

Rapport

R24:1971

**Anbudsvärdering vid
totalentreprenad**

*teckn. åter ser
W*

Gösta Ericson

Byggforskningen

Vid totalentreprenadupphandling måste byggherren bedöma anbuderna med hänsyn till både pris och kvalitet. Det kan i sådana fall vara svårt att komma fram till vilket anbud som totalt sett är det bästa. För att bl.a. underlätta och systematisera bedömningen har olika metoder och system för värdering utarbetats. Byggeforskningsrådets utvecklingsgrupp för produktbestämningsskedet, PU-gruppen, har följt och låtit redovisa anbudsvärderingen i ett aktuellt projekt där ett värderingssystem användes.

I rapporten redovisas systemet och erfarenheter från tillämpningen. En matematisk analys av anbudsvärderingens siffermaterial har utförts vid institutionen för matematik vid tekniska högskolan i Stockholm av tekn. lic Anders Karlqvist och tekn. lic Bertil Marksjö.

Man konstaterar att matematiska värderingssystem av här tillämpad typ inte ger entydigt resultat p.g.a. osäkerhet i viktsättning och betygsättning om skillnaderna mellan anbuderna är små.

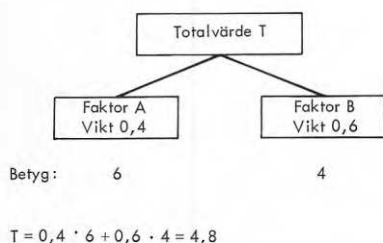


FIG. 1. Princip för sammanvägning av betyg.

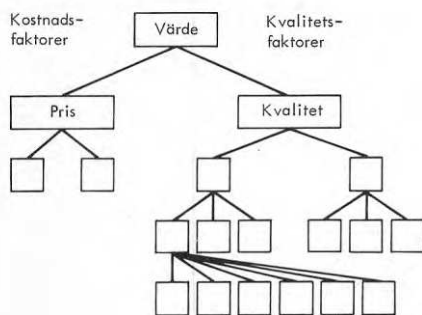


FIG. 2. Schematisk bild av Erikslundssystemet.

Inom Täby kommun har en upphandlingskommitté i samarbete med en konsultfirma, Stadsbyggnadsbyrån AB, utarbetat en modell för marktilldelning inom kommunens exploateringsområden, baserad på anbudstävling genom totalentreprenad. I modellen ingår ett system för anbudsvärderingen. Det första projekt där upphandlingsmodellen försöksvis tillämpades var ett område för småhus, Erikslund.

Upphandlingens uppläggning och anbudsvärderingen

Upphandlingen avsåg projektering och uppförande av ca 250 småhus samt kommunaltekniska och andra kompletterande anläggningar inom området. Anbudsunderlaget utlämnades i maj 1970 och anbud begärdes in till september. Tio anbudsgivare lämnade totalt 30 olika anbud. Entreprenören utsågs i november på grundval av en enligt värderingssystemet upprättad rangordning.

Teorin bakom värderingssystemet innebär att ett mått på en produkts totalvärde kan erhållas som en funktion av ett antal faktorer eller delvärden, som avser egenskaper hos produkten som är betydelsefulla för värdet. Varje faktor betygsätts och delvärdena erhålls som produkter av betyg och vikt. Vikten är ett tal som anger respektive faktors relativa betydelse för totalvärdet. En summering av delvärdena ger totalvärdet, se FIG. 1.

I Erikslundssystemet betygsätts tretton faktorer. Faktorerna är viktsatta och totalvärdet erhålls genom summering enligt ovan. Två av faktorerna avser kostnadsegenskaper och de övriga kvalitetsegenskaper hos området som helhet och hos de enskilda husen. Totalvärdet delas upp successivt så att systemet får olika nivåer (se FIG. 2). Betygsättningen sker på den lägsta nivån. Vid betygsättningen motsvarar 1 poäng lägsta acceptabla kvalitet resp. högsta acceptabla kostnad och 10 poäng den högsta kvalitet resp. lägsta kostnad man vill premiera. De två kostnadsegenskaperna är mätbara och för dessa konstruerades betygskurvor när anbuderna kommit in. De övriga faktorerna är inte mätbara och något försök att definiera betygskurvor gjordes inte.

R24:1971

Nyckelord:

anbudsvärdering, totalentreprenad, småhusområde (250 småhus, Erikslund, Täby 1970)

värderingssystem, styrningsinstrument, värderingsinstrument (viktsättning, betygsättning, känslighetsanalys)

Rapport R24:1971 avser anslag E 665:2 från Statens råd för byggnadsforskning.

UDK 69.003.23
657.372.2:69
728.3
Sfb A

Sammanfattning av:

Ericson, G, 1971, *Anbudsvärdering vid totalentreprenad. Redovisning och diskussion av ett värderingssystem med utgångspunkt från totalentreprenadupphandling av småhusområde i Erikslund.* (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R24:1971, 96 s., ill. 16 kr.

Rapporten är skriven på svenska med svensk och engelsk sammanfattning.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, 111 84 Stockholm
Telefon 08-24 28 60

Abonnemangsgrupp:

(b) byggnadsprojektering

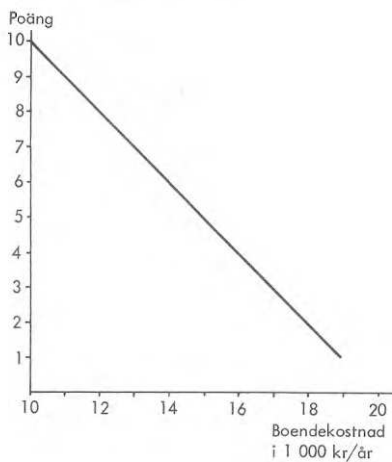


FIG. 3. Betygskurva för boendekostnad.

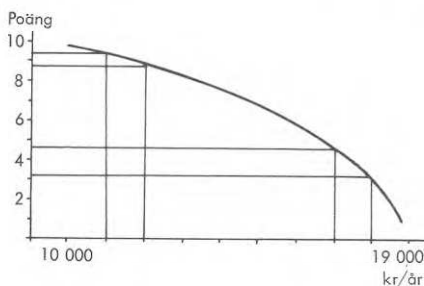


FIG. 4. Exempel på icke-linjär betygskurva.

Bedömningsarbetet gjordes av tjänstemän från stadsarkitektkontoret och fastighetskontoret i Täby med bistånd av konsulter. Kvalitetsegenskaperna bedömdes för sig och utan att bedömarena hade kännedom om kostnaderna. Bedömningen pågick under två månader och den totala arbetstid som kommunens tjänstemän och engagerade konsulter nedlagt på bedömningsarbetet uppgick till ca 1 500 timmar.

Det anbud som hade fått bäst betyg på kvalitetsegenskaperna segrade. Poängskillnaden till nästa anbud var mer än 1 poäng. Anbuderna med de bästa prisbetygen hade dåliga kvalitetsbetyg.

Erfarenheter av värderingssystemet

Betygsättning av mätbara faktorer kan ske genom en enkel avläsning och är definitionsmässigt exakt, bortsett från mätfel. I Erikslund användes linjära betygskurvor för kostnadsfaktorerna (se FIG. 3). Kurvorna kan alternativt göras icke linjära t.ex. så att en minskning av boendekostnad ger ett större poängtillskott om den sker på hög kostnadsnivå än på låg nivå (se FIG. 4).

Faktorerna på kvalitetssidan är inte mätbara och de ska bedömas med utgångspunkt från ett stort antal olika aspekter. Ett visst betyg kan uppnås

på en mångfald olika sätt. En entydig betygsskala kan inte definieras för sådana faktorer. För vissa faktorer är det tänkbart att en betygsskala kan bestämmas approximativt genom exempel på lösningar som motsvarar de olika betygen i skalan. För vissa faktorer är betygsskalor över huvudtaget inte meningsfulla.

Betygsättning av faktorer som inte är mätbara kan inte bli exakt. Det satta betyget blir förenat med en viss osäkerhet. Om betygsättningen i Erikslundssystemet sker med en osäkerhet av ± 1 poäng måste ett anbud ha 0,5 poäng högre total poängsumma än ett annat anbud för att man med god säkerhet, 95 %, skall veta att det är bättre.

Vid betygsättning av faktorerna registreras egenskaperna inom vissa gränser, motsvarande sämsta acceptabla lösning respektive den bästa man vill premiera. Vikten för en faktor anger den relativa betydelsen av den kvalitetsvariation som registreras i den på så sätt angivna betygsskalan. Vikten och betygsskalor är alltså beroende av varandra.

I Erikslund sattes vikterna utan att några betygsskalor definierades. Först när bedömningsarbetet började bestämdes betygsskalor för kostnadsfaktorerna. För övriga faktorer kom bedömarna överens om vissa gemensamma utgångspunkter. För vissa faktorer blev bästa och sämsta lösning bland inkomna anbud bestämmande för extrempunkterna i betygsskalan. Det innebär att anbudsgivarna genom sina anbud kunde förrycka den värdering som byggherren haft som grund för viktsättningen. Om inlämnade anbud ska vara avgörande för betygsskalornas extrema punkter kan inte viktsättningen bestämmas i förväg innan man vet hur stora kvalitetsvariationerna är.

