga omfattningen har tillkommit genom en vidgning av den ursprungliga arbetsuppgiften. På detta sätt har jag inom ramen för svaren på de i föregående avsnitt ställda frågorna också sökt besvara den ursprungliga frågan från Byggnadsstyrelsen ställda frågan.

Vidgningen av utredningens omfattning kan beskrivas på följande schematiska sätt:

Den ursprungliga frågan gällde huruvida en viss typ av värderingssystem var lämplig för värdering av totalentreprenadanbud. Detta föranledde en fråga om

huruvida värderingssystem överhuvudtaget var nödvändiga vid tillämpning av totalentreprenad. Denna fråga har från flera håll fått ett jakande svar (t.ex. SOU 1970:18 och Öfverholm 1969). Följaktligen måste totalentreprenaden innebära en förändrad beslutsprocess eftersom värderingssystem vid tidigare praktiserade upphandlingsformer, t.ex. generalentreprenad, inte har behövts. Intresset vidgades så att även denna förändrade beslutsprocess kom att studeras. Samtidigt undersöktes några av värderingssystemens generella egenskaper. Med utgångspunkt från dessa båda studier ansågs det möjligt att belysa parternas nya roller på byggmarknaden och deras inflytande över den förändrade beslutsprocessen. Forskningsuppgiften formulerades i frågan: Vilken förutsättning har totalentreprenaden att ge önskade produkter?

Under arbetets gång syntes även en annan utvidgning av utredningen vara önskvärd. Totalentreprenadens påstådda produktivitetsbefrämjande egenskaper har angivits som skäl för en tillämpning av denna upphandlingsform. För att ett sådant argument skall vara vägande, måste produktivitetsvinsterna slå igenom på de priser konsumenterna har att betala. I och för sig kan man ifrågasätta, om lägre priser under alla förhållanden kan vägas mot det inflytande som byggherreledet har över beslutsprocessen. För att vid ett ställningstagande för eller mot totalentreprenad en sådan avvägning skall vara relevant fordras att eventuella produktivitetsvinster resulterar i lägre priser.

I och för sig är produktivetsbegreppet mycket diffust och det torde överhuvudtaget vara mycket svårt att göra jämförelser mellan produktiviteten vid olika upphandlingsformer, eftersom bl.a. produkternas utseende och omfattning varierar. Utan att vare sig gå in på dessa problem eller ifrågasätta möjligheterna till produktivitetsvinster har problemet avgränsats till att undersöka, i vilken utsträckning dessa kan medföra kostnadsreduceringar för konsumenten. Vilka förutsättningar har totalentreprenaden att ge lägre priser?

Den metod som valts för granskningen av totalentreprenad innebär en jämförelse med generalentreprenad. Denna upphandlingsform skall inte uppfattas som något ideal. Det är emellertid nödvändigt att vid granskningen ha någon referensram. Generalentreprenaden har valts på grund av dess förmodligen väl kända egenskaper. Utredningen kan följaktligen inte påvisa någon optimal upphandlingsform, blott ge underlag till en bedömning av om en övergång till totalentreprenad är en förbättring eller en försämring.

2. Styrning av produktutformningsprocessen

Produktutformningen, dvs. programmerings- och projekteringsarbetet, kan beskrivas utifrån skilda aspekter och på olika detaljeringsnivåer. Syftet med detta kapitel är att belysa, vilka skillnaderna blir i denna process och vilka möjligheter till styrning av den som finns då olika upphandlingsformer tillämpas.

Projekteringen kan vid upphandling på "färdiga handlingar" tillgå på flera olika sätt. Karaktäristiskt är emellertid att byggherren under hela produktutformningsprocessen kan delta i arbetet och påverka besluten. Visserligen utförs detaljarbetet ofta av konsulter, men viktigt är att påpeka att dessa är anlitade och direkt underställda byggherren. Detta synes vara fullt motiverat eftersom det är byggherren som har det ekonomiska huvudansvaret och han bör därför ha den överordnade beslutanderätten.

Det är följaktligen beställarens mål och preferenserna dem emellan som skall styra produktutformningens beslutsprocess. Avsikten med projekteringsarbetet är, att byggherrens mål och värderingar skall transformeras till ett produktionsunderlag. Detta måste vara uttryckt i tekniska termer på låg nivå, varunivå. Transformationen till denna terminologi är på intet sätt trivial. Vad säger att människans behov och krav på t.ex. sin boendemiljö låter sig uttryckas i tekniska termer? Det icke-triviala i översättningsproblemet mellan behovsspråket eller funktionsspråket till teknikspråket framgår av de stora ansträngningar utan nämnvärd framgång som gjorts med att konstruera funktionsspråk för detaljbeskrivning av byggnadsobjekt. Svårigheterna bottnar i att i allmänhet inget mål uppfylls av en enskild detalj samt att ej heller någon detalj enbart tillfredsställer önskemål i en dimension.

Ett ytterligare tecken på de språksvårigheter som vidhäftar kommunikationerna i projekteringsarbetet är den aktuella kritiken mot det alltför ringa lekmannainflytandet i denna process. Genom att projekteringsarbetet redan i dag präglas av den tekniska terminologin, uppstår svårigheter med att få krav beaktade om dessa inte kan framställas i tekniskt språk.

Slutsatsen är att projekteringsarbetet innebär en mycket komplicerad beslutsprocess. Eftersom det inte existerar entydiga samband mellan behov, krav och önskemål å den ena och de tekniska lösningarna å den andra sidan och därmed ej heller någon strikt mål-medelhierarki, kommer projektören att inta en mycket betydelsefull ställning. Projektörens egna, eller det företags, vari han är anställd, mål och värderingar kommer att påverka produktutformningen eftersom beställaren inte kan ge detaljerade riktlinjer om han vill hålla sig till funktionsspråket.

Om inte en höggradig intressegemenskap finns mellan byggherren och den part som utför projekteringen, måste följaktligen byggherren för att få sina önskemål tillgodosedda se till, att tillfredsställande styrinstrument finns tillgängliga. Det torde vara uppenbart att intressemötsättningar finns mellan byggmarknadens parter. Entreprenadföretagen t.ex. är vinstdrivande och deras intressen är koncentrerade främst till att upprätthålla en effektiv och lönsam produktionsapparat. Byggherreföretagen har givetvis också effektivitetsmål, men dessa sträcker sig vidare och omfattar även förvaltningsaspekter. Dessutom torde åtminstone de allmännyttiga och kooperativa företagen fästa avseende vid olika fördelningsmål. Intresset av

att belysa styrningsproblemen, som inte är av renodlat teknisk art utan har med maktfördelningen på marknaden att göra, beror av existensen och styrkan av intressekonflikterna mellan byggmarknadens parter.

2.1 Traditionell upphandling – iterativt beslutsfattande

Som tidigare nämndes sker projekteringsarbetet vid traditionell upphandling under ett direkt inflytande, eller möjligheter därtill, från byggherren. Den form av styrning som här är aktuell innebär att byggherren till att börja med uttalar sina mål på ett icke fullt operationellt sätt för projektören. Under projekteringsarbetets förlopp kan byggherren, när han vill, kontrollera att arbetet löper i en av honom önskad riktning. Ju tätare dessa kontroller kommer desto större blir byggherrens inflytande över produktutformningsprocessen. Transformationen från byggherrens mål och värderingar till produktionsunderlag kommer på detta sätt att få en iterativ prägel. Vid varje kontrolltillfälle har byggherren att ta ställning till, om utfört arbete skall accepteras eller om någon del av arbetet måste göras om. Projektören svarar som expert för att projekteringen blir tekniskt tillfredsställande. Byggherren har att uttolka om arbetets resultat är tillfredsställande ur funktionssynpunkt, vilket projektören inte har någon speciell kompetens att bedöma.

På flera håll finns belagt att produktutformningen i allmänhet är en mycket komplex process (t.ex. Forsberg 1969, KAMP-gruppen).

Mildner (1968) har genom studier av utformningen av Svenska Bostäders projekt Östbergahöjden belyst det komplexa samspelet mellan projektörernas problemlösande och byggherrens kontrollerande arbetsuppgifter. Han finner som ett särdrag att beslutsfattandet är iterativt med successiva lösningar av byggnadsobjektets utformning. Vid lösning av delproblem måste därför tas hänsyn till hur detta påverkar möjligheterna att få acceptabla lösningar av andra delproblem. Som exempel kan nämnas att vid planeringen av Östbergahöjden kom terrängförhållanden, husstorlekar och lägenhetssammansättning att samverka på ett komplicerat sätt. Sålunda kom efter överväganden av arkitektonisk och byggnadsteknisk art, husplaceringar respektive lämpliga huslängder, den ursprungliga planen över lägenhetssammansättning att bli avsevärt förändrad (tabell 1). Skälet härtill var bl.a. att med den ur produktionsteknisk synvinkel lämpligaste huslängden skulle den ursprungliga planen med samma disposition av varje våningsplan inte kunna förverkligas. Centralt i denna beslutsprocess var att byggherren tillsammans med Stockholms stad hade att ta ställning till de presenterade lösningarna. Beslutanderätten över hur olika önskemål slutgiltigt skulle sammanvägas låg följaktligen inte hos projektören.

TAB. 1

	1 rok	dubblett	2 rok	3 rok	4 rok	5 rok
Ursprunglig plan	10 %		20 %	55 %	15 %	
Slutlig plan		9 %	18 %	36,5 %	27,5 %	9 %

2.2 Totalentreprenad – simultant beslutsfattande

Utan att föregripa det följande kapitlets diskussion om totalentreprenadens effekter på marknaden och därmed möjligheterna att ge lägre priser bör dock framhållas att byggnadsekonomi inte bara är en fråga om låga investeringskostnader för byggherren. Minst lika viktigt är, att de producerade byggnaderna motsvarar byggherrens och nyttjarnas krav.

Innebörden av begreppet totalentreprenad är på grund av ett vacklande språkbruk oklar. Med totalentreprenad menas här (jfr nomenklaturförslag av Molin 1970) en upphandlingsform med hela projekteringsarbetet förlagt till entreprenad-

företagen. Då emellertid namnet totalentreprenad ofta tillskrivs olika former av tidigupphandling kommer även sådana former att behandlas.

Det finns anledning att studera vilka möjligheter som står till buds för beställarledet att få sina mål och värderingar att genomsyra produktutformningen då denna utförs inom entreprenörledet.

Eftersom projekteringsarbetet vid totalentreprenad förutsätts ske under konkurrens mellan flera entreprenörer, finns inte längre möjligheten för byggherren att intermittent kontrollera huruvida projekteringen sker i en av honom önskad riktning eller ej. Byggherrens inflytande har reducerats till att i efterhand välja mellan ett antal alternativ. I samma utsträckning som kontrollmöjligheterna reduceras sker, ceteris paribus, en förskjutning av makt och inflytande över produktutformningen till byggherrens ekonomiska motpart, entreprenörerna.

Det projekteringsarbete som utförs inom totalentreprenadens ram kan byggherren inte styra annat än genom de deklarationer han ger om sina krav, mål och preferenser vid entreprenadtävlingens utlysande. Den styreffekt som kan väntas beror på entreprenörernas incitament att vinna tävlingen. Följaktligen måste styrinstrumentet också fungera som beslutsregel för val av totalentreprenadanbud varvid detta bör innehålla produktspecifikation och pris.

För att inte totalentreprenadtävlingen skall få en ur entreprenörernas synvinkel helt spekulativ natur, bör det finnas en mycket god överensstämmelse mellan det sätt varpå incitamenten för produktutformningen ges och det sätt varpå tävlingen avgörs. Denna åsikt ligger helt i linje med de önskemål om bl.a. offentlig anbudsöppning som framförs från entreprenörledet (se t.ex. SOU 1968:43, s. 165).

Följaktligen bör man ställa som krav på det för tävlingens avgörande nödvändiga värderingssystemet att det i stort har formen av en kalkyl¹. Detta innebär att alla mål, värderingar och preferenser finns uttryckta i systemet vid entreprenadtävlings utlysande. Tävlingen avgörs genom att de olika förslagens egenskaper mätes på i systemet definierat sätt och det vinnande förslaget framkommer genom att på mätvärdena tillämpa kalkylens regler.

Tror man att styrinstrument som detta ger byggherren samma möjlighet till inflytande över produktutformningen som då denna utförs på traditionellt sätt, bortser man från viktiga principiella svårigheter vid kalkylens upprättande och/eller överdriver byggherrens intellektuella förmåga.

Redan i början av detta kapitel nämndes att det inte finns någon entydig korrespondens mellan funktionsspråket, i vilket våra behov och önskemål låter sig uttryckas, och det tekniskt orienterade språket. Det tekniska språket innehåller, eftersom det uttrycker ett produktionsunderlag, sådana begrepp som är mätbara. Värderingssystemet skall vid tävlingens avgörande tillämpas på produktionsunderlaget. Därav följer att värderingen om den skall ha karaktär av kalkyl endast kan ta hänsyn till de aspekter på byggnaden som är mätbara.

Det kan i och för sig vara möjligt att göra en meningsfull funktionell bedömning av ett objekt utifrån mätbara tekniska egenskaper. Problemet att göra transformationer mellan funktions- och teknikspråken är nämligen asymmetriskt såtillvida att det är enklare att bedöma det funktionella värdet av en teknisk lösning än att utifrån krav och önskemål uttryckta i funktionsspråket ange en acceptabel teknisk lösning.

Bristerna i ett kalkylsystem framträder tydligare, om man betraktar det som styrinstrument. Eftersom det inte kan uttrycka annat än mätbara egenskaper kommer heller ingen styreffekt att erhållas mot sådana egenskaper och värden hos ett byggnadsobjekt som inte är mätbara.

Följaktligen leder denna typ av styrning till att byggherren tvingas använda teknikspråket. Om denna form av styrning tillämpas på en totalentreprenad omfattande

1. Med kalkyl förstås ett slutet logiskt system, vars alla utsagor kan erhållas som teorem ur systemets definitioner och postulat.

projekteringsarbetet från program- och områdes- eller stadsplan, blir möjligheterna att få icke mätbara krav beaktade starkt reducerade. Tillämpningen av totalentreprenad på detta sätt skulle därför gå stick i stäv med de krav på avteknokratisering av produktutformningsprocessen som framförts i den senaste samhällsdebatten.

Förutom denna brist i en kalkyl som styrinstrument och värderingssystem tillkommer en betydande nackdel som sammanhänger med beslutsprocessens komplexitet och det inbördes beroendet mellan enskilda beslut. Även om man inskränker sig till mätbara egenskaper, kan dessa olika egenskaper inte bedömas fristående från varandra. Följaktligen är det en stark förenkling att påstå att t.ex. en byggnads totalvärde är summan av värdet av en mängd delegegenskaper, där delvärdena fastställts utan hänsyn till hur de olika egenskaperna kombinerats.

Detta leder till att byggherren, då han upprättar sitt kalkylsystem, har små eller inga möjligheter att åsätta tekniskt mätbara egenskaper de värden som på ett korrekt sätt återspeglar hans mål och intentioner med byggandet.

Att denna möjlighet i realiteten saknas beror på att byggherren vid entreprenadens utlysande inte vet, på vilket sätt egenskaper kommer att kombineras i de olika tävlingsförslagen. I teorin finns naturligtvis möjlighet att vid kalkylens upprättande ta ställning till alla tänkbara kombinationer. Att detta i praktiken inte är utförbart inses av följande enkla exempel. Antag att en byggnad i ett visst kalkylsystem karakteriseras av 25 mätbara egenskaper. Varje sådant mått förutsättes kunna anta endast ett begränsat antal värden, säg 5 vardera. Detta leder till en för det mänskliga intellektet orimlig mängd alternativa lösningar, vilka alla skall bedömas. Antalet blir av storleksordningen 300 000 000 000 000 000. Vad byggherren i denna situation kan åstadkomma är på sin höjd mindre välgrundade gissningar om vilka ställningstaganden han skulle göra i konkreta beslutsituationer.

I de försök som gjorts och görs att bygga upp värderingssystem för totalentreprenader tycks man inte ens ha varit medveten om ovannämnda problem. Detta torde framgå av generella uttalanden som "att man överhuvudtaget gör en viktning", dvs. gör kategoriska ställningstaganden, "är redan det ett steg framåt genom att man då måste väga den ena kvaliteten mot den andra, kostnad mot tid mot flexibilitet" osv. (Öfverholm 1969) och "Huruvida dessa preferenser i och för sig är 'de rätta' kan alltid diskuteras . . . huvudsaken är att preferenserna fastslagits redan i programmet" (Sundin 1969).

Man frågar sig då hur man vid projektering bedriven på vanligt sätt kan administrera denna ofantliga beslutsprocess. Lösningen är helt enkelt den att man fattar delbeslut vilka reducerar antalet möjliga kombinationer. Att märka är emellertid att dessa lösningar inte är definitiva. Märker man att ett fattat beslut medför ett icke tillfredsställande utrymme för senare beslut kan det rivs upp. Beslutsproblemet är följaktligen lösbart, om man angriper det med en successiv och iterativ metod. Karakteristiskt för den styrning som är möjlig vid totalentreprenad är att beslutsfattandet övergår från att vara successivt-iterativt till att bli simultant, dvs. man vill vid en tidpunkt fixera alla avvägningar och bedömningar utan att dessförinnan ha reducerat dess antal.

Med matematiska metoder har man sökt anvisa några sätt att styra och avgöra totalentreprenader¹. De problem som uppstår, då man tvångsmässigt vill överföra en successiv-iterativ beslutsprocess till ett simultant beslutsfattande, löses ej utan kringgå.