Viktsättningen är uttryck för en värdering och är i Erikslund gjord på ett diffust underlag. En osäkerhet i viktsättningen innebär att totalvärdet får en motsvarande osäkerhet. I Erikslund var segrade förslag så överlägset att osäkerhet i vikterna saknar betydelse för rangordningen i toppen.

Samband mellan faktorerna är en svårighet vid betygsättning och viktsättning. Teorin bakom Erikslundssystemet förutsätter att faktorerna kan värderas oberoende av varandra. Faktorerna måste alltså väljas så att samband undviks.

Bostadsområden utmärks av att olika egenskaper samverkar på ett komplicerat sätt. Det torde därför vara praktiskt omöjligt att konstruera system där faktorerna är helt oberoende. I Erikslundssystemet finns det samband mellan ett flertal av de betygsatta faktorerna. Det innebär risk för att en god eller dålig egenskap påver-

kar betyget för flera faktorer på ett sätt som inte var avsett när vikterna sattes.

Byggherren avsåg att värderingssystemet i Erikslund skulle tjäna som styrinstrument för anbudsprojekteringen genom att de olika faktorerna var viktsatta. Bristen på betygsskalor gör att man inte kan tala om någon medveten styrning. Om ett värderingssystem skall ge en reell styrning mot vissa kvaliteter och kostnader måste systemet konstrueras mot bakgrund av en detaljerad kunskap om vilka produktionskostnader som normalt motsvarar de kvalitetsvariationer som betygsskalorna registrerar. Styrningseffekten blir annars helt slumpmässig.

Slutsatser

Anbudsbedömningen i Erikslund ger ett värdefullt material för diskussionen om värderingssystem inom byggnadsområdet. Bedömningsarbetet har bedrivits med stor noggrannhet och alla anbud har behandlats lika.

Utfallet av tävlingen kännetecknas av att det segrade företaget hade två överlägsna anbud. Det räcker med en relativt enkel genomgång av förslagens utformning och kostnader för att konstatera detta. Om valet av anbud är givet på grund av att ett anbud uppenbarligen är överlägset så finns det från byggherrens synpunkt inget behov av något värderingssystem. Det är framför allt när man inte utan vidare kan skilja ut ett bästa anbud som tillämpning av värderingssystem är intressant. På grund av osäkerheten i viktsättning och betygsättning är det dock tvivelaktigt om ett värderingssystem av den här aktuella typen ger någon entydig segrade i en situation där det inte finns något överlägset anbud.

Om antalet anbud är stort kan ett värderingssystem med viktsatta faktorer som betygsätts och sammanvägs till ett totalvärde möjligen användas för att sälla bort ointressanta anbud. Ofta torde dock en sådan sällning kunna ske med relativt enkla jämförelser. Om inget anbud framstår som klart överlägset bör den säkraste metoden vara att göra noggranna parvisa jämförelser mellan de bästa anbuderna. Rubriksystemet går igenom och skillnaderna mellan anbuderna noteras ifråga om varje faktor. En sammanfattande beskrivning upprättas över de skillnader som man vill fästa avseende vid. Om byggherren anser att två på så sätt jämförda anbud är likvärdiga kan valet avgöras t.ex. genom lottdragning eller tillämpning av ett värderingssystem enligt ovan där en marginell skillnad i måttet på totalvärdet får fälla utslaget. Inslaget av slump torde i ett sådant fall i stort sett vara detsamma.

Valuation of tenders at package deal contracts

Gösta Ericson

In connection with package deal contracts the client has to judge the tenders with regard to both price and quality. In such cases it can be difficult to find which tender that is the overall best one. In order to, among other things, facilitate and systematize the appraisal, various methods and systems for evaluation have been worked out. The Development Group for Product Determination at the Swedish Council for Building Research, has followed up and reported the evaluation of the tenders in a present project in which an evaluation system has been used.

The report accounts for the system and experiences from its application. A mathematical analysis of the material from the evaluation of the tenders has been done at the Institute of Mathematics at the Royal Institute of Technology in Stockholm by Anders Karlqvist, Lic.Eng. and Bertil Marksjö, Lic.Eng. It is found that mathematical evaluation systems of the type that has been applied in this case do not give unambiguous results because of uncertainty of weighting and marking when the differences between the tenders are small.

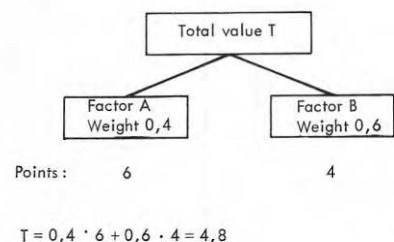


FIG. 1. The principle of addition of partial values.

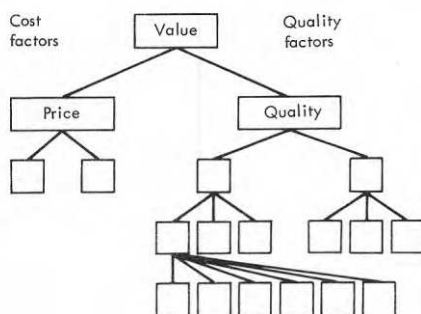


FIG. 2. Schematic illustration of the Erikslund system.

In Täby Municipality, a contract awarding committee and a firm of consultants, Stadsbyggnadsbyrån AB, have jointly drawn up a model for land allocation within the development areas in the Municipality on the basis of competitive tendering for package deal contracts. The model includes a system for the evaluation of tenders. The contract awarding model was used on an experimental basis for the first time for a project for one-family houses at Erikslund.

The layout of the contract and evaluation of the tenders

The contract referred to the design and construction of about 250 one-family houses as well as public utilities and other supplementary installations in the area. The tender documents were distributed in May 1970 and tenders were to be in by September. Ten tenderers submitted a total of 30 tenders. The contractor was appointed in November on the basis of a ranking drawn up according to the evaluation system.

The theory underlying the evaluation system implies that a measure of the overall value of a product can be obtained as a function of a number of factors or partial values relating to characteristics of the product which are of significance for the value. Each factor is marked and the partial values are obtained as the products of the marks awarded and weightings which indicate the relative importance of the factor with reference to the total value. Addition of the partial values gives the total value. See FIG. 1.

Thirteen factors are marked in the Erikslund system. The factors are weighted and the total value is obtained as described above. Two of the factors relate to cost characteristics, and the others to quality characteristics, of the area as a whole and of the individual houses. The total value is gradually subdivided in such a way that the system gets different levels (see FIG. 2). Marking is carried out at the lowest level, 1 point indicating the lowest acceptable quality or the highest acceptable cost and 10 points the highest quality or the lowest cost. The two cost factors are measurable, and marking curves were constructed in respect of these when the tenders had been received. The other factors are not measurable and no attempt

National Swedish Building Research Summaries

R24:1971

Key words:

valuation of tenders, package deal contract, one-family house project (250 houses, Erikslund, Täby 1970)

system of valuation, guiding instrument, valuation instrument (weighting, marking, sensitivity analysis)

Report R24:1971 was supported by Grant E 665:2 from the Swedish Council for Building Research.

UDC 69.003.23
657.372.2:69
728.3
SfB A

Summary of:

Ericson, G, 1971, *Anbudsvärdering vid totalentreprenad. Redovisning och diskussion av ett värderingssystem med utgångspunkt från totalentreprenadupphandling av småhusområde i Erikslund.* Valuation of tenders at package deal contracts. Discussion of a system of valuation and its application in connection with a package deal contract competition for a project for one-family houses in Erikslund. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Report R24:1971, 96 p., ill. 16 Sw. Kr.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403, S-111 84 Stockholm
Sweden

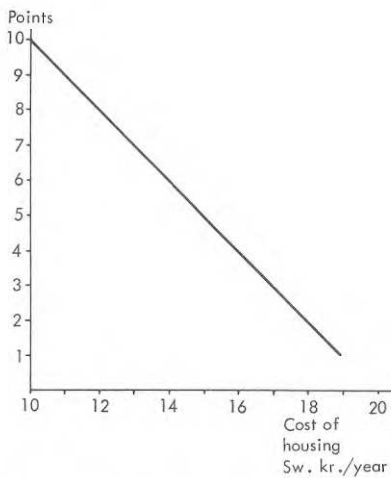


FIG. 3. Marking curve for housing cost.

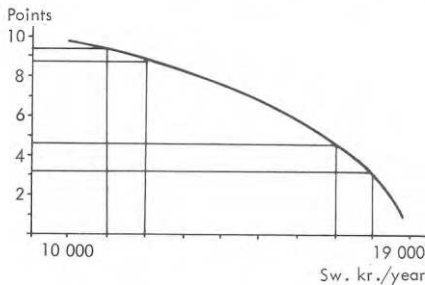


FIG. 4. Example of a non-linear marking curve.

was made to define marking curves for these.

Appraisal of the tenders was carried out by employees of the City Architect's and Estate Departments at Täby with the assistance of consultants. Qualitative factors were marked individually, without those awarding the marks being aware of the costs. The appraisal proceeded for two months, the total working time put in by the municipal employees and the consultants amounting to approximately 1500 hours.

The winning tender was the one which had received the best marks as regards quality factors. The difference between this tender and the one next to it was more than 1 point. The tenders with the best marks as to costs had bad quality marks.

Experiences of the evaluation system

Marking of measurable factors can take place by a simple reading and is by definition an exact process, except errors in measurement. Linear marking curves were used at Erikslund for the cost factors (see FIG. 3). Alternatively, the curves may be made non-linear, for instance by arranging a reduction in housing costs to give a larger gain in points at a high cost level than at a low level (see FIG. 4).

The factors relating to quality are not measurable and they must therefore be valued on the basis of a large number of different aspects. A certain mark can be attained in a great number of different ways. It is impossible to define a unambiguous marking scale for such factors. With regard to certain factors, it is possible that a marking scale can be approximately determined by specifying examples which correspond to the marks in the scale, while for certain other factors marking scales are not at all meaningful.

Marks for factors which are not measurable cannot be exact. There is a certain amount of uncertainty in the mark. If marking in the Erikslund system has an uncertainty of ± 1 point, a tender must have an overall mark that is 0.5 point higher than another tender in order to be better with satisfactory certainty, 95 %.

Marks are recorded within certain limits corresponding to the lowest acceptable quality and the best one which is to be awarded. The weighting given to a factor indicates the relative significance of the variation in quality which is recorded on the marking scale defined in this way. The weightings and the marking scales are thus dependent on one another.

At Erikslund, the weightings were set without prior definition of the marking scales. Marking scales for the cost factors were determined only after appraisal had been commenced. As regards the other factors, those awarding the marks agreed on certain common standards. In the case of some of the factors, the best and worst solutions among the tenders determined the end points of the marking scale. This meant that the tenderers, by means of their tenders, could distort the valuation used by the client as the basis of weighting. If the tenders submitted are to be used for determination of the end points of the marking scales, weightings cannot be decided before the variations in quality are known. Weighting is the process whereby a set of values is expressed. At Erikslund, this was carried out on a diffuse basis. An uncertainty in determining weightings means that the total value will have a corresponding uncertainty. At Erikslund, the winning project was so superior to the others that the uncertainty in the weightings had no significance for the ranking at the top of the scale.

The connection between the factors is a difficulty in marking and weighting. In the Erikslund system, several of the marked factors are related. This means that there is a risk that a good or bad quality will affect the mark for a number of factors in a way not intended when

the weightings were determined.

The intention of the client was that the evaluation system used at Erikslund should provide guidance for the tenderers by virtue of the weightings of the factors. The absence of marking scales means that there can be no question of conscious guidance. If an assessment system is to provide proper guidance towards certain qualities and costs, then the system must be constructed on the basis of a detailed knowledge of the production costs which normally correspond to the variations in quality which the marking scales record. Otherwise, guidance will be completely at random.

Conclusions

Appraisal of the tenders at Erikslund provides very useful material for the discussion of valuation systems in building. Appraisal was carried out with great accuracy and all tenders were treated alike.

It is a characteristic of the result of the competition that the winning company had two tenders which were superior to the others. If the choice of the tender to be accepted is obvious due to its evident superiority to the others, then, from the point of view of the client, there is no need for an evaluation system. It is chiefly in cases where the best tender cannot be singled out without a thorough examination that the use of an evaluation system is of interest. Owing to the uncertainty in awarding weightings and markings, however, it is doubtful whether an evaluation system of this type is capable of pointing at a clear winner in a situation where there is no tender which is superior.

If the number of tenders is large, then an evaluation system with weighted factors which are marked and added so as to produce a total value may be used to eliminate tenders which are of no interest. Such elimination will however often be possible by means of relatively simple comparisons. If there is no tender which is clearly superior to the others, then the most reliable method will be to compare the best tenders accurately two by two. The headings must be examined and the differences between the tenders noted with regard to each factor. A brief description must then be made of those differences which are regarded significant. If the client decides that two tenders compared in this way are equivalent, the choice may be made by casting lots or using an evaluation system as above, in which case a marginal difference in the total value will be decisive. The random element will in such a case be about the same.

R24:1971

ANBUDSVÄRDERING VID TOTALENTREPRENAD

Redovisning och diskussion av ett värderings-system med utgångspunkt från totalentreprenad-upphandling av småhusområde i Erikslund.

VALUATION OF TENDERS AT PACKAGE DEAL CONTRACTS

Discussion of a system of valuation and its application in connection with a package deal contract competition for a project for one-family houses in Erikslund.

av Gösta Ericson

Denna rapport avser anslag E 665:2 från Statens råd för byggnadsforskning.
Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.

Innehåll

| | |
|-------------------------------------------------------|----|
| Introduktion | 5 |
| Beskrivning av upphandlingen och värderingssystemet | 6 |
| Bakgrund | 6 |
| Projektet och upphandlingens uppläggning | 6 |
| Anbudsprojektering och inlämnade anbud | 10 |
| Värderingssystemets utformning och tillämpning | 14 |
| Resultat och redovisning av bedömningen | 17 |
| Diskussion av värderingssystemet och dess tillämpning | 22 |
| Inledning | 22 |
| Matrisens uppbyggnad | 22 |
| Betygskalor | 26 |
| Statistiska samband i betygsättningen | 31 |
| Viktsättning | 34 |
| Matrisen som styrinstrument | 38 |
| Slutsatser | 41 |
| Litteratur | 45 |
| Bilaga 1. Anbudsbedömningen Erikslund | 47 |
| En känslighetsanalys | |
| Bilaga 2. Försök med betygsättning | 92 |
| Captions | 95 |

Introduktion

I oktober 1970 fick byggforskningsrådets utvecklingsgrupp för produktbestämningsskedet, PU-gruppen, ett erbjudande av Täby kommun att följa den förestående anbudsbedömningen i en totalentreprenadtävling gällande ett småhusprojekt i kommunen, Erikslund. Mot bakgrund av behovet att studera metoder för värdering inom byggnadsområdet accepterade PU-gruppen detta erbjudande. Gruppen uppdrog åt arkitekt Gösta Ericson inom A4 arkitektkontor AB att svara för uppföljningen och utarbeta en redovisning av anbudsvärderingen. Inom A4 har arkitekt Hans Hede medverkat vid uppdragets fullgörande. Inom PU-gruppen har arbetet följts av i första hand gruppens ordförande professor Ragnar Uppman och dess sekreterare fil. kand. Margareta Holter.

Byggherre för projektet är fastighetskontoret i Täby kommun. Upphandlingen har handlagts av en upphandlingskommitté och för värderingsarbetet engagerades tjänstemän inom kommunens fastighetskontor, gatukontor och stadsarkitektkontor samt konsulter, bl a Stadsbyggnadsbyrån AB. Värderingen gjordes enligt ett system för anbudsvärdering som utarbetats av Stadsbyggnadsbyrån på uppdrag av upphandlingskommittén med sikte på Erikslund och ytterligare ett projekt, där totalentreprenad skulle användas. Tillämpningen av såväl upphandlingsformen som värderingsmetoden betraktades från kommunens sida som ett experiment.

Syftet med föreliggande rapport är att informera om hur anbudsvärderingen i Erikslund har gått till och redovisa erfarenheter från värderingen. Bearbetningen har delvis skett i samarbete med tekn. lic. Anders Karlqvist och tekn. lic. Bertil Marksjö, institutionen för matematik vid KTH, vilka varit engagerade av Stadsbyggnadsbyrån för att göra en statistisk analys av värderingsresultatet. Den av Karlqvist och Marksjö utarbetade rapporten redovisas i sin helhet i bilaga 1.

BESKRIVNING AV UPPHANDLINGEN OCH VÄRDERINGSSYSTEMET

Bakgrund

Täby är en av de snabbt växande förortskommunerna i Stockholm. Under det senaste årtiondet har bostadsproduktionen uppgått till ca 700 lägenheter per år. Stora markområden finns fortfarande tillgängliga för exploatering.

Sedan 1968 har en av kommunens fastighetsnämnd tillsatt upphandlingskommitté arbetat med frågor rörande upphandlingssystem, främst för flerfamiljshus. Upphandlingskommittén har samarbetat med en konsultfirma, Stadsbyggnadsbyrån AB.

Kommittén beslutade på ett tidigt stadium att söka utveckla ett system för marktilldelning inom kommunens exploateringsområden baserat på anbudstävling genom totalentreprenadupphandling.

För att vinna erfarenhet av uppdragna riktlinjer för upphandlingssystemet innan det användes i större skala, beslöt fastighetsnämnden att systemet skulle tillämpas på försök inom två områden, Erikslund omfattande ca 250 småhus, och Midgård omfattande ca 350 lägenheter i flerfamiljshus.

Projektet och upphandlingens uppläggning

Upphandlingen i Erikslund avsåg projektering och uppförande av småhus samt kommunaltekniska och andra kompletterande anläggningar inom området. Anbudsunderlaget utlämnades i maj 1970 och anbud begärdes in till september. Vinnande förslag utsågs efter drygt två månaders bedömningsarbete.