Följande kapitel kommer, med en mer formaliserad diskussion i appendix, att behandla det sätt varpå man försöker bygga upp värdesystem. Avsikten är att belysa vilka förenklingar denna systematik innebär samt vilka faror de medför.

1. Om den matematiska charlatanismen i samhällsvetenskaperna har biträdande professorn i matematik vid KTH, Lars Ingelstam, skrivit en betydande artikel i tidskriften *Intermediär* (nr 4 1970). De arbeten som bedrivs med att ta fram matematiska modeller för styrning och värdering av totalentreprenader kan fungera som utmärkta praktikfall på denna företeelse.

3. Värde modeller

3.1 Allmänt

I föregående kapitel nämndes att värderingssystemen vid totalentreprenad borde vara uppbyggda som kalkyler (se not sid. 11). Här skall närmare undersökas vilka allmänna egenskaper en sådan kalkyl har och vilka förenklingar som måste vidtas för att ett sådant system skall vara praktiskt hanterbart.

Vid entreprenadtävlingens avgörande skall de olika tävlingsförslagen på ett tidigare fastställt sätt rangordnas utifrån de egenskaper som framgår av anbudet. Följaktligen måste på förhand regler finnas angivna för hur egenskaperna bestäms och hur dessa samordnas till ett helhetsomdöme. Om värdesystemet tillämpat på varje tävlingsförslag resulterar i ett reellt tal, har helhetsbedömningen uttryckts i en dimension och en rangordning mellan olika förslag är därmed generellt möjlig. Vid bedömning av prisanbud vid traditionell upphandling har man vanligen endast att göra en rangordning efter den endimensionella prisvariabeln. Genom att sammanföra såväl produktens funktionella som kostnadsmässiga egenskaper i ett kalkylsystem av ovan skisserat slag återförs den komplexa bedömningen till en lika enkel och otvetydig rangordning.

Problemet att upprätta ett värdesystem för avgörande av totalentreprenadtävlingar kan uppdelas i två av varandra beroende delproblem. För det första måste regler skapas för hur olika egenskaper definieras och mäts, för det andra måste de olika egenskapernas samverkan till ett helhetsomdöme specificeras. Väsentligt att påpeka är att värdesystemet endast är fullständigt beskrivet, och därmed har status av kalkyl, om både de enskilda egenskapernas mått och samverkan mellan dessa till ett helhetsomdöme samtidigt är definierade. Specifikationen av samverkan mellan enskilda egenskaper beror naturligtvis på definitioner och mätregler för desamma. Denna beskrivning av värdesystemet kan ges som en modell, där helhetsbedömningen uttryckt som ett reellt tal är en funktion av valda mått på de egenskaper som kan utläsas och kvantifieras i totalentreprenadanbudet.¹

$$R = R(E_1, E_2, E_3 \dots E_n) \quad (1)$$

där R är kalkylresultant och därmed rangordningsvariabel. $E_i, i=1, \dots, n$ är de egenskaper man vill och *kan* ta hänsyn till vid en helhetsbedömning av detta slag. Användningen av en kalkyl vid värdering av totalentreprenadanbud medför, att endast mätbara egenskaper kan tillåtas ingå i bedömningen. Tidigare antyddes negativa konsekvenser av denna inskränkning. Med en kalkyl som värderingssystem löper man risken att den mätbara standarden såsom kylskåp, bidéer etc. blir överbetonad på bekostnad av icke mätbara värden som t.ex. en estetiskt och socialt tilltalande miljö.

I vanliga fall brukar man dela in en produkts egenskaper i två grupper, egenskaper som är knutna till de uppoffringar som är nödvändiga för att realisera en

1. Detta innebär ingen väsentlig inskränkning, ty rangordningsmetoder av element har under mycket allmänna förutsättningar en direkt motsvarighet i avbildningar till den reella talkroppen (se t.ex. Waerden 1964, s. 208 f.).

planerad produkt och de egenskaper som är knutna till de nyttigheter produkten har att erbjuda. Uppoffringarna uppfattas som korrelerat till kostnader och nyttigheterna som korrelerat till intäkter i företagsekonomisk bemärkelse. På detta sätt överför man värderingen av totalentreprenadanbud till problem analoga med dem som låter sig behandlas med företagsekonomiska kostnadsintäktskalkyler. Dessa kalkyler används i syfte att välja bästa investeringsalternativ. Som rangordningsvariabel för de alternativa investeringarna har man vanligen att $R = I - K$, vinstmaximeringskriteriet, eller att $R = I/K$, kriterium för optimal resursallokering. Beteckningarna I och K står för intäkter resp. kostnader. Att märka beträffande dessa kalkyler är att resultaten i vinstdrivande företag med relativt samhället okomplicerad målstruktur, inte tillåts spela rollen av ett automatiserat val av investeringsalternativ. Man är tydligen där medveten om intangibla egenskapers betydelse. Det syns därför märkligt, om den generaliserade form av kostnadsintäktskalkyl som ändå värdekalkylen är skall tillåtas vara ensamt avgörande både som beslutsregel och styrinstrument, då det gäller investeringar där samhälleliga mål utgör ett betydande inslag i den komplexa målstrukturen.

Vid värdekalkylers upprättande ersättes intäktsbegreppet med ett värdemått, V , uttryckt t.ex. som en poängsumma. Kostnaderna är redan kvantifierade, varför enda återstående problemet av principiell natur med att konstruera en rangordningsvariabel R är att specificera värdemåttet V 's uppbyggnad. När detta är gjort kan man, i enlighet med kostnadsintäktsmodellernas kriterier som rangordningsvariabel för totalentreprenadanbud välja t.ex. $R = V - K$, om V och K kan uttryckas i samma dimension, eller $R = V/K$.

Tidigare angavs variabeln R som en funktion av mätbara egenskaper hos en produkt. På samma sätt uppfattas värdemåttet V som en funktion av de nyttigheter produkten har att erbjuda. De n st. nyttigheter man kan och vill beakta, betecknas $T_i, i = 1, 2, \dots, n$ och värdemåttet kan uttryckas som

$$V = F(T_1, T_2, T_3, \dots, T_n) \quad (2)$$

Eftersom värdekalkylen, och därmed också värdemodellen, skall fungera både som styr- och rangordningsinstrument, måste värdemåttet V innehålla element av:

1. Prognos över byggherrens agerande i en beslutsprocess, vari han ej deltar.
2. Prognos över hur de som verkligen deltar i denna beslutsprocess påverkas av prognosen under punkt 1.
3. Prognos över vilka resultat en kommande värdering ger.

Den beslutsprocess som åsyftas under punkterna 1 och 2 är den som äger rum under produktutformningsarbetet. Resultatet av en slutlig värdering kan bestämmas entydigt, ty denna innebär en rangordning som har anknytning till sinnevärlden. Detta är följaktligen en händelse och bör därför kunna prognostiseras med hjälp av sådana variabler som man anser betydelsefulla vid bedömningen av de olika anbuden. En annan sak är att denna prognos kan bli föga värdefull, om man enbart använder mätbara egenskaper hos de olika förslagen.

De värdekalkyler som hittills har konstruerats tycks enbart vara inriktade på att fullgöra denna sistnämnda funktion. Man har förmodligen inte ens tänkt på att en prognosmodell för rangordning av tävlingsförslag måste komma att påverka de konkurrerande entreprenörernas projekteringsarbete. För att komma till rätta med sådana problem måste byggherrens agerande under projekteringsarbetets beslutsprocess studeras. Till detta fordras studier av hur byggherren lämpligast skall beskriva detta i sitt agerande i syfte att få de verkliga projektörerna att fatta samma eller liknande beslut som han. Studier som dessa svarande mot punkterna 1 och 2 saknas, varför de befintliga metoderna för upprättande av värdemodeller endast kan granskas utifrån deras syften att ge modeller innehållande element av det slag som nämns i punkt 3: Prognos över vilka resultat en kommande värdering ger.

Värde modellen (2) har hittills alltid givits en linjär form. Man definierar mått μ_i för hur stort värdet är av olika nyttigheter T_i . Följaktligen uttrycks produktens totalvärde som en summa delvärden:

$$V = \sum_{i=1}^n V_i = \sum_{i=1}^n v_i \mu_i(T_i) \quad (3)$$

En speciell egenskap som följer av den linjära formen är att delvärdena kommer att bli oberoende av, i vilka kombinationer de olika egenskaperna förekommer. Detta är en stor brist med tanke på att beslutsfattandet i normala fall vid projektering är successivt. Detta beror bl.a. på att man inte kan ta ställning till vissa egenskapers värde utan att ta hänsyn till hur dessa kombineras med andra egenskaper.

En mer korrekt prognosmodell för totalvärderingen bör återspegla detta inbördes beroende mellan de olika värde måtten. Ett sätt att återge detta beroende är att ansätta nedanstående form på värde modellen.

$$V = \sum_{i=1}^n a_i \mu_i(T_i) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} \mu_i(T_i) \mu_j(T_j) \quad (4)$$

Inte heller denna modell kan åberopas som korrekt, men den baseras på ett färre antal godtyckliga antaganden än den linjära modellen. Modellen (4) ger trots sin enkelhet en antydning om vilka problem som uppstår vid bestämningen av koefficienterna a_i och b_{ij} . Bara genom att se till antalet koefficienter att bestämma i modellerna (3) resp. (4) förstår man vilka stora förenklingar man egentligen gör vid användandet av en linjär värde modell. I modellen (3) är antalet n , vilket i modellen (4) ökar till ett antal av storleksordningen $n + \frac{1}{2}n^2$.

I praktiken kan man knappast tänka sig en någorlunda tillfredsställande beskrivning av ett byggnadsobjekt med mindre än att ett hundratal mätbara egenskaper anges. Detta ger för en linjär modell 100 koefficienter att bestämma. Vill man vara mer korrekt och använda en modell av typ (4) tvingas man bestämma ca 5 000 koefficienter. Att på ett seriöst sätt bestämma dessa koefficienter, om detta överhuvudtaget är möjligt, tar förmodligen lika mycket arbete i anspråk som att utföra projekteringen. Följaktligen är man av praktiska skäl tvingad till att använda den enklare och mer otillfredsställande linjära modellen (3).

Den linjära modellen kan uppfattas som en approximation av den mer allmänna modelltypen (4). Det kan vara av intresse att undersöka vilka metoder som används för att göra denna approximation och även försöka skaffa sig en uppfattning om approximationernas tillförlitlighet. Koefficienterna v_i i den linjära modellen benämnes vanligen vikter. Dokumentationen av på vilket sätt vikterna fastställts i olika värde modeller är i allmänhet undermålig. Anledningen till detta kan vara att man helt enkelt inte har några metoder för bestämning av vikter. Endast en tillämpad metod för fastställande av vikter har kommit till min kännedom. Inte heller denna metod finns dokumenterad på ett tillfredsställande sätt varför granskningen av denna enda tillgängliga metod fick föregås av ett omfattande detektivarbete för att finna tankarna bakom ett förefintligt räkneschema.

3.2 Praktikkallet ”Cany-dosan”

Som inledningsvis nämndes påbörjades denna utredning med en granskning av en metod för sammanvägning av bedömningsaspekter till ett helhetsomdöme. Denna metod synes förespråkas av konsultbyrån Rationellt Näringsliv (RN) och presenterades på KBS av den på RN anställda civilingenjören Ulf Perring. Presentationen innebar illustration av ett räkneschema och detta tillämpat på ett praktikkfall, ”Cany-dosan”.

Räkneschemat innebär i korthet (en utförligare presentation ges i appendix) att olika egenskapers betydelser, vikter, relativt varandra uppskattas genom parvisa jämförelser. Resultaten av de parvisa jämförelserna kvantifieras på något sätt och dessa tal införs i $(n \times n)$ -matris där n står för antalet nyttigheter som är föremål för bedömning (se figur 1).

FIG. 1 *Matris över parvisa jämförelser*

Nyttigheter	Nyttigheter			
	T_1	T_2	T_3	$\dots T_n$
T_1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{1n}
T_2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{2n}
T_3	x_{31}	x_{32}	x_{33}	x_{3n}
•				
•				
T_n	x_{n1}	x_{n2}	x_{n3}	x_{nn}

I denna matris står x_{ij} för de kvantifierade resultaten av de parvisa jämförelserna mellan nyttigheterna T_i och T_j :s betydelser.

För bestämningen av vikterna, dvs. koefficienterna i modellen (3) i föregående avsnitt, summeras denna matris radvis. Varje sådan radsumma divideras sedan med matrisens totala siffersumma. I och med detta är viktbestämningen klar.

Frågan inställer sig nu om beräkningsresultaten överhuvudtaget kan betraktas som vikter och i så fall vilka egenskaper de har. Svaret kan endast ges efter en analys av vilka allmänna krav som måste ställas på koefficienter i en linjär modell av ovannämnt slag och på vilket sätt kvantifieringen av resultaten från de parvisa jämförelserna sker.

Försök att kvantifiera tyckande och attityder görs inom bl.a. sociologin och experimentalpsykologin. För kvantifieringen används tre typer av skalor, vilkas allmänna egenskaper finns anledning att beröra.

1. Ordinalskalan, vilken är enklast, kännetecknas av att den endast kan ange en rangordning mellan olika element. De enda matematiska relationerna som är definierade på denna skala är rangordningsrelationerna större än, $>$, lika med, $=$, och mindre än, $<$.
2. Intervallskalan kan förutom den enkla rangordningen också ge kvantitativa mått på skillnaderna mellan olika element. Detta brukar populärt uttryckas som att intervallskalan har lika stora avstånd mellan alla skalstreck.
3. Kvotskalan har förutom intervallskalans egenskaper också en fixerad nollpunkt. Detta innebär att värden på en kvotskala låter sig behandlas på samma sätt som talen på den reella tallinjen. Samtliga aritmetiska relationer är följaktligen definierade på kvotskalan.

Eftersom vikterna i en värdemodell skall multipliceras med mått på nyttigheters värde, måste avstånden mellan skalstrecken vara lika stora och därtill fordras en fixerad nollpunkt. Följaktligen måste för att enligt angivet schema beräknade vikter skall kunna godkännas krävas att beräkningsmetoden leder till en kvotskala. Eftersom beräkningsrutinen är given, återstår att finna ett sätt att kvantifiera de parvisa jämförelsernas resultat så att beräkningen leder till en kvotskala.

Det sätt varpå kvantifieringen skett i praktikfallet "Cany-dosan", parvisa rangordningar, ger ingen kvotskala till resultat. Detta skall leda i bevis samtidigt som i appendix görs en systematisk genomgång av alternativa kvantifieringsmetoders möjligheter att ge meningsfulla vikter inplacerade på en kvotskala. Vid denna genomgång antas konsekvent att endast en individ gör de parvisa jämförelserna. Genomgången sker i en ordning bestämd av en subjektiv uppfattning om vilka kvantifieringsmetoder som är enklast att hantera för den individ som gör de parvisa bedömningarna. Följande ansatser om kvantifieringsmetoder görs:

1. Ange vid varje parvis jämförelse, vilken nytthet som är mest betydelsefull, dvs. gör parvisa rangordningar. Relationen $>$ kvantifieras med siffran 2, $=$ med 1 och $<$ med 0. (Denna metod är använd i praktikfallet.)
2. Fördela i enlighet med de uppskattade betydelserna ett givet poängantal mellan nyttheterna i varje parvis jämförelse. Vid jämförelsen mellan nyttheterna T_i och T_j kan t.ex. nyttheten T_i bedömas vara dubbelt så betydelsefull som T_j . Detta ger vid ett givet totalantal poäng, t.ex. 100, en fördelning $66\frac{2}{3}$ resp. $33\frac{1}{3}$, varvid siffran $66\frac{2}{3}$ införes i matrisen som element x_{ij} .
3. Ange en uppskattning av kvoten mellan nyttheternas betydelse i varje parvis jämförelse. Kvotskattningen införes i matrisen på samma sätt som ovan.
4. Ange skillnaden mellan nyttheternas betydelse i varje parvis jämförelse. Skillnaderna införes i matrisen på samma sätt som ovan.

Ingen av dessa ansatser leder med det givna räkneschemat till vikter med kvot-skaleegenskaper. Anledningen till att ansatserna 2, 3 och 4 inte leder till målet är att de inte passar ihop med beräkningsschemat. Dessa tre ansatser är emellertid möjliga att använda som utgångspunkt för viktberäkningar. Ansatsen nr 4 ligger i numeriskt avseende närmast den som använts i praktikfallet (jfr ordningen ordinal-, intervall- och kvotskala). För att illustrera hur osäkra vikterna ändå blir med en korrekt estimeringsmetod, har beräkningsschemat korrigerats så att det överensstämmer med denna kvantifieringsansats. Korrigeringen har kunnat genomföras utan att slutresultaten av praktikfallens beräkningar har påverkats i nämnvärd omfattning.

Om varje resultat av en parvis jämförelse betraktas som en slumpmässigt utvald observation, kan beräkningsschemat kompletteras med beräkningsregler för medelfelen i de uppskattade vikterna. Detta har genomförts och metoden har tillämpats på praktikfallets data. Härigenom har kunnat beläggas att osäkerheterna i viktestimaten är mycket stora, medelfelen uppgår till ca 40 % av vikternas storlek.

Slutsatsen bör vara, att den linjära värde modellen är en ytterst otillfredsställande modell över vilket resultat en verklig värdering kommer till. Än mer skrämmande torde de stora medelfelen vara, om man betraktar värde modellen som del i ett styrinstrument. Att använda ett sådant instrument kan inte innebära något annat, än att styra mot okända mål. Om styrverkan hos detta instrument är stor, löper man risken att de förslag som slutligen skall bedömas är helt annorlunda, än dem man tänkt sig. En linjär värde ringssystem förefaller ge ett styrinstrument som man har anledning hoppas ha låg styrverkan.

För att återgå till den kvantifieringsmetod som återfinns i punkt 1 och som tillämpats i praktikfallet är det ganska enkelt att bevisa, att denna inte kan leda till vikter av önskat slag. Kvantifieringen av rangordningen med siffrorna 0, 1 och 2 påminner om de poäng som tilldelats t.ex. fotbollslag i en serietabell. Ser man till beräkningsschemat finner man, att analogin mellan viktberäkningen och placeringen i den slutliga serietabellen är fullständig. Om två lag efter att serien är slutspelad har poängen 18 respektive 12, kan man genom konvention påstå, att det förra laget är bättre än det senare. Tanken att påstå att det förra laget är 1,5 gånger så bra som det senare verkar helt absurd. Detta påstående skulle emellertid, om poängen vore inplacerade på en kvotskala, kunna ges som en sats. Härav förstår man hur långt ifrån en kvotskala de på detta sätt beräknade vikterna ligger.

Den teoretiska förklaringen till att ansatsen 1 inte fungerar är att denna enbart kräver parvisa rangordningar, dvs. varje sådant jämförelseresultat kan enbart läggas in på en ordinalskala. För element på en ordinalskala är inte ens addition definierad. Beräkningsschemat kräver dock att dessa element först summeras och sedan divideras. Tanken att man genom att tillämpa en icke definierad operation

på ordinalskalor skall få en förfinad skala, kvotskalan, kan inte betraktas som annat än siffermystik.

Svårigheterna att upprätta värdekalkyler är inte enbart av den teoretiska natur som hittills angivits. De berörda problemen har främst samband med svårigheterna att uttrycka målen och preferenserna dem emellan. Ett tillkommande problem är att sedan byggherren väl lyckats kvantifiera sina avvägningar, om nu detta är möjligt, måste dessa uttryckas på ett sätt så att värdekalkylen ger entreprenörerna "lagom" incitament att uppfylla byggherrens önskemål i olika dimensioner. Om en egenskap tillmäts viss betydelse, vikt eller poängtal, är entreprenörens incitament att ge byggnadsobjektet denna egenskap beroende på hans självkostnad för egenskapen ifråga. En praktisk förutsättning för att styrningen med värdekalkyler skall bli meningsfull är följaktligen att beställarledet har en ingående kunskap om entreprenörledets självkostnader för olika egenskaper.

I den utsträckning beställarledet har kostnadskunskap är denna inte sorterad i de termer som en värdekalkyl är upprättad i. Det torde vara uppenbart att en värdekalkyl, om denna skall avspegla en bedömning av en byggnads värde, i vart fall inte är upprättad som en kostnadskalkyl. För ett flertal egenskaper ingående i en värdebedömning såsom t.ex. rumssamband syns det utsiktslöst att söka bestämma produktionskostnader. Ibland anförs att beställarledet har bristande kostnadskunskap och att detta leder till för höga byggnadskostnader. Detta påstående tas som ett skäl för en övergång mot totalentreprenad. Vid totalentreprenad utförs ju projekteringen av personer inom entreprenadföretagen som bör ha kunskaper om produktionsekonomi. Totalentreprenaden löser emellertid inga problem, ty byggherren kan inte styra totalentreprenader utan kostnadskunskap. En skillnad i resultat kan dock bli följd. Då byggherren på vanligt sätt svarar för projekteringen, får han i stort sett rätt produkt till ett kanske för högt pris. Vid totalentreprenad får han kanske ett lågt pris, men fel produkt.

Det vanligaste sättet för beställarledet att i dag få kostnadskunskap är att utnyttja konsultledets erfarenheter. Konsulternas kunskaper härrör i betydande omfattning från att de omväxlande arbetar i entreprenad- och konsultföretag. Totalentreprenaden innebär dock att konsultledet knytes närmare till entreprenadföretagen. Svårigheterna att förse beställarledet med för dem relevant ekonomisk information torde därmed kunna öka. Även byggherreföretag med egna kalkyler torde kunna få svårigheter eftersom dessa får sämre kontakt med projekteringen och den från denna process resulterande erfarenheten.

4. Kostnader och konkurrens vid tillämpning av totalentreprenad

I debatten om totalentreprenad framförs som det huvudsakliga argumentet för denna upphandlingsform, att den skapar förutsättningar för en effektivare produktion. Kortfattat kan detta argument sägas vara baserat på en uppfattning om att produktivitetsvinster kan göras, om projekteringsarbetet genom en integration med producentledet närmare anpassas till befintliga produktionsbetingelser.

Parentetiskt bör nämnas att anpassningen inte tillmätts betydelse av bara teknologiska skäl. De största effekterna torde stå att vinna genom en utveckling av de administrativa processerna. Intar man denna ståndpunkt framstår det emellertid inte som självklart att byggnadsentreprenörerna med erfarenhet från byggnadsteknik skall svara för integrationen (se t.ex. Gabrielsson 1969). Vidare anser man att totalentreprenaden möjliggör för de olika producenterna att utveckla och specialisera sig på företagsegna byggsystem, vilket också antas medföra produktivitetsökningar.

Totalentreprenaden kan därför betraktas på två sätt. Det ena är att upphandlingsformen skall ge lägre kostnader med en i stort oförändrad produktionsapparat, det andra är att totalentreprenaden skall ge lägre priser via en strukturell förändring av byggnadsproduktionen. Jag har undersökt förutsättningarna för totalentreprenaden att ge lägre priser vid dessa olika synsätt.

4.1 Totalentreprenad vid oförändrad produktionsapparat

Argumentet för totalentreprenad, om man vill bibehålla den nuvarande produktionsapparaten, torde vara baserat på en uppfattning om att projektörer knutna till byggherreledet har bristande produktionstekniska och produktionsekonomiska kunskaper. Även om detta argument kanske äger giltighet och totalentreprenaden leder till lägre produktionskostnader för entreprenörerna behöver detta inte leda till lägre totala investeringskostnader för byggherreledet. Tillgänglig statistik (IDLA)¹ visar att totalentreprenad för småhus medfört kostnadsökningar på ca 3 % jämfört med generalentreprenad. För flerfamiljshus kan inga kostnadssänkningar säkerställas.

Det finns flera anledningar till att produktivitetsvinsterna inte behöver slå igenom på totalkostnaderna. Den som här skall skärskådas är att projekteringskostnaderna har en tendens att öka om man vill bibehålla ett visst mått av konkurrens vid tillämpning av totalentreprenad. Upphandlingsformen innebär ju till skillnad från t.ex. generalentreprenad att projekteringen utförs hos samtliga i entreprenadtävlingen deltagande producenter. Kostnaderna för denna utökning av projekteringsarbetet (arbetet utförs i princip lika många gånger som antalet deltagare i täv-

1. Vid Statens institut för byggnadsforskning, gruppen för ekonomisk analys, utförs årligen analyser av ansökningar om statliga lån. Ovanstående siffra är hämtad från beräkningar på 1968 års material. Upphovsman till IDLA-systemet (Integrerad databehandling av låneansökningar) är tekn. dr Seppo Isotalo. En byggforskningsrapport om IDLA beräknas utkomma under våren 1971.

lingen) måste givetvis i det långa loppet betalas av byggnadskapitalets nyttjare. För att totalkostnaderna på lång sikt inte skall öka som en följd av totalentreprenad erfordras kraftiga produktivitetsökningar. För att ge en uppfattning om dessa kostnadssamband skall den del av byggherrens totala investeringskostnad som rimligtvis är påverkbar av upphandlingsformen analyseras. Analysen kommer att utföras som en jämförelse mellan general- och totalentreprenad. Vid en tillämpning av generalentreprenad definieras ett analytiskt totalkostnadsbegrepp K_0 som summan av generalentreprenadanbudet och projekteringskostnaderna.

För att utföra analysen behöver dessa termer brytas ned ytterligare. Anbudet antas bestå av två delar, den ena entreprenörens självkostnad för produktionen inklusive pålägg för administration och vinst, den andra pålägg för kostnader för anbuds upprättande benämnt kalkylkostnader.

Med beteckningarna där index 0 står för generalentreprenad

K_{b_0} entreprenörens självkostnad för byggnadsproduktionen inkl. pålägg för administration och vinst
 K_{k_0} pålägg för kalkylkostnader
 K_{p_0} projekteringskostnader
ges totalkostnaden av $K_0 = K_{b_0} + K_{k_0} + K_{p_0}$

4.1.1 Antaganden

Genom att använda erfarenhetsbaserade uppskattningar om produktions-, projekterings- och kalkylkostnadernas andelar av totalkostnaden får vi ett hanterbart verktyg för den vidare analysen.

Här antas att

$$K_{b_0} = 0,90 K_0$$

$$K_{k_0} = 0,05 K_0$$

$$K_{p_0} = 0,05 K_0$$

Analysens resultat är beroende av hur dessa antaganden görs. Ju större procentandel av totalkostnaden som tilldelas projekteringen, desto kraftigare kostnadsökning får man, om projekteringen utförs flera gånger. Ullman (1967) anger att projekteringskostnaderna för husbyggande i allmänhet spänner över intervallet 3–15 % och för flerfamiljshus 3–11 %. För att inte överdriva kostnadskonsekvenserna av en flerfaldigt utförd projektering har 5 % valts i beräkningarna, en siffra i den nedre delen av intervallet. En större byggnadsfirma har dock angivit sina projekteringskostnader till 3–4 %. Dessa avser dock i huvudsak s.k. stora projekt. För att använda en lägre siffra än 5 % måste man därför ta ställning till om man vill ha stora projekt eller ej. En satsning på ”stora projekt” innebär en strukturomvandling av byggmarknaden, varför jag skall återkomma till detta problem i följande avsnitt.

För kalkylkostnadspålägget gäller vid all upphandling att det måste täcka även kalkylkostnaderna för de projekt som entreprenören inte får uppföra. Om konkurrenssituationen är sådan att i medeltal a entreprenörer räknat på varje byggnadsobjekt¹, dvs. endast var a :te kalkyl leder till produktion, måste kalkylkostnadspålägget vara a gånger kalkylkostnaden för ett byggnadsobjekt. Följaktligen kan vi ansätta kalkylkostnadspålägget $K_{k_0} = a_0 P$, där a_0 svarar mot en viss konkurrenssituation vid upphandling på generalentreprenad och P svarar mot en genomsnittlig kalkylkostnad.

1. Märk att här är frågan om hur många som räknar på varje objekt. Varje anbuds-kalkyl leder inte till anbud, varför antalet kalkylerande entreprenörer är större än antalet anbudsgivare. Den enskilde entreprenören torde i sitt anbuds-lämnande söka ta hänsyn till hur många som kalkylerar på objekten. Det vore följaktligen en underskattning av konkurrensen att enbart räkna anbudsgivare.

Som ett rimligt värde på a_0 kan sättas 8, dvs. i medeltal räknar så många entreprenörer på varje byggnadsobjekt vid vanlig upphandling. Detta leder till att kalkylkostnaden kan bestämmas till att vara 0,00625, dvs. ca 0,6 % av totalkostnaden.

4.1.2 Kalkyl

Ansatsen $a_0 = 8$ leder till att totalkostnaden K_0 kan ges som

$$K_0 = 0,9 K_0 + 8 \cdot 0,00625 K_0 + 0,05 K_0$$

Prod.kostn. K_{b0} Kalkylkostn.pålägg K_{k0} Proj.kostn. K_{p0}

Denna kostnadskalkyl skall nu justeras för att få fram sambanden mellan vilka produktivitetsvinster som erfordras för att täcka de ökade projekteringskostnaderna för att ge en *konstant* totalkostnad vid en tillämpning av totalentreprenad.

För produktivitetsvinsterna införs produktivitetsfaktorn r , $r \leq 1$, och fås $K_{bt} = rK_{b0}$, t indicerande totalentreprenad.

På samma sätt som för kalkylkostnadspålägget måste vid totalentreprenad göras ett pålägg för projekteringskostnader. Påläggets storlek bestäms av att på lång sikt måste även kostnader för projektering av icke vinnande tävlingsförslag täckas in.

I en konkurrenssituation med a_t tävlande entreprenörer måste därför pålägget vara a_t gånger större än projekteringskostnaden. I detta sammanhang kan det vara lämpligt att i beräkningarna även bereda plats för alla de mellan total- och generalentreprenad liggande formerna för tidigupphandling. Låter vi q beteckna den del av projekteringsarbetet, mätt i kostnader, som utförs under anbuds konkurrens i entreprenadföretagen svarar totalentreprenad mot $q = 1$ och generalentreprenad mot $q = 0$. Följaktligen kan pålägget för projektering K_{pt} tecknas

$$K_{pt} = \{(1-q) + a_t q\} \cdot K_{p0}$$

Följaktligen kan kravet om konstant totalkostnad vid totalentreprenad uttryckas i ekvationen

$$K_0 = r \cdot 0,9 K_0 + a_t \cdot 0,00625 \cdot K_0 + \{(1-q) + a_t q\} 0,05 K_0$$

K_{bt}	K_{kt}	K_{pt}
produktions- kostnad vid totalentreprenad	pålägg för kalkylkostn. vid både general- och totalentreprenad	pålägg för proj.- kostnad vid total- entreprenad

Denna ekvation kan hyfsas till att ge sambandet

$$19 - 18r + q - a_t (q + 0,125) = 0 \tag{1}$$

mellan variablerna:

- r produktivitetsfaktorn, där $(1-r) \cdot 100$ utgör produktivitetsvinsten uttryckt i procent av produktionskostnaden vid generalentreprenad
- a_t antalet konkurrerande entreprenörer
- q den del av projekteringsarbetet mätt i kostnader som utförs inom entreprenadtävlingens ram.

I figur 2 illustreras ekvationen (1) i en matris där antalet konkurrerande entreprenörer anges under varierande antaganden om produktivitetshöjningar och omfattningar av projekteringsarbetet inom tävlingens ram. Figur 2 finns i två upplagor, A och B, svarande mot olika antaganden om projekteringskostnadernas andel av totalkostnaden och konkurrenssituationen vid generalupphandling.

Värdena i matrisen 2 A är direkt framräknade ur ekvationen (1).

FIG. 2 A och B *Matris över antalet konkurrerande entreprenörer (a_t) vid varierande produktivitetsvinster och andelar av projekteringsarbetet utfört inom tävlingens ram*

FIG. 2 A

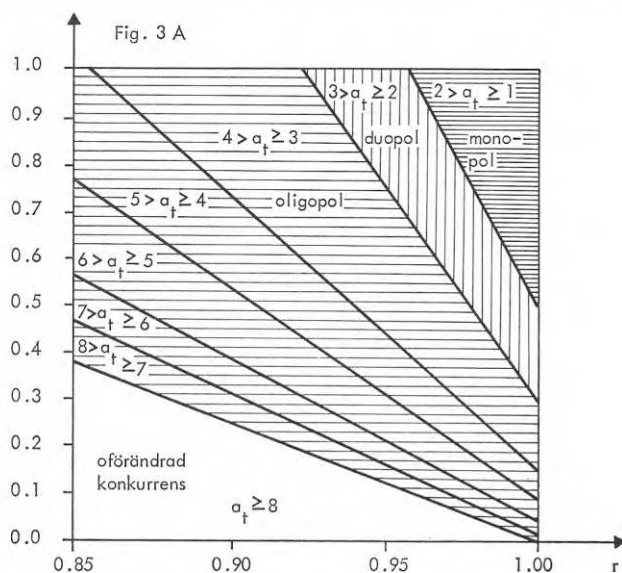
Produktivitetsfaktor r	andel av projekteringsarbetet inom tävlingens ram				vid antagande om $K_{b0} = 0,90 K_0$ $K_{p0} = 0,05 K_0$ och $a_0 = 8$
	q	0,25	0,50	0,75	
0,85		(10,3)	6,6	5,0	4,1
0,90		(8,1)	5,3	4,1	3,4
0,95		6,0	4,0	3,1	2,6
1,00		3,3	2,4	2,0	1,8

FIG. 2 B

r	q				vid antagande om $K_{b0} = 0,90 K_0$ $K_{p0} = 0,06 K_0$ och $a_0 = 5,33$
	0,25	0,50	0,75	1,00	
0,85	(8,5)	5,5	4,2	3,5	
0,90	(6,4)	4,3	3,3	2,8	
0,95	4,4	3,1	2,5	2,1	
1,00	2,5	1,8	1,6	1,5	

Att värden överstigande 8 och 6 i matriserna A respektive B satts inom parentes beror på att om upphandlingsformen ger ökat utrymme för konkurrens så är det föga sannolikt att detta utnyttjas därtill. Det är troligt att detta utrymme till en del nyttiggörs av entreprenörerna i form av ökade vinster och till en annan del nyttiggörs beställarledet i form av lägre priser.