Anbudsunderlaget redovisades i ett av kommunen uppgjort byggnadsprogram (1) uppställt enligt en checklista utarbetad av Stadsbyggnadsbyrån. En sida ur programmet redovisas i fig 1.

Det direkta projekteringsunderlaget för husens och planens utformning var utöver hänvisningar till gällande normer begränsat till ett fåtal krav och önskemål. Kraven för husen inskränkte sig i stort sett till antalet (minst 200 st), byggnadshöjden (högst 2 vån ovan mark) samt ekonomiskt godtagbara utbyggnadsmöjligheter för minst hälften av husen.

AVD. 2 PROJEKTERINGSUNDERLAG

Kap.21 STADSPLAN

- :1 Då den föreslagna stadsplanen är elastisk anger illustrationen endast ett av flera tänkbara sätt att inplacera bebyggelsen. Illustrationen behöver alltså icke följas utan anbudsgivare får själva föreslå planens detaljutformning inom ramen för det elastiska planförslaget. Även helt okonventionella lösningar är önskvärda. I konsekvens härmed kan även mindre justeringar av kvartersgränser enligt stadsplan godtagas.
- :2 Stadsplanekarta 1:2000, upprättad av VBB 4:1
- :21 Dito uppförstorad till 1:1000 transp. 4:2
- :3 Stadsplanebestämmelser, upprättad av VBB 4:3
- :4 Stadsplanebeskrivning, upprättad av VBB 4:4
- :5 Illustrationer, upprättade av VBB 4:5-9
- :6 Planstandard
Jfr Stockholms Stadskollegiums "Planstandard 1965"

| Littera | Rubrik | Referenslitteratur | Upplysningar | Krav | Önskemål | Bil. |
|---------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Kap.22 | YTRE KVALITET OCH FUNKTION | | | | | |
| :5 | Småhus | Bygg 732 | | | | |
| :51 | Antal | | | min. 200 hus | | |
| :52 | Hustyper | Bygg 732:11A | | max. 2-vån. ovan mark | | |
| :521 | Husstorlek | | | | Minst 1/3 av husen \leq 135.000 kr. prod.kostnad Minst 1/3 av husen \geq 125 m ² bly | |
| :522 | Utbyggnadsmöjligheter | | | Minst 50 % av husen skall ha ekonomiskt godtagbara utbyggnadsmöjligheter | | |
| :53 | Tomtstorlek | Bygg 851:532A 851:531A | | | | |
| :54 | Bilplatser | Statens Planverk publ. nr 13 och 23 bilplatsbehov | | Min. enligt Statens Planverk publ. nr 13 och 23 | Boende: 2p/hus Besökande: 1p/3 hus | |
| :543 | Kollektiv biluppställning | Bygg 835:3-4 | | Min. 15 m från närmaste fasad vid öppen biluppställning | | |
| :55 | Anläggningar på tomtmark | Bygg 732:4 732:52D 771:2-3 | | Uterummet anordnas skyddat från insyn | Komplement: uteförråd för cyklar och redskap | |
| :56 | Gångavstånd | SCAFT Planst. III:1 | | Från fastighet till: p-plats max. 200 m angöring " 100 m småbarnslekplats " 100 m | Från fastighet till: p-plats max. 100 m angöring " 50 m småbarnslekplats " 80 m gem. utepl. | |
| :57 | Lekplatser och gemensamma uteplatser | Planst. V Bygg 773 813:553 God Bostad 1964 | | Kvarterslekplatser: antal: 2 st min. 1.500 m ² /st | | |
| :58 | Grönområden | Bygg 813:55 853 | Referenshandlingar se bil. jfr även 22:633 | Areal enl. stadsplan och iordningställd idrottsplats min. 4.000 m ² . Parkområdets huvudgångstråk enl. stadsplan | | 5:1 |

Fig. 1
En sida ur byggnadsprogrammet.

Inget krav på speciell lägenhetsfördelning fanns. Som önskemål angavs att 1/3 av husen fick kosta högst 135.000:- exkl. moms, samt att minst 1/3 skulle ha en lägenhetsyta av minst 125 m². Dessutom angavs vissa krav och önskemål för uterum, parkeringsplatser, gångavstånd, kvarterslekplatser och grönområden. Husen skulle finansieras med statliga bostadslån. Ifråga om de kommunaltekniska anläggningarna var programmet ytterst detaljerat och innehöll hänvisningar till typritningar och krav på material och dimensioner.

Den elastiska stadsplan (se fig 2) som låg till grund för projekteringen bestod av två storkvarter på tillsammans ca 150.000 m², avsedda för bostadsändamål. Mindre justeringar av kvartersgränser var möjliga. Stadsplanen rymde också områden för handelsändamål, idrottsändamål samt allmänt ändamål (LM-skola, barnstuga).

Ett nord-sydligt huvudgångstråk passerade mellan de två storkvarteren. Mellan det kuperade grönområdet i områdets södra del och de utlagda byggnadsområdena norr därom, passerade ett ost-västligt huvudgångstråk.

Storkvarteren matades utifrån via två nord-sydliga trafikleder. För den västra leden var påsläppen från storkvarteren delvis reglerade. För övrigt förelåg full frihet att utforma dragning av det interna vägnätet samt dess anslutning till de omgivande lederna.

Stadsplanebestämmelserna innebar inga allvarliga begränsningar för projekteringen. Inom storkvarteren tilläts såväl friliggande som sammanbyggda hus (radhus, kedjehus, atriumhus). Del av tomt som fick bebyggas, djupbyggnadsrätt samt byggnadshöjd var reglerade på gängse sätt. Dessutom rådde inskränkt byggnadsrätt alldeles innanför storkvarterens gränser. En ca 15 meter bred remsa av den del av storkvarteren som vette mot trafiklederna fick endast bebyggas med uthus, garage och dylika gårdsbyggnader.

I anbudsunderlaget ingick en illustrationsplan kompletterad med vissa principlösningar av olika matningssystem och kvartersstrukturer. Dessa illustrationer hade dock inte någon bindande verkan, ej heller var avsikten att de skulle ge uttryck för beställarens värderingar.



S 90

GRUNDKARTAN

BETECKNINGAR JÄMLIKT KUNGL. LANTMÄTERISTYRELSENS FÖRESKRIFTER
ÅR 1959 OCH KUNGL. BYGGNADSTYRELSENS ANVISNINGAR

OMRÅDESBETECKNINGAR**ALLMÄN PLATS**

| | |
|--|---------------------------|
| | GATA |
| | PARK, PLANTERING |
| | GÅNG- OCH CYKELVÄG I PARK |

SPECIALOMRÅDE

| | |
|--|---------------------------|
| | OMRÅDE FÖR IDROTTSÄNDAMÅL |
|--|---------------------------|

ÖVRIGA BETECKNINGAR

| | |
|--|------------------------------------------------------|
| | MARK SOM EJ FAR BEBYGGAS |
| | " " ENDAST FAR BEBYGGAS MED GARAGE, UTHUS EL DYL. |

PLANFÖRSLAGET**GRÄNSBETECKNINGAR**

| | |
|--|---------------------------------------------------------|
| | PLANGRÄNS BELÄGEN 3 METER UTANFÖR PLANOMRÅDET |
| | OMRÅDESGRÄNS |
| | UTFARTSFÖRBUD |
| | BESTÄMMELSEGRÄNS |
| | GRÄNS MELLAN GATA OCH PARK EJ AVSEDD ATT FASTSTÄLLAS |
| | ILLUSTRATIONSLINJE EJ AVSEDD ATT FASTSTÄLLAS |

BYGGNADSKVARTER

| | |
|--|----------------------------|
| | OMRÅDE FÖR ALLMÄNT ÄNDAMÅL |
| | " " BOSTADSÄNDAMÅL |
| | " " HANDELSÄNDAMÅL |

| | |
|-------|--------------|
| | VÄNINGSANTAL |
| | BYGGNADSHÖJD |
| +00,0 | GATUHÖJD |

Fig. 2
Elastisk stadsplan

Entreprenaden omfattade förutom projektering och uppförande av småhus med kompletterande anläggningar, kommunaltekniska och andra anläggningar även försäljningsansvaret för samtliga småhus. Kommunen förbehöll sig dock förmedlingsrätten. Byggnader och anläggningar förutsattes fullt färdiga samt tekniskt-ekonomiskt funktionsdugliga. Garantitiden sattes till två år. Markarbetena omfattade finplanering på tomtmark samt iordningställande av parkmark. Exploateringsområdet var identiskt med stadsplaneområdet. Ombyggnad av Täbyvägen på en mindre sträcka ingick också i entreprenaden.

Vinnande entreprenör skulle träffa exploateringsavtal med kommunen, innebärande bl a att gator, ledningar och alla övriga kommunaltekniska anläggningar utan särskild ersättning skulle överlämnas till kommunen.

Entreprenören skulle också utverka och bekosta alla erforderliga tillstånd för entreprenadens genomförande samt svara för statliga lån, byggnadskreditiv, lagfarter och inteckningar. Dessutom ingick de blivande husköparnas kostnader för anslutning av väg, vatten och avlopp, el och värme.