FIG. 3 A och B *Förväntade typer av marknader vid varierande produktivitetsvinster och andel av projekteringsarbete utfört inom entreprenadtävlingens ram*

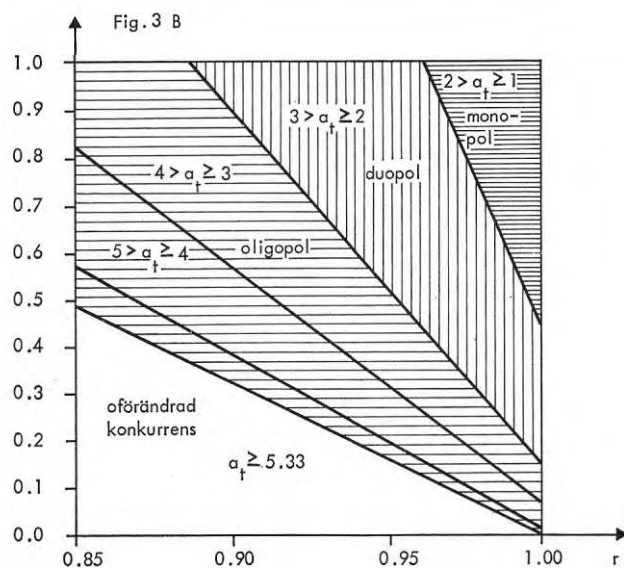


Antaganden A:

1. Jämförelsen görs med upphandling på generalentreprenad där i genomsnitt 8 entreprenörer antas räkna på varje byggnadsobjekt
2. Produktionskostnaden är 90 % av totalkostnaden
3. Projekteringskostnaden är 5 % av totalkostnaden
4. Kalkylkostnaden är ca 0,6 % av totalkostnaden

För erhållande av konstant totalkostnad och oförändrad marknadsbild fordras, om hela projekteringsarbetet utförs inom totalentreprenadens ram, en produktivitetsvinst på ca 40 %.

$(1-r)$ = produktivitetsvinst



Antaganden B:

1. Jämförelsen görs med upphandling på generalentreprenad där i genomsnitt 5,3 entreprenörer antas räkna på varje byggnadsobjekt
2. Produktionskostnaden är 90 % av totalkostnaden
3. Projekteringskostnaden är 6 % av totalkostnaden
4. Kalkylkostnaden är ca 0,75 % av totalkostnaden

För erhållande av konstant totalkostnad och oförändrad marknadsbild fordras, om hela projekteringsarbetet utförs inom totalentreprenadens ram, en produktivitetsvinst på ca 30 %.

4.1.3 Diskussion

Vid beräkningarna i matriserna (figurer 2 A och B) samt vid upprittandet av diagrammen i figur 3 A och B har för tänkbara produktivitetsvinster ansatts en övre gräns på 15 %. Denna gräns måste betraktas som mycket rimlig då tidigupphandlingen och det därmed "industrialiserade" byggandet till största delen kan påverka kostnaderna för stommen. Andra produktivitetsvinster torde vara möjliga att realisera även vid traditionella upphandlingsformer. Stomkostnaderna utgör inte större del än högst 30 % av de totala produktionskostnaderna. Ett uppnående av den övre gränsen för produktivitetsvinsterna svarar därför mot en optimistisk uppfattning om att tidigupphandlingen kan reducera stomkostnaderna till hälften. Hur stora dessa kostnadsbesparingar kan bli är omöjligt att på förhand uttala sig om; storleken beror bl.a. på till vilken omfattning projekteringsarbetet skall utföras av de tävlande entreprenörerna. Den del av projekteringsarbetet som ingår i entreprenadtävlingen, i figurerna uttryckt i variabeln q , är mätt i kostnader. För att få en uppfattning av vad detta motsvarar i de skeden vari projekteringsprocessen vanligen indelas kan följande grova siffror anges. Skedena definieras av de handlingar som föreligger vid deras början och slut.

Arbetet under skede nr i svarar mot q % av de totala projekteringskostnaderna

Skede nr i	q
1 Byggnadsprogram – Förslagshandlingar	25 %
2 Förslagshandlingar – Huvudhandlingar	25 %
3 Huvudhandlingar – Bygghandlingar	50 %

Tas dessa olika skeden som utgångspunkt för olika tänkbara former av tidigupphandling, bör man studera vilka av dessa som kan ge de största produktivetsvinsterna samtidigt som de möjliggör ett betryggande byggherreinflytande över väsentliga delar av projekteringsarbetet.

Det går förmodligen att erhålla produktivetsvinster i alla dessa skeden. Upphandlingsformerna 1 och 2 medför att entreprenören får hand om viktiga beslut vad gäller både funktion och kostnad. Besparingar är följaktligen möjliga. Upphandlingsformen under punkt 3 innebär att entreprenören vinner inflytande över beslut gällande material, konstruktion och utförandemetod. Även beslut av denna typ har betydande kostnadskonsekvenser. Värt att notera är emellertid att besluten ofta torde vara relativt ointressanta för dem som i framtiden skall nyttja produkten.

Som framgår av de föregående kapitlen ställer totalentreprenadupphandlingen krav på att värdesystem konstrueras för att tjänstgöra som regler i anbudstävlingen. Dessa regler kan inte utformas annat än för egenskaper hos byggnader som är klassificer- eller mätbara. Under förslagshandlingsskedet avgörs många frågor som inte rimligen kan uttryckas i ett värdesystem av detta slag. Byggherreinflytandet över denna process skulle avsevärt reduceras om tidigupphandlingen skulle anta formen under punkt 1.

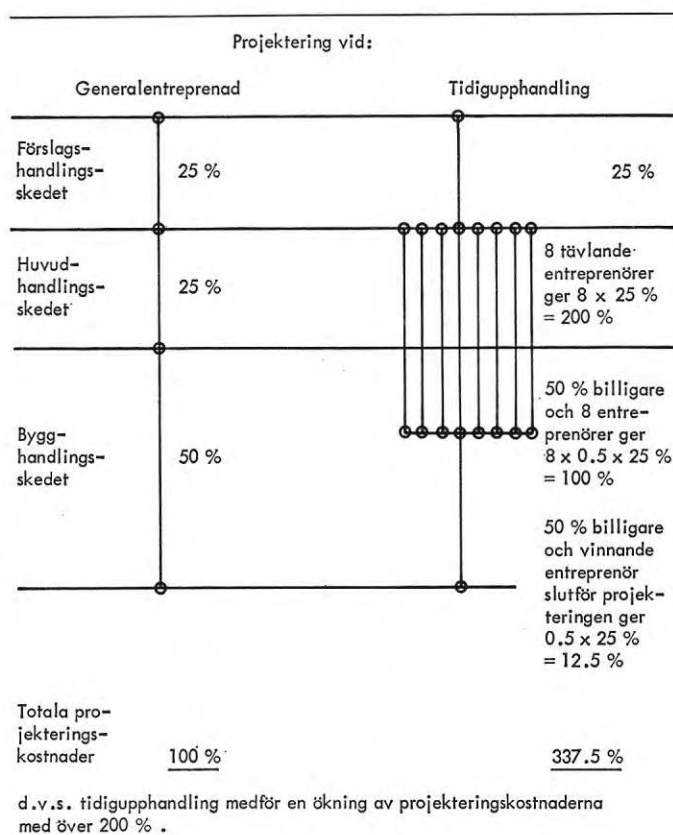
Om entreprenörerna fick i uppgift att anpassa förslagshandlingar till handlingar liknande huvudhandlingar finns fortfarande möjligheter till produktivetsvinster. Även under denna upphandlingsform reduceras möjligheterna till byggherreinflytande. Konsekvenserna kanske inte behöver bli lika allvarliga som om alternativ 1 väljs, men som framgår av de föregående kapitlen saknar byggherren i allt väsentligt möjligheter att styra den process som definieras av upphandlingsform 2. Skulle man överväga denna form av tidigupphandling återstår emellertid problem med hur man skall kunna upphandla ett icke fullt specificerat objekt. Vid upphandling på bygghandlingar vet byggherren vilken produkt han får. Hur han skall kunna få denna kännedom då anbudet består av prissatta huvudhandlingar är ett problem som måste lösas innan denna upphandlingsform kan tillämpas. Lösningen torde ligga i att huvudhandlingarna specificeras ytterligare.

För denna upphandlingsform (punkt 2 plus del av 3) finns ekonomiskt utrymme om produktivetsvinsterna uppgår till ca 10 %. Min uppfattning att detta är den rimliga formen av tidigupphandling delas av Byggeforskningsinstitutet i dess remissvar på utredningen "Upphandling av byggnader. Del 1. Formerna" (SOU 1968:20). En faktor som talar för denna upphandlingsform är att entreprenadföretagens projektering till en del kommer att bestå av s.k. rutinprojektering. Möjligen kan entreprenadföretagen utföra denna projektering billigare än de fristående konsultföretagen. Ansvällningen av projekteringskostnaderna blir följaktligen inte då så stor. De övriga delarna av projekteringsarbetet torde med bibehållande av samma kvalitet inte kunna förbilligas på samma sätt.

Om entreprenadföretagen kan reducera kostnaderna för projekteringen under bygghandlingsskedet med 50 % torde ansvällningen av projekteringskostnaderna vid den omtalade formen för tidigupphandling kunna uppskattas enligt figur 4. Upphandlingsformen tänkes innebära att projekteringen under huvudhandlingskedet och första halvan av bygghandlingsskedet utförs under anbudskonkurrens.

Med antagande av femprocentiga projekteringskostnader när projekteringen bedrivs på traditionellt sätt svarar detta mot en totalkostnadsökning på ca 10 % om inte produktionskostnaderna kan sänkas med denna siffra. Med de antaganden som gjorts i figur 3 A blir den nödvändiga sänkningen av produktionskostnaderna ca 15 %. Inte heller denna upphandlingsform är emellertid invändningsfri. Resonemanget om projekteringskostnadernas ansvällning bygger bl.a. på den förutsättningen att entreprenörsföretagen i allmänhet har finansiell kapacitet att ligga ute med kapital svarande mot projekteringskostnader för icke antagna anbud. Likviditeten torde i allmänhet inte vara dimensionerad för sådana kapitalutlägg. Det egna kapitalet i entreprenadföretagen är i genomsnitt så litet som 18 % av

FIG. 4 *Ansövllning av projekteringskostnader vid tidigupphandling innebärande att projekteringen under huvudhandlingskedet och första halvan av bygghandlingskedet utförs under anbuds-konkurrens*



omsättningen. Det torde därför vara uppenbart att likviditetsproblemen kommer att göra det omöjligt för de små och mellanstora samt mindre kapitalstarka företagen att delta i konkurrensen. Därtill kommer att de större företagen, oavsett sina finansiella resurser, har större möjligheter att hävda sig på grund av att de kan bevaka en större marknad och därmed flera i tiden sammanfallande totalentreprenadtävlingar. Tidsutdräkten mellan två antagna anbud kan därför förväntas bli kortare och därmed likviditeten mindre ansträngd. Det finns därför anledning förmoda att monopoliseringseffekterna av totalentreprenad och tidigupphandling har underskattats i figurerna 2 och 3.

4.2 Totalentreprenad och strukturomvandling

Ett flertal utredningar har haft till syfte att finna former för hur byggnadsverksamheten skall kunna industrialiseras. Vad man främst vill uppnå med industrialiseringen är en högre produktivitet genom utnyttjande av "de långa seriernas ekonomi". Ett annat motiv för industrialisering är att en brist på byggarbetskraft inom en nära framtid synes bli oundviklig om inte byggnadsverksamheten mekaniseras.

Det torde finnas flera vägar att gå mot ett industrialiserat byggande. Att man i de nämnda utredningarna (t.ex. SOU 1968:20 och 1968:43) valt att förespråka totalentreprenad synes främst bero på det kvantitetsbegrepp man utgått ifrån vid diskussion om serieeffekter. I "Upphandling av stora bostadsprojekt" (SOU 1968:43) utgår man ifrån kvantitetsbegrepp såsom antal hus eller lägenheter per upphandlingstillfälle. En sådan utgångspunkt för industrialiseringsprocessen kan inte leda till någon annan slutsats än att stora projekt och stora hus är produktivetsbefrämjande.

Denna avgränsning synes onödigt snäv och huvudsakligen inriktad på entreprenadföretagens problem. Eftersträvar man en industrialisering och tillhörande mekanisering av entreprenörledet utgående från kvantitetsbegreppet lägenhet torde serieeffekterna främst stå att vinna genom en standardisering på denna nivå. Sistnämnda utredning drar själv denna slutsats genom att sammanfatta sitt resonemang om betingelserna för att erhålla serieeffekt i byggandet i bl.a. punkten "Ensartat konstruktions- och materialval och ett begränsat antal hustyper". I SPKs remissvar på denna utredning (PKF 1969:1) uppmärksammas de negativa konsekvenser på konsumtionsvärdet en sådan standardisering kan medföra. Ullman (1967) pekar på att sortimentsplittringen är en av de viktigaste kostnadshöjande faktorerna i byggnadssektorn. Komponenter för inredning och utrustning svarar mot 30–40 % av husbyggnadskostnaden. Tar man hänsyn till inredningens och utrustningens relativt korta livslängd svarar nämnda komponenter för en mycket stor del av års- och hyreskostnaden. Denna aspekt har kommit i skymundan i SOU 1968:43, vilket föranlett två av utredningens ledamöter, Källenius och Tobé, samt en expert, Blomgren, att lämna ett särskilt yttrande, vari man framhållit möjligheterna till kostnadsbesparingar genom en standardisering på komponentnivå.

För att skapa utrymme för en industrialiserad tillverkningsprocess måste producenterna svara för produktutformningen så att denna passar de olika företagens produktionsapparater. Byggnads- och anläggningsindustrins långtidsutredning (1970) uttrycker detta på följande sätt: "För att byggföretagen skall kunna fungera och konkurrera på samma sätt som producenter inom annan industri i ett odelat produktansvar har kravet på ett förändrat ansvarsmönster ofta framförts. . . . Utvecklingen från delad entreprenad mot totalentreprenad innebär ett steg i en förändring mot integrerad produktion och samlat produktansvar".

Man kan följaktligen konstatera att totalentreprenaden har om inte sitt ursprung i så dock ett nära samband med de serieeffekter man ser sig kunna utnyttja genom byggande av stora projekt.

Diskussionerna om serieeffekter utgår i såväl SOU 1968:43 som nämnda långtidsutredning från entreprenadföretagens problematik, då man väljer att föra denna diskussion i termer av investeringskostnader per lägenhet eller huskropp. Eftersom man där underlåtit att närmare undersöka möjligheterna till kostnadsbesparingar genom standardisering och sortimentsbegränsning på komponentnivå synes slutsatserna om de stora objektens rationalitet vara vare sig bevisade eller förutsättningslösa. Byggnadsupphandlingsutredningens (SOU 1968:20) och Byggnads- och anläggningsindustrins långtidsutredningens (1970) avfärdande av t.ex. den delade entreprenadformen som irrationell måste därför ifrågasättas.

Sammanfattningsvis kan konstateras att totalentreprenadens fördelaktighet har framkommit genom en ganska snäv avgränsning till entreprenadföretagens problematik. Andra vägar mot ett industrialiserat byggande har inte undersökts tillräckligt för att kunna avfärdas. För att påvisa det önskvärda i en förnyad prövning av andra industrialiseringsåtgärder skall några av totalentreprenadens tänkbara marknadseffekter tas upp till behandling.

I föregående avsnitt angavs multipliceringen av projekteringskostnaderna som ett av skälen till en icke oväsentlig företagskoncentration. Genom den standardisering man väntar av industrialiseringsprocessen kommer givetvis en stor del av den s.k. rutinprojekteringen att elimineras. Projekteringskostnaderna som argument mot totalentreprenad försvagas följaktligen om totalentreprenaden leder till ett "konfektionerat" byggande.

Genom att produktionsapparaten kan anpassas till en speciell utformning av byggnadsobjekten kan det konfektionerade byggandet ge lägre investeringskostnader. Man bör dock ha i åtanke att en standardiserad produktion kan ha en konserverande verkan på byggnaders utformning. Det kan följaktligen i framtiden vara förenat med mycket stora kostnader för en byggherre att gå ifrån de byggsystem, som entreprenörerna saluför.

I detta sammanhang kan det vara lämpligt att som hastigast göra ett par påpekanden beträffande utvecklingen mot s.k. slutna eller öppna byggsystem. De senare innebär byggsystem sådana att utbytesmöjligheter finns för delar mellan olika system. Både för att trygga konkurrensen i alla led av byggnadssektorn och en viss flexibilitet vad beträffar byggnadernas utformning torde de öppna systemen vara att föredraga. Jag kan inte finna att totalentreprenadupphandling medför några incitament för en utveckling mot dessa system. Snarare torde upphandlingsformens betonande av att entreprenaden skall omfatta helheten och ett "odelat produktansvar" (Byggnads- och anläggningsindustrins långtidsutredning 1970) verka för de företagsspecifika slutna systemen. En delad entreprenadform skulle däremot medföra incitament till öppna system. För att den enskilde entreprenören då överhuvudtaget skulle kunna vara med och konkurrera vore det nödvändigt för honom att utveckla produkter och delsystem som går att kombinera med andras.

Ytterligare en faktor som verkar för de slutna byggsystemen är den existerande och fortsatta vertikala integrationen mellan entreprenörsled och materialproducenter. "Det finns", som framgår av direktiven till byggkonkurrensutredningen (Utdrag ur statsrådsprotokoll den 12 december 1969), ... "inslag i utvecklingen som ger anledning till skärpt uppmärksamhet". Denna vertikala integration med holdingbolag och bankintressen i toppen och byggmaterial- och entreprenadföretag längre ned i hierarkin (se t.ex. Söderström & Bergström 1969) torde kunna leda till en begränsning av konkurrensen på byggmaterialområdet och en utveckling mot slutna system. En bidragande orsak till en sådan utveckling är just att totalentreprenaden och konkurrensen vid denna upphandlingsform avser helheten.