I programmet redovisades det värderingssystem som skulle tillämpas. Detta system beskrivs nedan under rubriken Värderingssystemets utformning och tillämpning.

Anbudsprojektering och inlämnade anbud

Programmet gav anbudsgivarna stor frihet vid utformningen av sina förslag och de inlämnade anbuden skiljer sig från varandra på många punkter.

10 olika anbudsgivare angav sammanlagt ett trettiotal olika anbud. En tävlande, Skånska Cementgjuteriet, lämnade in så många som 10 anbud. Skillnaden mellan en anbudsgivares alternativa anbud var emellertid ofta inte stor.

Antalet hus i förslagen varierar från 215 till 472. Ett par förslag innehåller bara en hustyp medan ett innehöll 10 olika hustyper. De flesta förslagen har 2-4 hustyper. Nästan alla har sammanbyggda hus. De flesta husen är 1 1/2 eller 2 våningar höga. Några sluttningshus förekommer. Husen är avsedda för hushållsstorlekar varierande från 3 till 8 personer (2 1/2 r o k till 5 r o k).

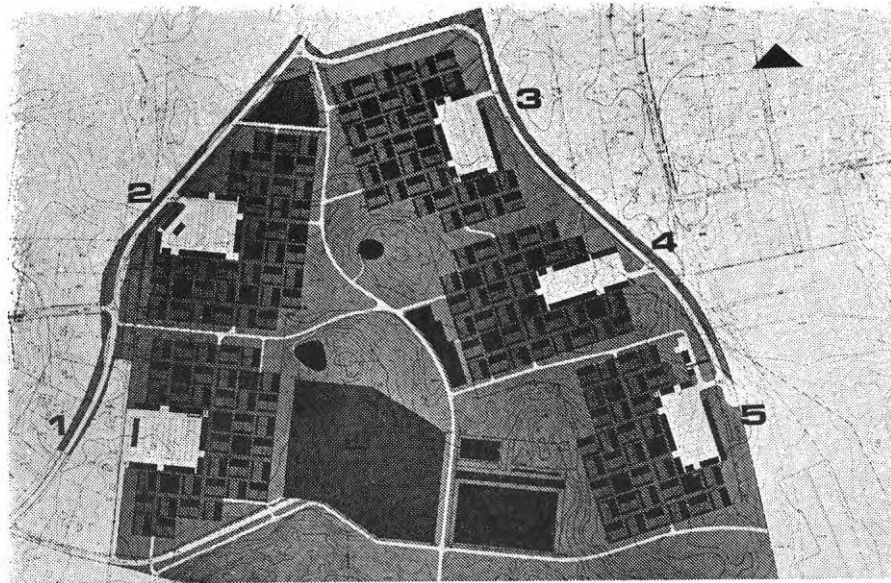
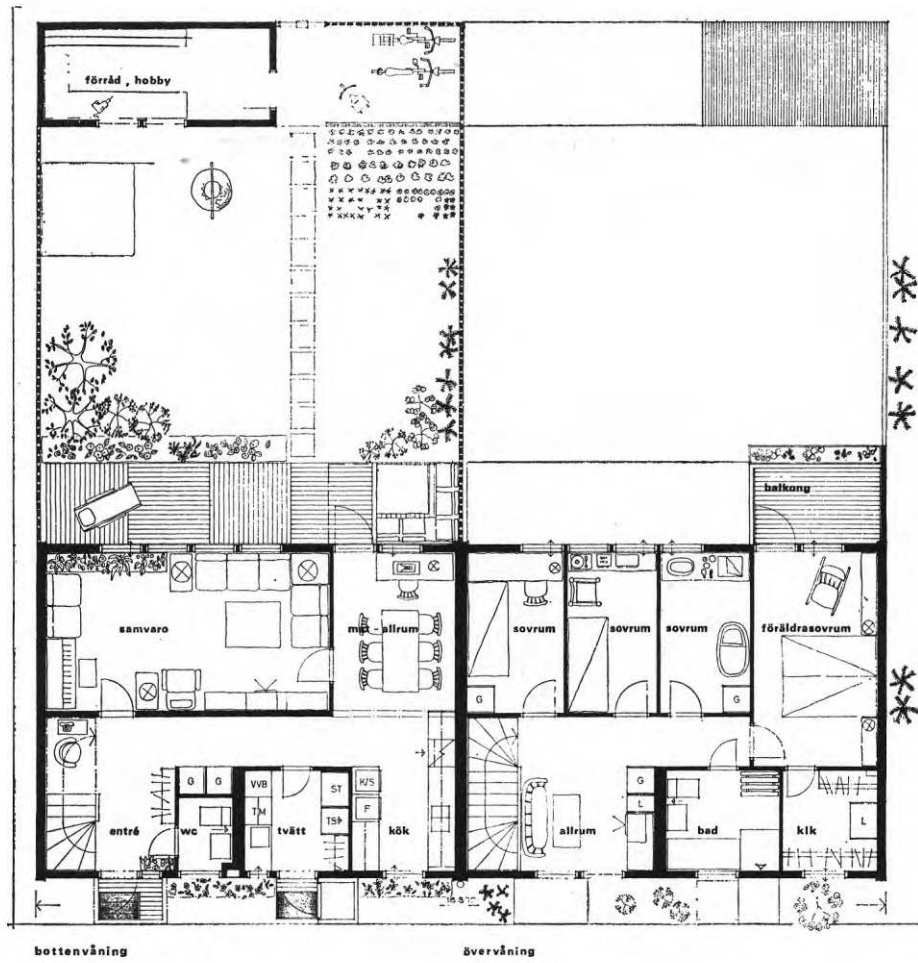


Fig. 3
 Segrande anbud från
 Platzer Bygg AB

Stadsplanen förutsatte utifrånmatning av trafiken. De flesta förslagen bygger på gemensamma parkeringsplatser i utkanterna av storkvarteren och angöringsgator som dras in bland bostäderna. Få förslag erbjuder parkeringsmöjlighet på den egna tomten.

I några anbud ingår anläggningar som ej begärts i programmet, kvartersgårdar som är gemensamma för de boende inom området.

Det förslag som tillhör segrande anbud från Platzer Bygg AB visas i fig 3. Förslaget omfattar 324 st tvåvåningshus av samma slag. Hustypen har en lägenhetsyta på 128 m² och är avsedd för hushåll på fem personer. Bilupställningsplatserna är koncentrerade till fem parkeringsområden. Förutom husen innehöll förslaget en sopkomprimeringsanläggning samt fem kvartersgårdar innehållande bl a gemensamhetslokal, bastu och swimmingpool. Produktionskostnaden per hus exklusive moms var 135.000:-. Boendekostnaderna inklusive andel i kvartersgård beräknades till 13.500:- per år. Den egna insatsen var 3.600:-

Bland anbuden med de högsta kostnaderna fanns t ex en trepersonsbostad med en boendekostnad av drygt 15.000:- per år och en egen insats på 7.900:-. Några av de största hustyperna betingade insatser på ca 40.000:- och en årskostnad på 16-17.000:-.

Bedömningen av elementen skall enligt byggnadsprogrammet göras med hänsyn till tre olika huvudaspekter med lika vikt: "funktion", "kommunikation" och "kvalitet". Undantag gäller för "planlösningseffektivitet" och "exteriör", där dessa aspekter inte ansetts vara relevanta.

Uppdelningen på prissidan är mindre detaljerad och innehåller bara två element: boendekostnad och toppkapital (husköparens egen insats i detta fall).

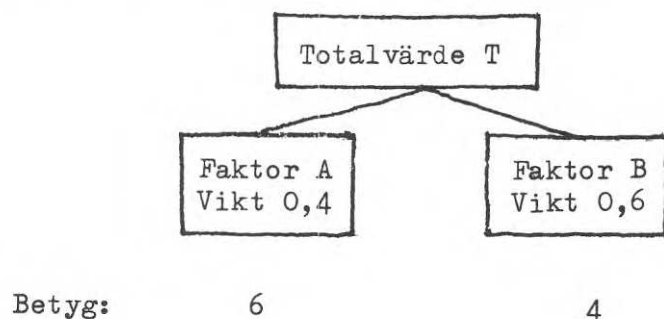
Av de tretton viktsatta element som ingår i systemet och som skulle betygsättas är två direkt mätbara: boendekostnad och toppkapital. De övriga är inte mätbara, bortsett från vissa egenskaper som ingår som delar i elementen (till exempel gångavstånd mellan hus och parkeringsplats). Vid betygsättningen betecknar betyget 1 lägsta godtagbara kvalitet respektive högsta godtagbara pris och betyget 10 den högsta kvalitet respektive det lägsta pris man vill premiera. Därutöver var de kvaliteter och priser som svarade mot poängskalornas extrempunkter ej definierade i programmet. Anbudsgivarna fick således själva bilda sig en uppfattning om dessa gränser.

Programmet styrde inte anbudens utformning med avseende på lägenhetsstorlekar. Ett önskemål var att en tredjedel av husen hade större yta än 125 m^2 . Anbudet innehöll lägenheter för hushåll från tre till åtta personer. Upphandlingskommittén ansåg att värderingssystemet skulle gynna förslag med små lägenheter om inte lägenhetsstorleken togs upp i systemet som en kvalitetsfaktor. En betygskala konstruerades för "bostad", där 10 poäng motsvarar en bostad för åtta personer. Varje lägenhetstyp fick ett utgångsbetyg enligt denna skala. Lägenhetens kvalitet bedömdes sedan enligt systemets uppdelning av "bostad" och erhöll ett sammanvägt betyg för lägenhetslösningens egenskaper. Skillnaden mellan detta betyg och 5,5 (genomsnittsbetyget i skalan 1-10) lades därefter till (eller drogs ifrån) utgångsbetyget. I anbud som innehöll flera lägenhetstyper vägdes betygen samman till ett betyg med hänsyn till fördelningen av det totala antalet rumsenheter i anbudet på de olika typerna. (fig 9)

Värderingssystemets utformning och tillämpning

Ett av problemen vid totalentreprenaden är att anbudena måste utvärderas med hänsyn till såväl pris som kvalitet. Värdet hos ett anbud blir beroende av ett stort antal faktorer. Det finns därför skäl att använda något system för anbudsbedömningen så att anbudena blir bedömda på ett enhetligt sätt.

Det värderingssystem som tillämpades i Erikslund bygger på en teknik för s k värdeanalys som utvecklats i USA. Tekniken har beskrivits av Fallon (2) under benämningen "besluts-matris". Beslutsmatrisen har bl a använts inom tillverkningsindustrin för att utvärdera olika alternativ för utformning av nya produkter. Teorin bakom beslutsmatrisen innebär att ett mått på en produkts totalvärde kan erhållas som en funktion av ett antal faktorer eller delvärden, som avser egenskaper hos produkten som är betydelsefulla för värdet. Varje faktor betygsätts och delvärdena erhålls som en produkt av betyg och vikt. Vikten är ett tal som anger respektive faktors relativa betydelse för totalvärdet. En summering (eller multiplikation) av delvärdena ger ett totalvärde. Principen framgår av fig 4.



$$T = 0,4 \cdot 6 + 0,6 \cdot 4 = 4,8$$

Fig. 4

Utformningen av det system som användes i Erikslund framgår av fig 5. Systemet har en trädformad struktur där totalvärdet byggs upp av ett antal faktorer, kallade element. Uppdelningen på element sker successivt så att trädet förgrenar sig alltmer. Systemet får på så sätt flera nivåer. På den lägsta nivån sker betygsättning med 1 som lägsta och 10 som högsta värde. Varje element åsätts en vikt. Vid uppdelning

MATRIS
för sammanvägning av
Pris och Kvalitet
vid anbudsvärdering avseende bostadsområde.
Stadsbyggnadsbyrån AB

Resp. anbuds totala värde erhålles genom att summa produktorna av delens vikt och delvärdet (0,55 x Pris + 0,45 x Kvalitet)
Värdet av resp. delens vikt erhålles genom att produkten av elementets vikt och betyg. För att erhålla delvärdet av "överordnade" element summeras produkterna av de "underordnade" elementens vikt och betyg.

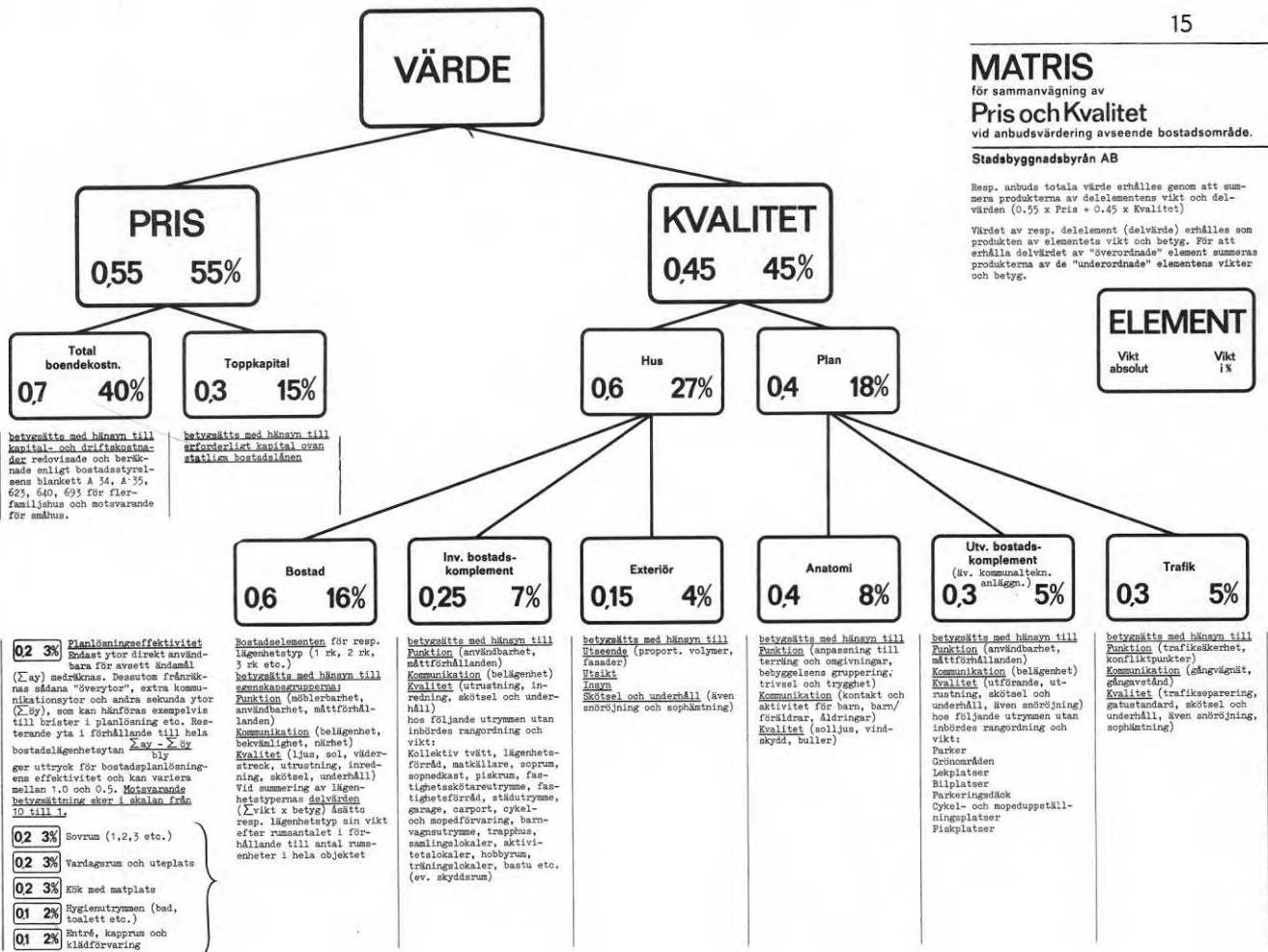


Fig. 5 Erikslundssystemet

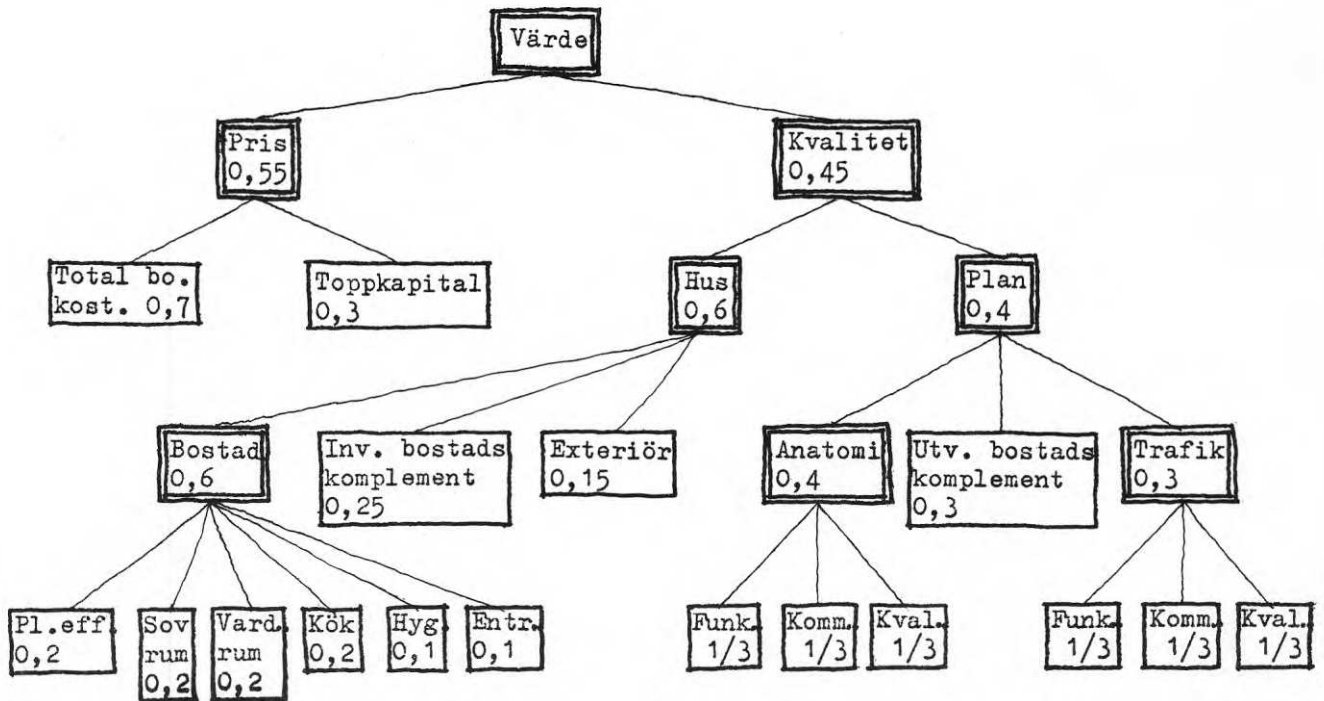


Fig. 6 Erikslundssystemets tillämpning.
De ursprungliga betygen är satta för element med enkel ram - [] . Övriga elements betyg har erhållits genom sammanvägning av underordnade elements betyg med de vikter som står vid varje element.

av ett element sätts vikterna så att summan av delarnas vikter alltid blir 1. Efter betygsättning adderas betygen med hänsyn till elementens vikt och ger ett totalvärde. Anbuden rangordnas enligt dessa totalvärden.