I föregående avsnitt visades att totalentreprenaden på en byggmarknad med i stort oförändrad produktionsapparat nödvändiggör en betydande företagskoncentration om kostnadshöjningar skall undvikas. Konkurrensen kan följaktligen bli lidande och det finns sannolika skäl för att anta, att totalentreprenaden får samma verkningar även på en strukturellt omvandlad marknad. Ett sådant skäl torde hänga samman med själva strukturomvandlingen. Denna måste betraktas i ett dynamiskt perspektiv. En industrialiserad byggnadsverksamhet uppstår inte över en natt. Vilka entreprenadföretag och hur många har förutsättningar att klara strukturomvandlingen? Med samma grad av saklighet som man kan spekulera om konkurrensens vidgning med ty åtföljande prisreduktioner kan följande händelseförlopp skisseras.

Med tanke på det stora intresse som i dag visas för totalentreprenad från flera entreprenadföretag kommer åtminstone till en början ett stort antal företag att delta i varje entreprenadtävling av denna typ. Företagsspecifika byggsystem existerar i dag i ringa utsträckning. Följaktligen måste de flesta tävlingsförslagen projekteras på vanligt sätt med kraftiga ansvällningar av projekteringskostnaderna som följd. Som tidigare redovisats är det inte rimligt att tänka sig så stora produktivitetsvinster att de kan uppväga dessa kostnadsökningar. Detta tillsammans med att vinstmarginalerna och även det egna kapitalet i entreprenadföretagen är extremt små, i genomsnitt 1,6 % respektive 18 % av omsättningen (Ullman 1967), gör att en prishöjning knappast kan undvikas. (Den sistnämnda siffran, som är ett riksmedelvärde, torde vara avsevärt förhöjd av ett fåtal mycket stora företags förhållandevis stora egna kapital.)

Marknaden torde emellertid vara ganska känslig för prishöjningar varför dessa inte kan förväntas bli alltför stora. Enda utvägen att undvika stora prishöjningar synes vara att reducera antalet konkurrerande entreprenadföretag. Ansvällningen av projekteringskostnaderna kan på kort sikt inte bemästras på annat sätt då utveckling av byggsystem torde kräva lång tid. Den första utvecklingsfasen kan därför väntas innebära en måttlig prishöjning efterföljd av en allmän företagskoncentration.

Frågan inställer sig vilka entreprenadföretag som överlever denna föga vinstgivande period. Rimligtvis måste det vara de företag som, samtidigt som de är de finansiellt starkaste, bedömer systembyggande på lång sikt lönsamt. För att en in-

vestering i ett byggsystem skall te sig lönsam måste företaget vara förvissat om att få stor avsättning för dess produkter. Givetvis innebär detta att de största företagen redan etablerade på flera regionala marknader har de största förutsättningarna att hävda sig i konkurrensen. Den andra utvecklingsfasen mot "byggnadskonfektion" torde sammanfattningsvis innebära att de stora finansiellt starka och nu på totalentreprenadmarknaden förhållandevis ensamma entreprenadföretagen utvecklar och presenterar företagsspecifika byggsystem.

Ovan nämndes att den första utvecklingsfasen sannolikt kommer att innebära en allmän prishöjning. När denna prisnivå etablerats finns inget som säger att priserna på en marknad präglad av monopolistisk konkurrens sänks när så är möjligt då totalentreprenadbyggandet börjar gå med vinst.

Totalentreprenaden har, som tidigare nämnts, ett icke obetydligt samband med de "stora projekten". Dessa projekt medför, i kombination med en upphandling av helheten, i sig en konkurrensbegränsning. Endast ett fåtal stora producentföretag har överhuvudtaget produktionskapacitet att åta sig sådana entreprenader. Speciellt stark blir monopoliseringseffekten av ett sådant förhållande i icke starkt expansiva regioner. Om nybyggnadsbehovet för flera år samlas till ett stort projekt och detta upphandlas på totalentreprenad innebär detta att den utsedde entreprenören under utbyggnadsperioden har monopol på marknaden. De övriga entreprenörerna blir utslagna på den regionala marknaden och torde ha svårt att ånyo etablera sig där.

Leder en strukturomvandling förorsakad av totalentreprenad till lägre priser? Även om totalentreprenaden och det industrialiserade byggandet kan leda till lägre produktionskostnader, vilket inte till fullo är bevisat, ökar osäkerheten vad beträffar prisreduceringar på grund av de här angivna riskerna för monopolisering av byggmarknaden. Pris- och kartellnämnden uttrycker i sitt remissyttrande på utredningen Upphandling av stora bostadsprojekt (SOU 1968:43) sina betänkligheter genom att ställa två frågor (PKF 1969:1):

"Under vilka förutsättningar bör man tillgripa monopolbefrämjande åtgärder för att söka åstadkomma kostnadsänkande rationaliseringar? Under vilka förutsättningar bör man tillgripa konkurrensbefrämjande åtgärder i samma syfte? I avsaknad av en diskussion kring dessa problem kan nämnden inte finna att utredningen presenterar tillräckliga skäl för sitt förordnande av totalentreprenad."

Alla former av industrialisering torde innebära att verksamheten som helhet övergår till att bli mer kapitalintensiv. Ett gemensamt problem för alla former för industrialisering av byggnadsverksamheten är därför kapitalanskaffningen. Det är mot bakgrund av den skisserade marknadsutvecklingen uppenbart att industrialisering genom tillämpning av totalentreprenad innebär att problemet löses genom självfinansiering. Det har konstaterats vilka negativa marknadseffekter en sådan finansieringsform kan få och därför måste allvarligt ifrågasättas om byggnadssektorn, som på grund av dess många sociala implikationer är en av de sektorer där man vill ha det starkaste samhällsinflytandet, skall bryta den i det privata näringslivet förekommande trenden mot lägre självfinansieringsgrad.

Ställer man sig med hänsyn till utvecklingen av marknaden och produkternas utformning kritisk till totalentreprenaden som industrialiseringsmedel, är emellertid inte möjligheterna till en effektivare byggprocess uttömda. Som tidigare påpekats har från flera håll framhållits de stora möjligheter som ligger i att standardisera komponenter i eventuell kombination med ett flertal mindre men starkt specialiserade företag på marknaden. Inför en sådan utveckling torde rent av totalentreprenadens diametrala motsats, den spaltade upphandlingen, i många fall vara den rationella upphandlingsformen (jfr Gabrielsson 1969). Byggeforskningsinstitutet trycker i detta sammanhang (remissvar på SOU 1968:43) på att en ökad satsning på "svensk standard" är önskvärd. Naturligen bör en sådan satsning ske med statligt finansieringsstöd. Det är följaktligen möjligt att industrialisera byggprocessen utan företagskoncentration och tilltagande självfinansiering i entreprenadledet.

5. Slutsatser

Frågan om vilka förutsättningar totalentreprenaden har att ge byggherren de önskade produkterna kan inte ges ett enkelt svar. Jag har förutom totalentreprenad även diskuterat olika former av tidigupphandling. De senare har med avseende på den del av projekteringsarbetet som utförs inom entreprenadföretagen lagts in på en skala med general- resp. totalentreprenad som ändpunkter. De slutsatser som dragits om effekter av totalentreprenad är giltiga för olika former av tidigupphandling i en utsträckning som är direkt avhängig den aktuella upphandlingsformens inplacering på ovannämnda skala.

Det har kunnat konstateras att byggherrens möjligheter till inflytande och meningsfull styrning av projekteringen avtar med ökande del av projekteringsarbetet inom entreprenadföretagens ram. Följaktligen inskränks byggherrens roll till att välja det bästa av salubjudna objekt. Endast en höggradigt gemensam uppfattning mellan byggherrar och entreprenörer garanterar att byggherren kan välja en önskad produkt. Det är följaktligen entreprenörsföretagen som bestämmer vilka olika utformningar som skall finnas att välja mellan och byggherren avfattar sitt val mellan dessa alternativ. På lång sikt innebär detta naturligtvis en försvagning av byggherreledets ställning – entreprenadföretagen kommer att styra utvecklingen.

Byggherreledets förlorade inflytande över produktutformningen och utvecklingen torde rimma illa med de inledande värdepremisserna om ett starkt byggherreled och möjligheterna att förverkliga riksdagens välfärdspolitiska mål på bostadsmarknaden. Det är ett politiskt ställningstagande att avgöra var inflytandet över bostadsproduktionen skall ligga. Det är emellertid expertens uppgift att framhålla att det är bevisat att byggherrens inflytande i många avseenden kommer att minskas. Detta omdöme baseras på följande slutsatser:

- Produktutformningen kan vid totalentreprenad endast styras genom angivande av regler för hur entreprenadtävlingen skall avgöras, värdekalkyler.
- En värdekalkyl kan endast ta hänsyn till de egenskaper som är mätbara. Följaktligen kan inte faktorer av t.ex. social och estetisk betydelse tas med i värdekalkylen. Detta synes allvarligt då det kommer att innebära att projekteringsprocessen styrs från mål av denna typ.
- Projekteringsarbetet innebär en mycket komplicerad beslutsprocess. Den karaktäriseras av ett successivt iterativt beslutsfattande och saknar därför en entydig mål-medelhierarki. En tillämpning av värdekalkyl innebär att denna typ av beslutsfattande tvångsvis omfattas till att bli ett simultant beslutsfattande. Det är den senare typen av beslutsfattande en värdekalkyl kan avbilda. Värdekalkylen är följaktligen en modell av en icke existerande beslutsprocess.
- Metoderna för konstruktion av värdekalkyler är även rent numeriskt undermåliga. I värdekalkylerna ingår som centrala delar värden i poäng och vikter. Analys av ett praktikfall ger vid handen att den numeriska osäkerheten i de vikter som där räknats fram är av storleksordningen 40 %. Den formella elegansen i beräkningsmetoderna undanröjer inga problem utan utgör tvärtom en fara för

att byggherren bortser från de risker en felaktig viktsättning innebär. Med hänsyn till vad som anförts i denna och ovanstående punkt torde metoderna att numeriskt fastlägga mål och preferenser dem emellan med god marginal ha passerat gränsen till siffermystik.

□ De från verkstadsindustrin eventuellt goda erfarenheterna av värdeanalys kan i detta sammanhang inte tillmätas något bevisvärde. Vid totalentreprenad är partsförhållandet byggherre—entreprenör avgörande. Motsvarande partsförhållande existerar inte vid värdeanalysens tidigare tillämpningar. Här kommer värdekalkylens uppgift som styrinstrument in. Några undersökningar av hur entreprenörer reagerar inför värdekalkyler har veterligen inte gjorts. Värdekalkylen utgör följaktligen ett styrinstrument vars verknings sätt är okänt. För övrigt kan man väcka frågan om en värdekalkyl uttryckt i poäng och vikter överhuvudtaget är förståelig i entreprenörledet i den meningen att den på ett naturligt sätt faller in i den för detta led relevanta terminologin.

Totalentreprenadens prissänkande effekter har studerats under skilda omständigheter, dels vid en i stort oförändrad produktionsapparat, dels vid en strukturomvandling av byggmarknaden. I båda fallen har betydande produktionskostnads-sänkningar antagits möjliga. Detta är ett hittills överifierat antagande.

Vid tillämpning av totalentreprenad på nuvarande marknad med existerande produktionsbetingelser visar upphandlingsformen vid konkurrens att projekteringskostnaderna får en så kraftig ansvällning att dessa torde upphäva eventuella produktionskostnadsminskningar. Det finns i huvudsak två sätt att komma ur detta dilemma. Ett sätt är en allmän företagskoncentration medförande färre antal anbudsgivare och därmed mindre ansvällning av projekteringskostnaderna. Denna utveckling leder emellertid till en konkurrensbegränsning med därtill hörande risker för monopolistisk prissättning. Det andra alternativet är ett nedbringande av projekteringskostnaderna genom standardisering och produktion av typhus.

En utveckling i ovannämnda riktning har i utredningen bedömts vara av så omfattande natur att anledning funnits att studera totalentreprenadens tänkbara effekter såväl under som efter strukturomvandlingen.

Likaväl som en prissänkning kan utlovas som ett resultat av totalentreprenad kan hävdas att den leder till såväl en prishöjning som en företagskoncentration. Bakom det sista påståendet ligger två huvudtankar. En industrialisering, genomförd på detta sätt, kommer att bli kapitalkrävande för entreprenadföretagen. Det egna kapitalet är i flertalet entreprenadföretag extremt litet, vilket torde slå ut ett stort antal små och medelstora samt sämre finansiellt rustade företag i konkurrensen. Det andra skälet till att misstänka en företagskoncentration är att endast företag med mycket stor produktionskapacitet till fullo kan tillgodogöra sig de serieeffekter en standardisering på lägenhets- och husnivå ger.

Det har från andra utredningar konstaterats att totalentreprenad har ett intimt samband med ”stora projekt”. Upphandling av ”stora projekt” har i sig en monopoliserande effekt. Endast ett fåtal entreprenadföretag har resurser att åta sig dessa entreprenader. Totalentreprenad kopplat med ”stora projekt” har särskilt starka monopoliseringseffekter i icke starkt expansiva regioner. Om nybyggnadsbehovet för flera år samlas till ett stort projekt och detta upphandlas på totalentreprenad innebär detta att den utsedde entreprenören under utbyggnadsperioden har monopol på marknaden. De övriga entreprenörerna blir utslagna på den regionala marknaden och torde ha svårt att åter etablera sig där.

□ Beträffande totalentreprenadens prisseffekter kan sägas följande: Upphandlingsformens förmåga att sänka produktionskostnaderna har inte verifierats. Även med antaganden om att kraftiga sådana sänkningar är möjliga finns det uppenbara skäl som talar emot att prissänkningar blir följden. Likaväl som man kan påstå att totalentreprenaden ger lägre priser kan motsatsen hävdas som en följd av mono-

polistisk prissättning. Misstankarna att det senare påståendet är riktigt synes underbyggda.

Värdesätter man byggherreinflytandet över projekteringen och den framtida utvecklingen bör man, för att avstå från detta, få något annat i utbyte. Det har i utredningen visats att stora delar av byggherreinflytandet vid tillämpning av totalentreprenad elimineras. Som kompensation härför kan inga prissänkande effekter säkerställas. Däremot finns betydande risker för monopolisering av byggnadsproduktionen.

Denna granskning av totalentreprenaden behöver inte utmynna i en konservativ attityd till en industrialisering av byggnadsverksamheten. Som jag tidigare påpekat är inte möjligheterna till en effektivare produktion uttömda i och med ett ställningstagande mot totalentreprenad. De kostnadsänkande effekterna av en komponentstandardisering i s.k. öppna system har framhållits från flera håll. En sådan utveckling torde inte nödvändiggöra en företagskoncentration med tillhörande risker för monopolistisk prissättning. Vidare förutsätter inte heller en utveckling efter detta mönster att byggherren ställs utanför projekteringsförloppet. Jag tror t.o.m. att förutsättningar finns för en rationellare *byggherreledd* projektering om i en t.ex. spaltad upphandling byggherren har att välja mellan standardiserade komponenter från ett flertal företag.

Appendix

Värdemodellens entydighet, validitet och reliabilitet

I detta appendix skall bevisas att vikterna, koefficienterna, i en linjär värdemodell inte är entydiga.

Förutom detta bevis innehåller appendix en genomgång av metoder för beräkning av vikter. Eftersom vikterna inte är entydiga kan det vara lämpligt att beskriva dessa som slumpmässigt fördelade kring det värde som en beräkningsmetod ger. Dessvärre kan man inte uttrycka validiteten för det framräknade värdet, vilket i appendix kommer att framstå som en följsats av ovannämnda icke-entydighetsats. Det enda måttet som synes vara rimligt att anbringa på värdemodellernas vettighet torde vara ett reliabilitetsmått i form av medelfel för beräknade vikter. Detta beskrivningsmått är ingalunda fullständigt men torde ändå vara en indikator på de negativa effekter som blir följden av att tillämpa denna typ av värdekalkyler vid totalentreprenad.

Den icke fixa referenspunkten

Vi skall här först upprepa några av de beteckningar som gavs i kapitel 3. Likaså begränsas även här analysen av värdekalkylen till "intäktsidan", dvs. endast värde modeller kommer att behandlas. Med värdemodell menas i denna rapport en avbildning från en produkts nyttigheter ($T_i, i = 1, 2, \dots, n$) till den reella talkroppen.

$$\therefore V = F(T_1, T_2, T_3, \dots, T_n) \quad (1)$$

Dessa nyttigheter är alla mätbara i den meningen att de dels är observabler i anbuden och dels ingår i en reellvärd funktion, F . Varje nyttighet T_i kan därför tillordnas ett mått μ_i . Vi kan genom att använda dessa mått skriva modellen (1) på formen.

$$V = F(\mu_1(T_1), \mu_2(T_2), \dots, \mu_n(T_n)) \quad (2)$$

Ett specialfall av denna modell är den linjära formen

$$V = \sum_{i=1}^n v_i \mu_i(T_i) \quad (3)$$

Denna modell har egenskapen att $v_i \left(= \frac{\partial V}{\partial \mu_i} \right)$ är konstanter och därför $\frac{\partial^2 V}{\partial \mu_i \partial \mu_j} = 0$ alla i och j .

Om V i stället för värde uttryckt kostnader hade koefficienterna v_i haft innebörd av marginalkostnader. Dessa är som alla vet sällan konstanta. För att ytterligare belysa det orimliga i att sätta $\frac{\partial^2 V}{\partial \mu_i \partial \mu_j} = 0$ alla i och j anknäytes till diskussionen i kapitel 5 om hur olika kombinationsmöjligheter värderas.

Här antas att preferenserna i varje beslutssituation är uttryckbara som marginalvärden, dvs. en generaliserad form av marginalintäkter. Med marginalvärdet menas värdet av ett marginellt tillskott av någon nytthet. Detta värde beror som vi sett av till vilken uppsättning värdeegenskaper det marginella tillägget görs. Värde modellen avser en totalbedömning, varför marginalvärdena skall avse preferenser vid korrigeringar av en fullständig produkt. Följaktligen fordras för att kunna uttala sig om dessa marginalvärden en distinkt uppfattning om vilken produkt man vill ha. Av resonemanget om det successiva och iterativa beslutsfattandet under projekteringen torde framgå att någon sådan uppfattning inte existerar i programskedet då värdekalkylen skall upprättas.

Detta resonemang kan formaliseras genom att låta uppfattningen om vilken produkt man vill ha representeras av en punkt i kalkylsystemets termer. Låt den önskade produkten representeras av följande mätvärden på de olika värdeegenskaperna:

$$(\mu_1(T_{10}), \mu_2(T_{20}), \dots, \mu_n(T_{n0})) \text{ förkortat uttryckt } (\mu_{10}, \mu_{20}, \dots, \mu_{n0}) = \mu_0$$

Kring denna fixa referenspunkt kan man Taylor-utveckla den mer allmänna värde modellen (2) om denna antas ha kontinuerliga partialderivator i μ_i av alla ordningar. Om i denna utveckling endast tas med termer av första ordningen innebär denna en korrekt och entydig approximation av värde modellen (2).

$$V \doteq V_0 + \sum_{i=1}^n \left. \frac{\partial V}{\partial \mu_i} \right|_{T_i = T_{i0}} (\mu_i - \mu_{i0})$$

I Taylorutvecklingen svarar $\frac{\partial V}{\partial \mu_i}$ mot marginalvärden och därmed mot vikterna v_i , koefficienterna i den linjära modellen (3).

Det centrala med dessa marginalvärden är att de endast är definierade för en viss referenspunkt μ . För varje val av referenspunkt finns en entydig Taylorutveckling. *Om man vid ansättandet av en linjär värde modell inte exakt känner vilken produkt man vill ha finns ingen entydig Taylorutveckling och därmed inga entydiga vikter v_i .*

Som en följsats härav får man att en given viktuppsättning svarar mot en viss referenspunkt, eller möjligen en klass av referenspunkter. Känner man inte vilken punkt som är den rätta finns ingen möjlighet att bedöma den linjära värde modellens validitet. Detta kan uttryckas på följande sätt: Värde modellen svarar mot den bedömning man skulle göra i en speciell beslutssituation. Denna beslutssituation är emellertid okänd varav värde modellens meningslöshet torde vara bevisad.

Denna icke kända och därmed icke fixerbara referenspunkt kan tas som utgångspunkt för en teori över varför medelfelsberäkningar för vikterna beräknade enligt de schemata som kortfattat beskrivits i kapitel 3 kan vara berättigade.

De beskrivna beräkningsmetoderna är i en eller annan form baserade på parvisa jämförelser mellan olika nyttheters betydelser, vikt.

För att en sådan jämförelse överhuvudtaget skall vara meningsfull måste den som utför den föreställa sig i vilken beslutssituation han skulle göra det ställningstagande som framgår av jämförelsens resultat. Eftersom han inte kan föreställa sig exakt vilken beslutssituation han kommer till vid den reella totalvärderingen kan hans föreställning om denna beslutssituation variera mellan de olika parvisa jämförelserna.

Varje beslutssituation kan på samma sätt som förut i kalkylsystemet representeras av en punkt μ . Mot varje sådan punkt har vi sett att det existerar en entydig Taylorutveckling och därmed entydiga vikter v_i , och vice versa.

Om antalet vikter som skall beräknas är n fordras $n^2/2 - n$ parvisa jämförelser, dvs. det är möjligt att individen som fyllt i matrisen $\{x_{ij}\}$ (se figur 1, kapitel 3.

sid. 16) under detta arbete haft $n^2/2 - n$ olika uppfattningar om den reella beslutssituationen $\underline{\mu}_0$. Mot $(n \times n)$ -matrisen $\{x_{ij}\}$ svar följaktligen en mängd beslutssituationer $\{\underline{\mu}\}$ innehållande $(n^2/2 - n)$ element.

Eftersom beräkningarna av vikterna utifrån matrisen $\{x_{ij}\}$ har karaktär av medelvärdesberäkningar svarar mot dessa "medelvärdesvikter" en "medelbeslutssituation" $\underline{\mu}$.

Genom att beräkna medelfelen i de beräknade vikterna får man en uppfattning om medelfelet i den motsvarande "medelbeslutssituationen" $\underline{\mu}$. Ju större medelfel desto diffusare uppfattning har man om vilken produkt man vill ha och därmed vilken beslutssituation man vill vara i vid valet mellan olika tävlingsförslag.

Beräkningsmetoder för vikter och deras medelfel

För att kunna ange hur stor slumpmässigheten i viktuppskattningen är och därmed få mått på totalentreprenadens verkningar på beslutsfattandet fordras först metoder för att fastställa vikter. Det var kring en analys av dessa metoder som utredningsarbetet påbörjades. En metod för bestämning av vikter presenterades på Kungl. Byggnadsstyrelsen och i anslutning till denna fanns också ett praktikfall, Cany-dosan (se bilaga).

I avsnittet avhandlas olika metoder för viktuppskattning samt mått på hur noggranna dessa blir. Det ovan nämnda praktikfallet kompletteras med en beräkning av viktuppskattningarnas stabilitet. Detta exempel är inte hämtat från någon tillämpning av totalentreprenad utan från en beslutsprocess av sannolikt mindre komplexitet än den som beskrivits i kapitel 2. Den instabilitet som uppmäts i detta fall kan därför betraktas som ett minimum för den man har att vänta sig vid totalentreprenad.

Någon egentlig teori för hur betydelse eller preferenser kan kvantifieras finns inte. Kvantifieringsmetoder återfinnes dock bland de olika teknikerna för konstruktion av skalor inom t.ex. experimentalpsykologi.

Det skall här påpekas att det finns ett flertal metoder att välja mellan, både bland de s.k. direkta och de indirekta metoderna. Den principiella skillnaden dessa två typer av metoder emellan ligger i de olika krav som ställs på individen vars bedömningar skall kvantifieras. De direkta metoderna förutsätter att individen själv kan kvantifiera sina bedömningar medan de indirekta metoderna inte har denna förutsättning.

Vi skall här koncentrera oss på olika direkta metoder och speciellt den metod som nämndes ovan. Dessvärre är den teoretiska grunden för denna beräkningsmetod hölj i dunkel. Uppgiften är framför allt att söka rätt på denna teori. Utifrån teorin bör det gå att bedöma om de framräknade vikterna är meningsfulla.

Det förefaller inte möjligt att annat än med ett "trial- and error"-förfarande göra alternativa teoriansatser och se om någon av dessa ger det exemplifierade beräkningsschemat till resultat. En modifikation av detta förfarande är att med olika teoriansatser använda beräkningsschemat och därefter kontrollera om resultaten av beräkningarna har någon meningsfull innebörd av vikter.

De teoriansatser som görs består alla i ganska enkla instruktioner till individen om hur bedömningar mellan olika nyttigheter skall kvantifieras. Fyra olika ansatser görs av vilka endast en kan ge upphov till ett räkneschema liknande det som finns i Pernings PM (se bilaga).

Efter genomgång av dessa fyra teoriansatser redovisas två korrekta metoder för viktuppskattning.

De fyra teoriansatser som prövats innebär följande instruktioner till beslutsfattaren:

1. Ange vid varje parvis jämförelse vilken nyttighet som är mest betydelsefull, dvs. individen förutsättes kunna göra *parvisa rangordningar*.

2. Fördela i enlighet med betydelseerna ett givet poängantal mellan nyttigheterna i varje parvis jämförelse.
3. Ange en uppskattning av kvoten mellan betydelseerna i varje parvis jämförelse.
4. Ange skillnaden mellan nyttigheternas betydelse i varje parvis jämförelse.

Teoriansatserna har här rangordnats efter en subjektiv uppfattning om vilka instruktioner som ställer de största kraven på beslutsfattaren.

Innan vi går in på de olika teoriansatserna skall den av Parning exemplifierade beräkningsmetoden beskrivas.

Beskrivning av räkneschemat

Vi betecknar som förut de nyttigheter för vilka vikter skall bestämmas med T_i .

Metoden bygger som tidigare nämnts på parvisa jämförelser. Här skall antas att samtliga parvisa jämförelser utförs av en och samma beslutsfattare. Varje parvis jämförelse mellan T_i och T_j ger upphov till ett tal x_{ij} med egenskaper enligt följande konventioner.

$0 \leq x_{ij} \leq 2m$ där m är ett på förhand valt positivt heltal

$x_{ij} = m$ om T_i bedöms lika betydelsefull som T_j

$m \leq x_{ij} \leq 2m$ om T_i bedöms mer betydelsefull än T_j

$x_{ii} = 0$ alla i

$x_{ji} = 2m - x_{ij}$

x_{ij} är heltal

Om antalet nyttigheter T_i för vilka vikter skall bestämmas är n kan resultaten av de parvisa jämförelserna inordnas i en $(n \times n)$ -matris $\{x_{ij}\}$:

	T_1	T_2	$T_3 \dots T_n$	$S_i^r - S_i^k$	korr.term	S_i
T_1	0	x_{12}	$x_{13} \dots x_{1n}$		$0 \times 2m$	
T_2		0	$x_{23} \dots x_{2n}$		$1 \times 2m$	
T_3			0 $\dots x_{3n}$		$2 \times 2m$	
.					
.					
.			...			
T_n			0		$(n-1) \times 2m$	

På grund av konventionen $x_{ji} = 2m - x_{ij}$ behöver endast matriselementen ovanför diagonalen fyllas i. Man kan nämligen utnyttja denna symmetriegenskap i de fortsatta beräkningarna.

För att få fram "vikterna" börjar man med att beräkna summan av elementen i varje rad i den fullständigt ifyllda matrisen $\{x_{ij}\}$. Detta kan på grund av symmetriregeln $x_{ji} = 2m - x_{ij}$ för varje rad nr i ersättas av:

1. Summera de ifyllda elementen i kolumn nr i med resultatet

$$S_i^k = \sum_{j=1}^{i-1} x_{ji} = (i-1)2m - \sum_{j=1}^{i-1} x_{ij}$$

2. Summera de ifyllda elementen i raden nr i med resultatet

$$S_i^r = \sum_{j=i}^n x_{ij}$$

Den sökta radsumman S_i fås nu som

$$S_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} = S_i^r - S_i^k + (i-1)2m$$

Återigen på grund av symmetriregeln kan man lätt sluta sig till att summan av dessa radsummor $\sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} = (n-1) nm$.

För vikter finns villkoret att deras summa skall vara 1.

Återstående för att vi skall få fram "vikter" är att radsummorna alla divideras med $(n-1) nm$. Resultatet av beräkningarna blir "vikterna"

$$w_i = S_i / \sum_{i=1}^n S_i = S_i / (n-1) nm.$$

En manual för denna beräkningsmetod blir:

1. Summera varje kolumn och ersätt nollan i diagonalen med denna summa med negativt förtecken.
2. Summera de nu ifyllda elementen i varje rad.
3. Lägg slutligen till korrektionstermen $(i-1) 2m$ för den i :te raden.
4. Dividera slutligen de framkomna radsummorna med $(n-1) nm$ och viktberäkningen är slutförd.

Tester av teoriensatser

Beslutsfattaren instrueras att göra parvisa rangordningar

Ett nödvändigt krav på beslutsfattaren vid uppskattning av vikter är att denne kan ange en rangordning av betydelserna av de olika nyttigheterna vid de parvisa jämförelserna. Vi skall undersöka om detta också är ett tillräckligt krav för att meningsfulla vikter skall erhållas.

Vid de parvisa jämförelserna mellan nyttigheterna T_i och T_j instrueras beslutsfattaren att som resultat ange tal y_{ij} enligt följande regler:

$$\begin{aligned} y_{ij} &= 0 && \text{om } T_i \text{ bedöms mindre betydelsefull än } T_j \\ y_{ij} &= m && \text{om } T_i \text{ och } T_j \text{ bedöms lika betydelsefulla} \\ y_{ij} &= 2m && \text{om } T_i \text{ bedöms mer betydelsefull än } T_j \\ y_{ii} &= 0 \end{aligned}$$

Man förvissas sig enkelt om att talmängden $\{y_{ij}\}$ passar in på alla de konventioner som angivits för talmängden $\{x_{ij}\}$. Av detta följer att beräkningarna av radsummorna S_i kan utföras på samma sätt som angivits i räkneschemat. Det återstår därför endast att undersöka om dessa radsummor efter division med $(n-1) nm$ kan ges en meningsfull tolkning av vikter.

Som tidigare nämnts svarar vikter mot punkter på en kvotskala. På en kvotskala gäller samma matematiska relationer som på den reella tallinjen. Vad beträffar ordinalskalor, där rangordningar hör hemma, gäller enbart de vanliga rangordningsrelationerna, $<, =, >$. Således är på ordinalskalor inte ens addition definierad. Det förefaller därför inte vara annat än siffermystik att på det redovisade sättet beräkna vikter. Slutsatsen bygger på att man genom att på ordinalskalor tillämpa en icke definierad operation, addition, tror sig kunna erhålla en förfinad skala, en kvotskala.

Vi kan ge ett konkret exempel på denna siffermystik genom att studera en färdigspelad serie i t.ex. fotboll. Som bekant resulterar de parvisa mötena lagen emellan i 0 poäng till det förlorande laget och 2 till det vinnande. Oavgjort resultat ger 1 poäng till vardera laget.

Om man byter ut värderingen "betydelsefull" mot "bra" eller "vinstrik" och samtidigt ger konstanten m värdet 2 blir analogin mellan serieresultatet och talmängden $\{y_{ij}\}$ fullständig.

Om man beräknar radsummorna S_i svarar varje summa mot det poängtal som

det i :te laget erhållit under hela seriespelet. De olika lagen kan nu enligt räkneschemat tilldelas "vikter" w_i enligt

$$w_i = S_i / (n - 1) nm$$

Nedan anges ett tänkt resultat av en färdigspelad serie med 10 lag. Lagen A_i har numererats efter antal erhållna poäng.

Lag	Poäng	"Vikt"
A_1	16	16/90
A_2	14	14/90
A_3	13	13/90
A_4	13	13/90
A_5	8	8/90
A_6	7	7/90
A_7	6	6/90
A_8	5	5/90
A_9	5	5/90
A_{10}	3	3/90

Poängantalet kan på vanligt sätt accepteras som en *rangordning* för hur "bra" lagen är. Observera dock att denna rangordning inte kan härledas utifrån de parvisa spelresultaten utan denna rangordning har karaktär av en konvention.

Tanken att utifrån denna rangordning kunna göra uttalanden om att t.ex. lag A_2 är dubbelt så bra som lag A_6 (14/7) eller att lag A_1 är $5 \frac{1}{3}$ gånger så bra som lag A_{10} (16/3) verkar dock absurd. Ett resonemang enligt denna linje skulle emellertid gå att genomföra strikt om "vikterna" verkligen var inplacerade på en kvotskala.

Beslutsfattaren fördelar ett givet antal poäng (= 2m) mellan varje par av nyttigheter

En fördelning av poäng måste på ett enkelt sätt svara mot nyttigheternas betydelse och därmed också deras vikter. Om beslutsfattaren instrueras att tilldela nyttigheterna T_i vid jämförelse med T_j ett poängantal $p_{ij} \doteq v_i 2m / (v_i + v_j)$ kan det vara rimligt att för talmängden $\{p_{ij}\}$ använda samma konventioner som för $\{x_{ij}\}$.

Här skall i korthet göras en avstämning av rimligheten i att överföra de sex konventionerna för talmängden $\{x_{ij}\}$ (jfr s 35) på talmängden $\{p_{ij}\}$ betraktad som en approximation av talmängden $\{2mv_i / (v_i + v_j)\}$.

(1) Uttrycket $2mv_i / (v_i + v_j)$ antar värden inom intervallet $[0, 2m]$ och det är en inte alltför stor inskränkning att kräva att approximationer av detta uttryck skall ligga inom samma intervall,

$$0 \leq p_{ij} \leq 2m$$

(2) Lika betydelse av T_i och T_j svarar mot en *uppfattning* i den parvisa jämförelsen att $v_i = v_j$. Följaktligen bör p_{ij} få värdet $2mv_i / (v_i + v_i) = 2m \frac{1}{2} = m$.

(3) Om T_i bedöms mer betydelsefull än T_j svarar detta mot en *uppfattning* i den parvisa jämförelsen att $v_i > v_j$. Detta ger $v_i / (v_i + v_j) > \frac{1}{2}$ och därför $m < p_{ij} \leq 2m$.

(4) Fördelningsregeln ovan ger *inte* $p_{ii} = 0$. Det kan ändå vara rimligt att införa konventionen $p_{ii} = 0$ då en parvis jämförelse av en nyttighets betydelse med sig själv inte kan betraktas som meningsfull.