Elementen i matrisen är av två slag: kostnadselement ("pris") och kvalitetselement. "Kvalitet" är uppdelad på "hus" och "plan" och dessa är i sin tur uppdelade i totalt sex element. Dessa sex element kan vara konkreta delar i bostadsområdet ("bostad") eller en egenskap som avser hela områdets utformning ("anatomi"). "Bostad" är sedan uppdelad på ytterligare fem element med utgångspunkt från olika rum (kök, vardagsrum, sovrum etc) och ett som gäller en egenskap hos bostaden som helhet, "planlösningseffektivitet".

Utformningen av betygskalorna på prissidan framgår av fig 7. 1 poäng på boendekostnadsskalan skall motsvara det högsta pris byggherren vill acceptera för en bostad oavsett storlek. Vid anbud med flera lägenhetstyper vägdes prisbetygen samman till ett betyg med hänsyn till fördelningen av bostadslägenhetsytan på de olika typerna (jfr ovan).

Bedömningsarbetet utfördes av tjänstemän från stadsarkitektkontoret och fastighetskontoret i Täby med bistånd av konsulter från bland annat Stadsbyggnadsbyrån. Kvalitetsbedömningen skedde helt fristående från prisbedömningen. Kommunens tjänstemän ansåg att en något så när rättvisande betygsättning inte kunde ske med mindre än att vissa element på kvalitetssidan konkretiserades. Som hjälp för betygsätt-

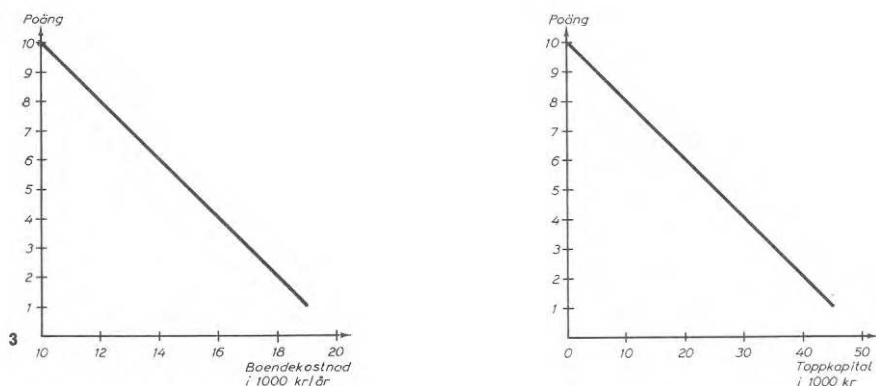


Fig. 7
Betygskalor för boendekostnad och toppkapital.

ningen utarbetades därför checklistor där innehållet i elementen specificerades utöver vad som anges i matrisen. Fig 8 visar en sådan checklista för "anatomi". För de olika aspekterna i checklistorna infördes en ny betygskala med värdena plus, noll och minus. Noll svarade mot genomsnittlig kvalitet i anbuden. Vid summering av betygen i checklistorna utgick man i huvudsak från att de olika aspekterna hade samma vikt. Bästa och sämsta anbud enligt denna summering erhöll betygen 10 respektive 1, vilket innebär att man här frångick den i programmet angivna principen att 1 skulle motsvara den lägsta acceptabla kvaliteten och 10 den högsta kvalitet man vill premiera. Skillnaden ligger i att man vid tillämpningen lät de avgivna anbuden avgöra betygskalan i stället för att bestämma extrempunkterna enligt "vedertagna normer", oberoende av anbudens innehåll.

Betygsättningen skedde alltså delvis på en lägre nivå än vad som ursprungligen var avsett. Fig 6 visar var i matrisen betygsättningen gjordes.

Bedömningsarbetet pågick i cirka två månader. Den tid som kommunens tjänstemän och engagerade konsulter nedlagt på bedömningsarbetet under dessa månader uppgår till 1.500 timmar. Kommunens byggnadsnämnd fastställde betygsättning och rangordning på kvalitetssidan medan fastighetsnämnden beslutade på prissidan. Fastighetsnämnden stod också för val av vinnande anbud efter att ha tagit del av rangordningen mellan anbuden efter sammanvägning av pris- och kvalitetsdel.

Resultat och redovisning av bedömningen

Slutresultatet av bedömningsarbetet redovisas i fig 10. I tabellen finns förutom total poäng och slutlig rangordning även rangordning för pris- och kvalitetsdelen samt anbudens poäng för dessa delar före den slutliga sammanvägningen. Poängangivelserna i denna tabell ligger mellan 101 och 110 poäng medan poängsättningen hela tiden skett i en skala mellan 1 och 10. Man har helt enkelt adderat 100 poäng till varje anbuds poäng för pris och kvalitet före den slutliga sammanvägningen. Adderingen av det godtyckliga talet 100

ANATOMI

| | | |
|---------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FUNKTION | Anpassning till terräng och omgivning | <ul style="list-style-type: none"> o topografi o vegetation, bryn, trädgrupper o grundläggningsförhållanden o arkitektonisk anpassning, rumsbildning inom området och till omgivningen |
| | Bebyggelsens gruppering | <ul style="list-style-type: none"> o överskådlighet, orienterbarhet o upplevelsevariation, bebyggelsegrupper o parkeringsytor o samband mellan bostadsbebyggelse och gemensamhetsanläggningar o fördelning och läge av hustyper o kontakt uterum - park |
| | Trivsel och trygghet | <ul style="list-style-type: none"> o insyn o utsikt o enklavernas storlek, utformning o rymlighetstal |
| KOMMUNIKATION | Kontakt och aktivitet för barn | <ul style="list-style-type: none"> o kommunikationer (socialt, estetiskt) till lekplatser o friytor o skola o barnstuga |
| | Kontakt och aktivitet för barn/föräldrar | <ul style="list-style-type: none"> o %-tal lgh med utsikt över lekplats o %-tal lgh inom 80 m avstånd från småbarnslekplats o kontakt mellan aktiviteter för barn och vuxna |
| | Kontakt och aktivitet för äldre | <ul style="list-style-type: none"> o framkomlighet, gångvägslutning o förläggning av lgh för äldre o spec. omtanke vad beträffar aktiviteter för äldre |
| KVALITET | Solljus | <ul style="list-style-type: none"> o belysning gångstråk o " lekplatser o " allmänna uterum |
| | Vindskydd | <ul style="list-style-type: none"> o husförläggningar o allmänna uterum o lekplatser |
| | Buller | <ul style="list-style-type: none"> o antal hus inom bullerzon o stöj från lek- och bollytor o bullervallar eller annat skydd, läge, avstånd, typ, höjd, utrymme för skydd |

Fig. 8
Checklista för anatomi

har tillkommit för att den relativa skillnaden mellan anbuden inte skulle förefalla så stor.

Poängtabeller för de lägre nivåerna i systemet finns redovisade i den rapport (3) över anbudsbedömningen som Stadsbyggnadsbyrån utarbetet. Man kan alltså studera hur ett anbuds totalpoäng är uppbyggd av poäng från de olika elementen.

Sedan tävlingen avgjorts ställdes samtliga inlämnade förslag ut. Samtidigt redovisades en del av de protokoll som använts vid betygsättningen. Endast för "bostad" innehöll protokollen några motiveringar till de satta betygen. När det gäller "invändiga bostadskomplement" redovisades ingen information alls om bakgrunden till betygsättningen.