(5) $p_{ij} \doteq 2mv_i / (v_i + v_j)$ av vilket följer $p_{ji} \doteq 2mv_j / (v_i + v_j) = 2m - 2mv_i / (v_i + v_j)$. Detta motiverar konventionen $p_{ji} = 2m - p_{ij}$.

(6) Konventionen $x_{ij} =$ heltal innebär överfört på talmängden $\{p_{ij}\}$ endast att

uppskattningen av $2mv_i/(v_i + v_j)$ görs med begränsad noggrannhet. Hur denna heltalskonvention påverkar de beräknade vikterna beror naturligtvis på storleken på heltalet m . Ju större m desto mindre blir effekten av denna konvention.

Vad som återstår att undersöka är om radsummorna i matrisen $\{p_{ij}\}$ efter division med $(n-1)nm$ kan ges tolkning av vikter. För att beräkningsschemat skall anses korrekt skall givetvis exakta uppskattningar $p_{ij} = 2mv_i/(v_i + v_j)$ leda till vikterna v_i . För att göra exakta uppskattningar fordras att vi måste slopa heltalskonventionen (6). Likvärdigt resultat kan dock erhållas om heltalet m sättes mycket stort. För att kontrollera om beräkningsschemat ger korrekta resultat ansättes helt enkelt $p_{ij} = 2mv_i/(v_i + v_j)$, då $i \neq j$ och $p_{ii} = 0$.

För den i :te radens summa får vi följande uttryck

$$\begin{aligned} S_i &= \sum p_{ij} = 2m \sum v_i/(v_i + v_j) = 2m [(\sum v_i/(v_i + v_j)) - v_i/(v_i + v_i)] = \\ &= v_i 2m \left[\left(\sum_{j=1}^n 1/(v_i + v_j) \right) - \frac{1}{2} \right] \end{aligned}$$

Om man följer det enkla räkneschemat skall vikterna erhållas genom att dividera varje radsumma S_i med $(n-1)nm$. Detta enkla samband mellan radsummor och beräknade vikter ger att förhållandet mellan två beräknade vikter säg \bar{v}_k och \bar{v}_l är detsamma som förhållandet mellan radsummorna S_k och S_l .

$$\therefore \bar{v}_k/\bar{v}_l = \frac{v_k \left[\left(\sum_{j=1}^n 1/(v_k + v_j) \right) - \frac{1}{2} \right]}{v_l \left[\left(\sum_{j=1}^n 1/(v_l + v_j) \right) - \frac{1}{2} \right]}$$

Av detta uttryck finner vi att $\bar{v}_k/\bar{v}_l \neq v_k/v_l$ om $v_k \neq v_l$, vilket naturligtvis innebär att räkneschemat förvränger korrekta uppskattningar av kvoterna v_i/v_j i de parvisa jämförelserna.

För att närmare undersöka åt vilket håll denna förvrängning sker skall vi först ansätta $v_k > v_l$. Detta leder till att

$$\left[\sum_{j=1}^n 1/(v_k + v_j) - \frac{1}{2} \right] < \left[\sum_{j=1}^n 1/(v_l + v_j) - \frac{1}{2} \right]$$

vilket ger:

$$\bar{v}_k/\bar{v}_l < v_k/v_l$$

Om vi å andra sidan ansätter $v_k < v_l$ finner vi på samma sätt att $\bar{v}_k/\bar{v}_l > v_k/v_l$.

Eftersom beräkningsmetoden ger korrekta resultat om $v_i = 1/n$, alla i , leder resonemanget till att estimationsmetoden förvränger resultaten mot alla $v_i = 1/n$.

Beslutsfattaren uppskattar förhållandet mellan två nyttigheters betydelse

Avsikten med åsättandet av vikter är en önskan om att på detta sätt kvantifiera de olika nyttigheternas betydelse relativt varandra. Betydelsen är följaktligen kongruent med vikten och därav följer att en uppskattning av förhållandet mellan betydelserna av två nyttigheter är en uppskattning av förhållandet mellan vikterna.

Om vi genom parvisa jämförelser kan få uppskattningar av förhållandena mellan vikterna, dvs. v_i/v_j och samtidigt vet att vikternas summa är ett ger detta oss möjlighet att uppskatta de enskilda vikternas storlek.

Genom att ange några av de generella egenskaperna hos de tal k_{ij} som svarar mot de uppskattade värdena på v_i/v_j finner man att denna ansats inte kan resultera i det anförda räkneschemat.

För det första gäller för talmängden $\{k_{ij}\}$, om denna betraktas som en approximation till mängden $\{v_i/v_j\}$, att denna inte på förhand kan ges en övre begränsning. Denna begränsning svarar mot förhållandet mellan den största och den minsta vikten och är följaktligen inte känd förrän efter det alla parvisa jämförelser utförts.

För talmängden $\{k_{ij}\}$ gäller således *inte*:

$$0 \leq k_{ij} \leq 2m; \text{ där } m \text{ är ett på förhand valt tal.}$$

Redan detta omöjliggör användning av räknescemat.

För det andra kan för en kvotskattning k_{ij} inte rimligtvis den symmetriegenskap som angivits för x_{ij} gälla. Närmare tillhands ligger i så fall symmetriegenskapen $k_{ji} = 1/k_{ij}$, eftersom $k_{ij} \doteq v_i/v_j$.

Av detta följer att man inte kan nöja sig med att fylla i halva matrisen $\{k_{ij}\}$ om det skall vara möjligt att beräkna radsummor.

Resonemanget leder till en trygg slutsats om att någon kvotskattning inte förespeglat konstruktören av det anförda beräkningsschemat. Ovan antyddes emellertid att kvotskattningar baserade på parvisa jämförelser ger underlag för viktuppskattningar. Jag skall senare återkomma till en korrekt beräkningsmetod för detta.

Beslutsfattaren anger ett mått baserat på skillnaden mellan nyttigheternas betydelse

Det måste som förut nämnts finnas ett enkelt samband mellan de vikter som skall uppskattas och de tal som anges som resultat av de parvisa jämförelserna. Därför ansättes att de tal som skall fyllas i matrisen är approximationer enligt följande regler:

$$d_{ij} \doteq m + m(v_i - v_j) \text{ för } i \neq j \text{ och} \\ d_{ii} = 0$$

Eftersom $0 \leq |v_i - v_j| \leq 1$ kan man snabbt förvissa sig om att konventionerna för $\{x_{ij}\}$ är rimliga att tillämpa för talmängden $\{d_{ij}\}$.

Det återstår därför endast att kontrollera att radsummorna S_i efter division med $(n-1)m$ kan ges innebörd av vikter.

$$\text{Man finner att } S_i = \sum_{j=1}^n d_{ij} = \sum_{j=1}^n (m + m(v_i - v_j)) = (n-1)m + mnv_i - m = \\ = mnv_i + (n-2)m$$

$$\text{Men } S_i/(n-1)m \doteq v_i/(n-1) + (n-2)/n(n-1) \neq v_i$$

Detta formella resonemang leder till slutsatsen att oavsett hur goda approximationer av skillnaderna mellan vikterna som görs i de parvisa jämförelserna kommer ändå de *beräknade* vikterna med denna metod att bli felaktiga.

Det är emellertid uppenbart att om man har uppskattningar av skillnader mellan samtliga vikter och man dessutom vet att deras summa skall vara 1 finns möjligheter att göra korrekta uppskattningar av vikternas storlek. Anledningen till att radsummorna i detta fall ger upphov till felaktig uppskattning av vikterna är framför allt kravet att talmängden skall ha symmetriegenskapen $d_{ij} = 2m - d_{ji}$. Om vi i stället inför $d_{ij} = nm(v_i - v_j)$ finns en enkel och korrekt beräkningsmetod, vilken vi skall återkomma till i följande avsnitt.

Två direkta metoder för viktuppskattning

I föregående avsnitt påstods att det går att utifrån både uppskattade kvoter respektive skillnader mellan betydelser finna korrekta estimationsmetoder för vikter.

Här skall i korthet redogöras för en metod grundad på parvisa kvotuppskattningar. Denna metod finns behandlad i Björkman & Ekman, *Experimentalpsykologiska metoder* (1957).

En mer omfattande redogörelse lämnas för den metod som utgår ifrån uppskattade skillnader. Denna metod har inte i sin helhet kunnat återfinnas i litteraturen, vilket motiverar en mer noggrann genomgång.

Viktuppskattning utgående från uppskattade kvoter mellan betydelser

Denna metod grundar sig på samma instruktion till beslutsfattaren som den som gavs vid testen om denna ansats gick att förena med det angivna räkneschemat. En kort upprepning av denna ger vid handen att varje parvis jämförelse mellan två nyttigheter T_i och T_j resulterar i ett tal k_{ij} som är en skattning av v_i/v_j , dvs.

$k_{ij} = v_i/v_j + r_{ij}$; där r är en slumpterm som antas ha populationsmedelvärdet 0.

För talmängden $\{k_{ij}\}$ gäller att $k_{ij} - r_{ij} = 1/(k_{ji} - r_{ji})$, vilket var ett av skälen till att räkneschemat för matrisen $\{x_{ij}\}$ ej kunde användas.

Om samtliga jämförelser görs, dvs. T_i jämförs med T_j och även T_j med T_i och alla i och j , blir *hela* matrisen $\{k_{ij}\}$ ifylld och man kan enkelt beräkna vikter.

Först beräknas radsummorna och här uppstår inga problem eftersom hela matrisen är ifylld. För den i :te raden får vi radsumman S_i^r för vilken gäller

$$S_i^r = \sum_{j=1}^n k_{ij} = \sum_{j=1}^n v_i/v_j + r_{ij} = v_i \sum_{j=1}^n 1/v_j + \sum_{j=1}^n r_{ij}$$

Av detta uttryck följer att radsumman S_i^r är lika med vikten v_i sånär som på en slumpterm och en *konstant* faktor, dvs. en faktor lika för alla radsummorna. Om de parvisa uppskattningarna skulle vara exakta vore radsumman S_i^r proportionell mot vikten v_i . Man kan därför som en medelvärdesskattning av vikten v_i ansätta

$$\bar{v}_i^r = C S_i^r$$

Proportionalitetskonstanten c bestäms ur villkoret

$$\sum_{i=1}^n \bar{v}_i^r = 1$$

vilket ger

$$\bar{v}_i^r = S_i^r / \sum_{i=1}^n S_i^r$$

Även genom att beräkna kolumnsummorna kan viktskattningar erhållas. För den j :te kolumnen fås summan S_j^k för vilken gäller:

$$S_j^k = \sum_{i=1}^n k_{ij} = \sum_{i=1}^n (v_i/v_j + r_{ij}) = 1/v_j + \sum_{i=1}^n r_{ij}$$

$$\text{vilket ger } v_j = 1/(S_j^k - \sum_{i=1}^n r_{ij})$$

Som en annan medelvärdesskattning av v_j kan därför ansättas:

$$\bar{v}_j^k = d/S_j^k; \text{ där } d \text{ är en konstant som bestämts utifrån villkoret } \sum_{j=1}^n \bar{v}_j^k = 1.$$

För varje vikt v_s finns följaktligen två medelvärdesskattningar, som vanligen skiljer sig åt. Båda skattningarna är dock förväntningsriktiga.

För att kunna utnyttja båda dessa skattningar föreslår Björkman & Ekman att som slutlig skattning använda det geometriska medelvärdet av dessa, dvs.

$$\bar{v}_s = q \sqrt{\bar{v}_s^r \bar{v}_s^k} = p \sqrt{S_s^r / S_s^k}$$

där q eller p bestäms ur villkoret $\sum_{s=1}^n \bar{v}_s = 1$

Jag skall inte här gå in på hur man kan beräkna medelfel för skattningarna \bar{v}_s . Nämnas bör dock att dessa beräkningar kan utföras på ett sätt som är analogt till det som redovisas i följande avsnitt.

Viktuppskattning utgående från uppskattade skillnader i betydelse

Det förutsättes här att beslutsfattaren kan kvantifiera uppskattade skillnader i betydelserna B_i av nyttigheterna T_i . De parvisa jämförelserna resulterar i en talmängd $\{d_{ij}\}$ som är approximation av talmängden $\{B_i - B_j\}$.

Sambandet mellan B_i och v_i ansättes till $B_i = mnv_i$. Det gäller följaktligen att $d_{ij} = B_i - B_j + r_{ij} \doteq B_i - B_j = mn(v_i - v_j)$

Instruktionen till beslutsfattaren lyder således: Kvantifiera skillnaden i betydelse mellan nyttigheten T_i och T_j med ett tal på intervallet $(-mn, mn)$. För enkelhetens skull kan instruktionen även innehålla kravet att talen d_{ij} skall vara heltal.

Man finner att talmängden $\{B_i - B_j\}$ har symmetriegenskapen $B_i - B_j = -(B_j - B_i)$. Det ligger därför nära till hands att tillgripa restriktionen $r_{ij} = -r_{ji}$, vilket ger konsekvensen att $d_{ij} = -d_{ji}$. Denna symmetriegenskap är nödvändig för att man vid beräkningen av vikterna skall slippa fylla i mer än halva matrisen $\{d_{ij}\}$.

Antag därför att $r_{ij} = -r_{ji}$, vilket leder till att

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n r_{ij} = 0$$

Som tidigare nämnts gäller för de sökta vikterna v_i att

$$\sum v_i = 1 \quad \text{vilket ger:} \quad \sum_{j=1}^n (v_i - v_j) = nv_i - 1$$

Härav framgår att vikterna v_i kan skrivas

$$v_i = 1/n + \sum_{j=1}^n \frac{(v_i - v_j)}{n}$$

Genom att multiplicera detta uttryck med mn^2 fås

$$mn^2 v_i = mn^2 \left[1/n + \sum_{j=1}^n \frac{(v_i - v_j)}{n} \right] = nm + \sum_{j=1}^n (B_i - B_j)$$

$$\therefore v_i = \sum_{j=1}^n \frac{m + (B_i - B_j)}{mn^2}$$

Eftersom man inte känner vare sig v_i , B_i eller B_j måste man för att kunna uppskatta v_i ersätta $(B_i - B_j)$ med uppskattningen $(B_i - B_j) + r_{ij}$.

Uppskattningen av v_i betecknas \bar{v}_i och bestäms av uttrycket

$$\bar{v}_i = \sum_{j=1}^n \frac{[m + (B_i - B_j + r_{ij})]}{mn^2} = v_i + \sum_{j=1}^n \frac{r_{ij}}{mn^2}$$

1 Enligt antagande är $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n r_{ij} = 0$ varför $\sum_{i=1}^n \bar{v}_i = 1$

Denna estimationsmetod ger vidare underlag till beräkningar av viktbestämningens stabilitet i form av medelfel.

Som tidigare nämndes känner vi inte de enskilda slumptermerna r_{ij} . Kännedom om dessa skulle ju förutsätta full kännedom om de "riktiga" vikterna v_i , vilket då skulle göra estimationen onödig. En möjlighet finns dock att skatta r_{ij} utifrån de uppskattade vikterna \bar{v}_i . Genom att multiplicera \bar{v}_i med nm fås en medelvärdesskattning $\bar{B}_i = mn\bar{v}_i$.

Man kan bilda skillnaden $\bar{B}_i - \bar{B}_j$. Dessa skillnader är baserade på n stycken parvisa jämförelser och är därför bättre än de enskilda skattningarna $(B_i - B_j) + r_{ij}$.

En uppskattning \hat{r}_{ij} av r_{ij} kan fås ur uttrycket

$$\hat{r}_{ij} = (B_i - B_j + r_{ij}) - (\bar{B}_i - \bar{B}_j) = r_{ij} - \left(\sum_{k=1}^n \frac{r_{ik}}{n} - \sum_{k=1}^n \frac{r_{jk}}{n} \right)$$

Genom att summera detta uttryck över $j, j = 1, \dots, n$ erhålles

$$\sum_{j=1}^n \hat{r}_{ij} = \sum_{j=1}^n \left[r_{ij} - \left(\sum_{k=1}^n \frac{r_{ik}}{n} - \sum_{k=1}^n \frac{r_{jk}}{n} \right) \right] = 0 \quad \text{ty} \quad \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n r_{ik} = 0^1$$

Man kan därför ge en skattning av medelfelet för skattningen \bar{B}_i enligt

$$S_{\bar{B}_i} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\hat{r}_{ij})^2 / (n-1)}$$

Anledningen till att divisionen utföres med $(n-1)$ är att slumptermerna r_{ii} svarande mot en jämförelse av en nyttighet med sig själv alltid är exakt noll.

Eftersom övergången från B_i till vikterna v_i endast är en förändring av skalan är medelfelen för vikterna \bar{v}_i :

$$S_{\bar{v}_i} = S_{\bar{B}_i} / mn$$

Det fullständiga uttrycket för detta medelfel blir

$$S_{\bar{v}_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n [d_{ij} - (\bar{B}_i - \bar{B}_j)]^2}{m^2 n^2 (n-1)}}$$

Jag kan nu sammanfatta denna viktuppskattningsmetod i en manual liknande den som redovisades i avsnittet om teoriansatser.

1. Fyll i den övre halvan av matrisen $\{d_{ij}\}$ enligt instruktionen.
2. Summera för varje rad $i, i = 1, 2, 3, \dots, n$, den i :te kolumnen med resultat S_i^k . Sätt denna summa med omvänt förtecken på diagonalelementets plats.
3. Summera för varje i de i den i :te raden ifyllda elementen inklusive $-S_i^k$. Detta resulterar i radsumman $S_i = S_i^r - S_i^k$. Summan S_i skrivs omedelbart till höger om matrisen $\{d_{ij}\}$.
4. Addera till varje summa S_i en term nm . Dividera $S_i + nm$ med mn^2 och viktberäkningen är färdig.

För beräkning av medelfelen i uppskattningen av de olika vikterna förfäres enligt:

1. Beräkna för varje $i, i = 1, 2, \dots, n$, $S_i/n = \bar{B}_i$ och bilda $\bar{d}_{ij} = \bar{B}_i - \bar{B}_j$.
2. Ersätt varje element i matrisen $\{d_{ij}\}$ med $\hat{r}_{ij} = d_{ij} - \bar{d}_{ij}$.
3. Summera för varje i kvadraterna av elementen \hat{r} i dels kolumn nr i , dels i rad nr i . Denna operation svarar mot radsumman $\sum_{j=1}^n \hat{r}_{ij}^2$

1. Se not sid. 41.

4. Dividera dessa radsummor med $m^2n^2(n-1)$ och dra kvadratroten ur kvoterna och respektive medelfel $S_{\bar{v}_i}$ är beräknade.

Medelfelsberäkningen i praktikkallet "Cany-dosan"

Beräkningsschemat för medelfelen illustreras med följande numeriska exempel hämtat ur Pernings PM. Man har där bestämt vikter för utvärdering av "Cany-dosan" (se bilaga). I denna återfinns en matris snarlik den som har arbetats fram här.

Två skillnader finns mellan de två matriserna. Den första beror på en olikhet i instruktionen till individen. Denne instrueras i exemplet att sätta siffran 1 då två nyttigheter är lika betydelsefulla. Med den instruktion jag arbetar med skall i motsvarande fall sättas en nolla. Den andra är att ettan svarar mot skalkonstanten m . Det är enkelt att med en genomgående subtraktion av 1 från alla element i matrisen överföra denna till den önskade formen.

Matrisen får efter subtraktion med 1 utseendet

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	S_i	$n \cdot 1$	$S_i + n$	
A	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	8	10	18	
B		0	0	-1	1	-1	0	0	0	-1	-3	10	7	
C			0	1	1	-1	0	0	1	-1	0	10	10	
D				0	1	0	-1	1	0	-1	-1	10	9	
E					0	-1	-1	-1	-1	-1	-9	10	1	
F						0	0	1	1	0	4	10	14	
G							0	1	1	-1	3	10	13	
H								0	0	-1	-4	10	6	
I									0	-1	-4	10	6	
J										0	6	10	16	
											Summa	0	100	100 (= $n^2 = 10 \cdot 10$)

Från kolumnen S_i kan vi beräkna $\bar{d}_{ij} = \frac{S_i - S_j}{n}$

Härur beräknas matrisen

$\{\hat{r}_{ij}\} = \{d_{ij} - \bar{d}_{ij}\}$	vilken får utseendet										Rad-summa
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	$(\hat{r}_{ij})^2$
A	0	-0,1	0,2	0,1	-0,7	0,6	-0,5	-0,2	-0,2	0,8	1,88
B		0	0,3	-0,8	0,4	-0,3	0,6	-0,1	-0,1	-0,1	1,38
C			0	0,9	0,1	-0,6	0,3	-0,4	0,6	-0,4	2,08
D				0	0,2	0,5	-0,6	0,7	-0,3	-0,3	2,78
E					0	0,3	0,2	-0,5	-0,5	0,5	1,59
F						0	-0,1	0,2	0,2	0,2	1,28
G							0	0,3	0,3	-0,7	1,78
H								0	0	0	1,08
I									0	0	0,88
J										0	1,68

Medelfelen för vikterna fås genom:

$$S_{\bar{v}_i} = \sqrt{\sum_{j=1}^n \frac{\hat{r}_{ij}^2}{m^2n^2(n-1)}}$$

där i detta fall $m = 1$
och $n = 10$.

Följaktligen blir medelfelen:

$$\begin{aligned}
 s_A &= 1,88/900 \doteq 0,046 \\
 s_B &= 1,38/900 \doteq 0,039 \\
 s_C &= 2,08/900 \doteq 0,048 \\
 s_D &= 2,78/900 \doteq 0,056 \\
 s_E &= 1,59/900 \doteq 0,042 \\
 s_F &= 1,28/900 \doteq 0,038 \\
 s_G &= 1,78/900 \doteq 0,044 \\
 s_H &= 1,08/900 \doteq 0,035 \\
 s_I &= 0,88/900 \doteq 0,031 \\
 s_J &= 1,68/900 \doteq 0,043
 \end{aligned}$$

Ett stort medelfel tyder givetvis på en diffus uppfattning om motsvarande nyttighets betydelse. Jag skall här försöka klarlägga hur stor del av medelfelet som hänger samman med denna diffusa uppfattning och hur stor del som beror på rena mätfel.

Det fel \hat{r}_{ij} , på vilket vi baserar medelfelsberäkningarna, har åtminstone två komponenter. Den ena svarande mot den diffusa uppfattningen har tidigare formaliserats som "den icke fixerade referenspunkten μ ". Denna komponent betecknar jag med f_{ij} . I den här presenterade beräkningsmetoden återfinns en heltalskonvention. Denna innebär att individen vid ifyllandet av matrisen $\{d_{ij}\}$ ständigt gör avrundningsfel. Dessa fel betecknas e_{ij} .

För felet e_{ij} gäller att dessa ligger inom intervallet $(-0,5, 0,5)$. Med vanliga avrundningsregler är det lämpligt att antaga att dessa fel dessutom är likformigt fördelade över detta intervall.

För en oändlig population mätfel e_{ij} med ovan givna stokastiska specifikation kan standardavvikelsen beräknas.

Populationens medelvärde är givetvis 0, varför variansen kan beräknas ur:

$$\sigma_e^2 = 2 \int_0^{0,5} e^2 de = 2 \left[\frac{e^3}{3} \right]_0^{0,5} = \frac{1}{12}$$

$$\therefore \sigma_e \doteq 0,29$$

Denna standardavvikelse är mättelets komponent i medelfelet för skattningen \bar{B}_i . Mellan betydelsen \bar{B}_i och vikten \bar{v}_i gäller sambandet $\bar{B}_i = mn\bar{v}_i$. Mättelets komponent av medelfelet i skattningen \bar{v}_i blir därför $\doteq 0,29/nm$.

Av uttrycket framgår att den förväntade osäkerheten i viktuppskattningen mätt i medelfel rent teoretiskt inte kan underskrida $\sigma_e/nm \doteq 0,29/nm$. Med beteckningen $E(s_{\bar{v}_i})$ för det förväntade medelfelet gäller

$$E(s_{\bar{v}_i}) \geq 0,29/nm$$

Givetvis är det eftersträvsvärt att söka pressa ned detta minimum $0,29/nm$ så långt möjligt är. Som synes av uttrycket är skalbredden m det enda som man kan påverka. Det är ju nämligen långsökt att ändra n , dvs. antalet preferenser, bara för att få en noggrannare uppskattning av vikterna. Dessutom ger en ökning av n endast en skenbar reduktion av medelfelen. Om man ökar antalet vikter blir naturligtvis storleken mindre för var och en av vikterna. På samma sätt minskar medelfelen. Den relativa osäkerheten kvarstår dock.

Enda sättet att reducera inverkan av mätfelen är att öka skalkonstanten m . I ett fall med 10 nyttigheter, dvs. $n=10$, innebär en ökning av m från 1 till 5 en reduktion av medelfelet teoretiskt från 0,029 till 0,0058.

Obestridligt är att mätfelen e_{ij} minskar om skalbredden m ökas. Man skall emellertid inte låta sig föränledas till att tro att detta automatiskt medför att det totala medelfelet $s_{\bar{v}_i}$ minskar. Genom att öka skalbredden ställer man ökade krav på

den individ som skall åsätta skillnaderna mellan betydelser talvärden. Det är fullt möjligt att den reduktion av mätfelet e_{ij}/mn som erhålls med ökat m gott och väl motverkas av större fel f_{ij} förorsakade av de större krav man ställer på den kvantifierande beslutsfattaren. Någon speciell skalbredd m kan inte förespråkas utan denna måste bli föremål för bedömning från fall till fall.

Utifrån formeln

$$s_{f_i} = \sqrt{s_{\bar{v}_i}^2 - s_e^2/(nm)^2} = \sqrt{s_{\bar{v}_i}^2 - 0,25/3 (mn)^2}$$

kan man beräkna storleken av den del av medelfelen som direkt sammanhänger med vad jag kallat "den icke fixerade referenspunkten μ ".

I tabellen (2) nedan redovisas uppskattade vikter och deras uppskattade medelfel. De senare har även uppdelats i två komponenter svarande mot de två feltyperna e och f .

Tabell 2 Uppskattade vikter och medelfel

	\bar{v}	$s_{\bar{v}}$	s_e/mn	s_f
A	0,19	0,046	0,029	0,037
B	0,07	0,039	0,029	0,026
C	0,10	0,048	0,029	0,039
D	0,09	0,056	0,029	0,048
E	0,00	0,042	0,029	0,031
F	0,14	0,038	0,029	0,024
G	0,13	0,044	0,029	0,033
H	0,06	0,035	0,029	0,020
I	0,06	0,031	0,029	0,017
J	0,017	0,043	0,029	0,033

Med utgångspunkt från medelfelen $s_{\bar{v}_i}$ och viktestimaten \bar{v}_i kan man simulera nya vikter. På ett mycket enkelt och naivt sätt har två nya uppsättningar vikter v'_i och $v'_{i'}$ tillskapats, vilka ges i tabellen (3) nedan. Simuleringen har utförts med krav på att de nya vikterna skall hamna inom de beräknade medelfelsgränserna.

Tabell 3 Uppskattade och simulerade vikter

	\bar{v}_i	v'_i	$v'_{i'}$	$v = 0,10$
A	0,19	0,21	0,21	0,10
B	0,07	0,03	0,05	0,10
C	0,10	0,16	0,05	0,10
D	0,09	0,04	0,15	0,10
E	0,00	0,05	0,04	0,10
F	0,14	0,17	0,12	0,10
G	0,13	0,11	0,08	0,10
H	0,06	0,03	0,07	0,10
I	0,06	0,08	0,04	0,10
J	0,17	0,14	0,14	0,10

I det valda exemplet har vikterna \bar{v}_i använts för värdering av olika alternativa utföranden av "Cany-dosan". Antalet alternativ var 11 stycken. Jag har här gjort ett urval av 5 stycken, vilka alla hör till de "bättre" enligt bedömningen med vikterna \bar{v}_i . Nedan anges deras totalvärden för olika uppsättningar vikter enligt ovan.

Tabell 4 *Totalvärden vid olika viktuppskattningar*

Alternativ nr	Totalvärden			
	\bar{v}	v'	v''	0,10
2	2,58	2,43	2,30	2,20
4	2,57	2,43	2,31	2,20
8	2,51	2,15	2,29	2,20
9	2,38	2,24	2,21	1,90
11	2,39	2,19	2,21	2,00

Ur denna tabell kan man finna rangordningsrelationer alternativen emellan för olika viktuppsättningar. Dessa blir:

Tabell 5 *Rangordningar av alternativ vid olika viktuppsättningar*

\bar{v}	2:4:8:11:9
v'	2=4:9:11:8
v''	4:2:8:9=11
0,10	2=4=8:11:9

Denna sista lilla tabell kan ge upphov till en del reflektioner om det meningsfulla i att på detta sätt bestämma vikter. Som framgår ger de uppskattade vikterna samma rangordning mellan alternativen som om man hade ansatt att alla vikter vore lika. Man finner också att variationer i vikterna inom deras respektive medelfelsgränser mycket väl kan omkasta rangordningen mellan de olika alternativen.

VÄRDEANALYS													Analys nr:	1
VIKTNING AV FUNKTIONER											Blad nr:	3		
											Datum:			
Produktbeteckning: Cany-dosan											Sign:			
Komponent:											Ritn nr:			
											Ritn nr:			
	Tåla last	Vara brandtålig	Tåla vibrationer	Vara lagesfixerbar	Vara utrymmesdI	Vara arbetskyddsvän.	Underlätta upphängning	Medge upphängningsjust.	Vara driftsbeständig	Korrektionsfaktor	Summa poäng	Viktfaktor		
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	+	Pi	k _i		
A	-0	2	2	2	2	2	1	2	2	2	0	17	0.15	
	B	-2	1	0	2	0	1	1	1	0	2	6	0.07	
		C	-3	2	2	0	1	1	2	0	4	9	0.10	
			D	-4	2	1	0	2	1	0	6	8	0.09	
				E	-8	0	0	0	0	0	8	0	0.00	
					F	-3	1	2	2	1	10	13	0.14	
						G	-4	2	2	0	12	12	0.13	
							H	-10	1	0	14	5	0.06	
								I	-1	0	16	5	0.06	
										-3	18	15	0.17	
											Summa	90	1.00	

INSTRUKTION

- Jfr A/B. Om A är viktigare än B, sätt 2 poäng. Om A=B, sätt 1 poäng. Om B är viktigare än A, sätt 0 poäng.
- Jfr A/C, A/D etc.
- Jfr B/C, B/D o.s.v.
- Addera lodrätt
- Addera vågrätt = Pi
- Kontrollera $\sum Pi = n(n-1)$ där n = antal funktioner.
- Beräkna $k_i = \frac{Pi}{\sum Pi}$
- Kontrollera $k_i = 1.00$

"VÄRDET ÄR RELATIVT OCH MÄTS MED JÄMFÖRELSE"

Litteratur

Källor

- Björkman, E & Ekman, G, 1957, *Experimentalpsykologiska metoder*, Stockholm.
- Byggnads- och anläggningsindustrin, 1970, 1970 års långtidsutredning* (Svenska byggnadsentreprenörföreningen), Stencil. Stockholm.
- Byggnadsindustrins Nyhetsextra, 1970*, Kommentaren, nr 8 1970, Stockholm.
- Fallon, C, 1969, *Värde och beslut* (Byggförlaget), Stockholm.
- Forsberg, S, 1969, *Kostnadsanalys och metodisk projektering* (Husbyggaren nr 2 1969), Stockholm.
- Gabrielsson, B, 1969, *Totalentreprenaden ingen universallösning* (Byggnadsindustrin nr 8 1969), Stockholm.
- Hysesgästernas Riksförbund 1970 (Byggnadsindustrins Nyhetsextra nr 8 1970), Stockholm.
- Mildner, E, 1968, *Svenska Bostäder—Östberga höjden* (Statens institut för byggnadsforskning), Stencil. Stockholm.
- Molin, F, 1970, *Enhetligare begreppsbestämningar* (Byggnadsindustrin nr 12–13 1970), Stockholm.
- SOU 1968:20, *Byggnadsupphandlingsutredningen — Formerna* (Statens offentliga utredningar, Finansdepartementet), Stockholm.
- SOU 1968:43, *Upphandling av stora bostadsprojekt* (Statens offentliga utredningar, Inrikesdepartementet), Stockholm.
- SOU 1970:18, *Byggnadsupphandlingsutredningen — Administrationen* (Statens offentliga utredningar, Finansdepartementet), Stockholm.
- Statens Pris- och Kartellnämnd, 1969, *Remissyttranden över "Upphandling av byggnader"* del 1 (SOU 1968:20) och *"Upphandling av stora bostadsprojekt"* (SOU 1968:43), (Pris- och Kartellfrågor 1969:1), Stockholm.
- Sundin, E, 1969, *Totalvärdering av pris och miljö* (Byggnadsindustrin nr 14 1969), Stockholm.
- Söderström, H & Bergström, K, 1969, *Vilka äger byggföretagen?* (Väg- och vattenbyggaren 1969:9), Stockholm.
- Ullman, B, 1967, *Samordning och splittring inom byggområdet* (Pris- och Kartellfrågor 1/2 1967), Stockholm.
- Waerden van der, B L, 1964, *Modern Algebra*, volume 1, New York.
- Öfverholm, I, 1969, *Styrning av totalentreprenader* (Byggnadsindustrin nr 20 1969), Stockholm.

Övrig litteratur

- Eriksson, E, 1970, *Kring forskningsprocessen* (Statens institut för byggnadsforskning), Stencil. Stockholm.

- Dennersten, R, 1968, *Värdeanalys av totalentreprenadanbud* (Byggnadsindustrin nr 10 1968), Stockholm.
- Ingelstam, L, 1970, *Matematiken – en kulturfara? 1* (Intermediar nr 4 1970), Stockholm.
- Isotalo, S, 1970, *Kostnader kan man räkna men om värdet får man språka* (Byggnadsindustrin nr 10 1970), Stockholm.
- Janson, P, 1970, *Värdeanalys – en bluff?* (Byggnadsindustrin nr 15, 1970), Stockholm.
- Jarle, P-O, 1970, *Kostnaderna ger sig alltid – men vad är egentligen värdet?* (Byggnadsindustrin nr 3 1970), Stockholm.
- Thiberg, S, 1969, *Beskrivnings- och värderingssystem för bostads- och stadsdelsegenskaper* (Statens institut för byggnadsforskning, rapport 18/69), Stockholm.
- Öfverholm, I, 1969, *Värdeanalys för byggherrar* (Byggnadsindustrin nr 1 1969), Stockholm.

R47: 1970

**Denna rapport avser projekt 262 inom Statens institut för
byggnadsforskning. Arbetet har skett med anslag från Statens råd
för byggnadsforskning**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm
Abonnemangsgrupp: s (samhällsplanering)**

Pris: 18 kronor