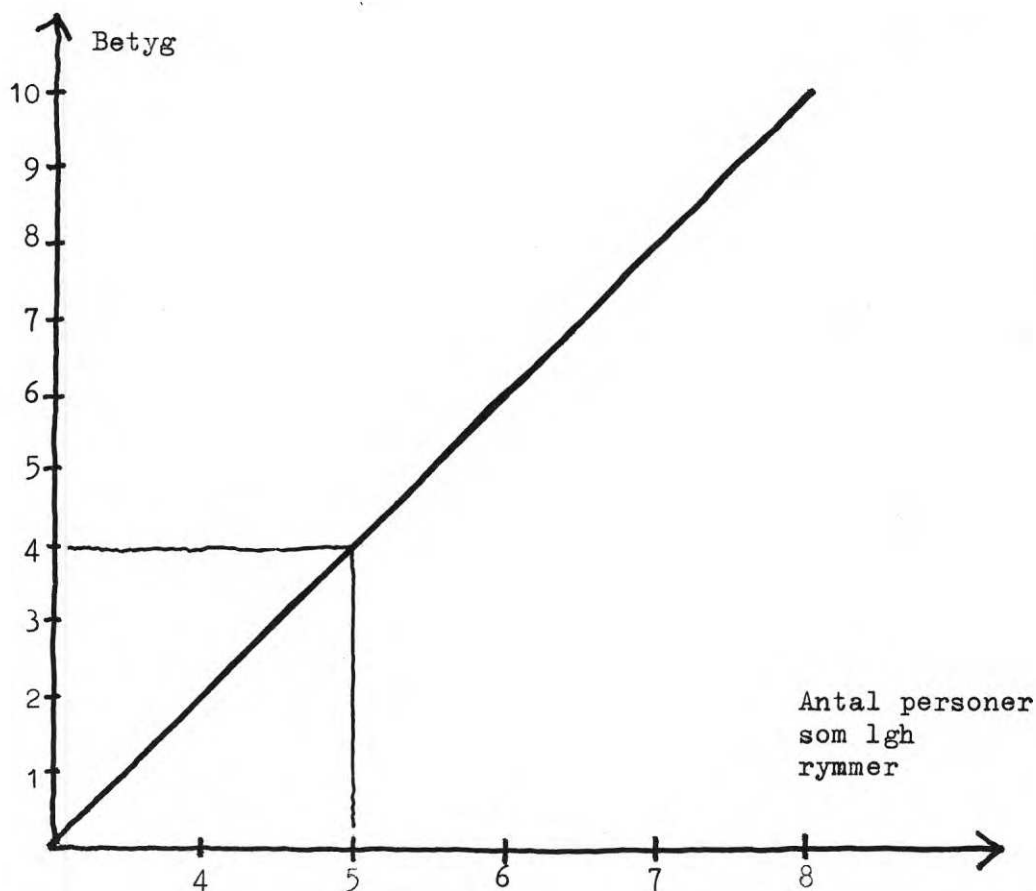


Fig. 9

Betyget för bostad byggs upp av ett delbetyg för bostadens kvalitet och ett delbetyg för bostadens storlek.

Exempel: En 5-personersbostad får delbetyget 8 för kvalitet och delbetyget 4 för storlek enligt betygskurvan ovan. Det totala betyget för bostad erhålles genom att delbetyget 4 lägges till 2,5 som är skillnaden mellan 8 och 5,5 (medelbetyget i skalan 1-10). Slutbetyget blir 6,5.

TOTALUPPHANDLING AV ERIKSLUNDSOMRÅDET

Förslag till slutlig rangordning

| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. |
|------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------|------------------------|
| Anbud | Sa prisp. +100,00 | Pris-rang- ordning | Sa prisp. x 0,55 | Sa kvalitetsp. + 100,00 | Kvalitets- rangordning | Sa kvalitetsp. x 0,45 | Total poäng | Slutlig rangordning |
| Platzer B | 107,32 | 6 | 59,03 | 108,24 | 1 | 48,71 | 107,74 | 1 |
| Platzer A | 107,58 | 4 | 59,17 | 107,88 | 2 | 48,55 | 107,72 | 2 |
| LELA | 105,15 | 10 | 58,38 | 107,01 | 3 | 48,16 | 106,54 | 3 |
| SCG IV:1a | 108,42 | 1 | 59,63 | 103,69 | 27 | 46,66 | 106,29 | 4 |
| JM-1 | 107,96 | 2 | 59,38 | 104,21 | 23 | 46,90 | 106,28 | 5 |
| SCG IV:1b | 108,42 | 1 | 59,63 | 103,44 | 30 | 46,55 | 106,18 | 6 |
| JM-2 | 107,68 | 3 | 59,22 | 104,21 | 24 | 46,90 | 106,12 | 7 |
| BAS A | | | | | | | | |
| NPL | 105,68 | 14 | 58,12 | 106,56 | 5 | 47,95 | 106,07 | 8 |
| LB-Hus | | | | | | | | |
| BAS B | | | | | | | | |
| NPL | 105,77 | 13 | 58,17 | 106,32 | 8 | 47,84 | 106,01 | 9 |
| LB-Hus | | | | | | | | |
| DIÖS | 106,37 | 8 | 58,50 | 105,55 | 15 | 47,50 | 106,00 | 10 |
| NYA ASFALT | 107,47 | 5 | 59,11 | 103,45 | 29 | 46,55 | 105,66 | 11 |
| SCG I:2a | 105,19 | 19 | 57,86 | 105,90 | 12 | 47,66 | 105,52 | 12 |
| SCG II:2a | 105,01 | 21 | 57,76 | 105,98 | 11 | 47,69 | 105,45 | 13 |
| SCG I:2c | 104,57 | 24 | 57,51 | 106,48 | 7 | 47,92 | 105,43 | 14 |
| SCG I:2 | 105,40 | 16 | 57,97 | 105,45 | 16 | 47,45 | 105,42 | 15 |
| SCG III:1a | 106,71 | 7 | 58,69 | 103,81 | 26 | 46,72 | 105,41 | 16 |
| SCG II:2 | 105,21 | 18 | 57,87 | 105,56 | 14 | 47,50 | 105,37 | 17 |
| SCG II:2b | 104,39 | 27 | 57,42 | 106,56 | 6 | 47,95 | 105,37 | 18 |
| SCG III:1b | 106,71 | 7 | 58,69 | 103,68 | 28 | 46,66 | 105,35 | 19 |
| DEAB | 104,80 | 23 | 57,64 | 106,00 | 10 | 47,70 | 105,34 | 20 |
| SCG I:3 | 105,92 | 11 | 58,26 | 104,46 | 20 | 47,01 | 105,27 | 21 |
| SCG I:1 | 105,25 | 17 | 57,89 | 105,22 | 17 | 47,35 | 105,24 | 22 |
| Sam Bo B | 106,36 | 9 | 58,50 | 103,84 | 25 | 46,73 | 105,23 | 23 |
| BPA B:b | 104,23 | 28 | 57,33 | 106,44 | - | 47,90 | 105,23 | 24 |
| BPA B:a | 104,48 | 25 | 57,46 | 106,01 | 9 | 47,71 | 105,17 | 25 |
| SCG I:2b | 105,80 | 12 | 58,19 | 104,22 | 22 | 46,90 | 105,09 | 26 |
| SCG II:2c | 105,62 | 15 | 58,09 | 104,30 | 21 | 46,94 | 105,03 | 27 |
| BPA A | 104,45 | 26 | 57,45 | 105,68 | 13 | 47,56 | 105,01 | 28 |
| Sam Bo A | 105,06 | 20 | 57,78 | 104,89 | 19 | 47,20 | 104,98 | 29 |
| | | 22 | 57,47 | 105,07 | 18 | 47,28 | 104,95 | 30 |

Fig. 10

Det anbud som hade högsta kvalitetspoäng segrade. Poängskillnaden är påtagligt stor, mer än 1 poäng. Detta beror framför allt på att segrande anbud över lag fått goda betyg för kvalitet samtidigt som betyget för pris låg klart över genomsnittet. Anbuderna med de bästa prisbetygen hade dåliga kvalitetsbetyg. Anbudet med bästa pris kom först på fjärde plats (tredje om man räknar bort alternativa anbud från samma företag).

DISKUSSION AV VÄRDERINGSSYSTEMET OCH DESS TILLÄMPNING

Inledning

Av byggnadsprogrammet för Erikslund framgår att värderingssystemet har två huvudsyften. Det skall tjäna som styrningsinstrument för anbudsgivarnas projektering genom att ange hur olika egenskaper värderas i förhållande till varandra. Det skall också användas som värderingsinstrument för att mäta det totala värdet av anbuden så att de kan rangordnas och ett bästa anbud kan utväljas.

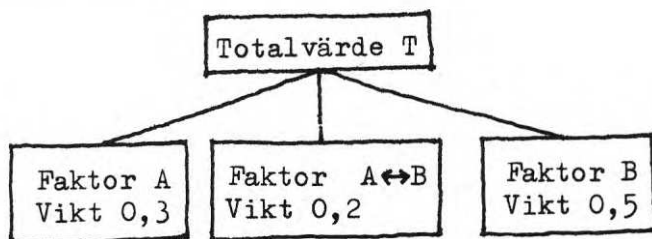
I det följande skall diskuteras hur värderingssystemet motsvarar sina syften. Diskussionen om systemets funktion som instrument för utvärdering av anbud bygger delvis på den i bilaga 1 redovisade statistiska undersökningen av utfallet i Erikslundstävlingen. Varken den teoretiska grunden för värderingssystem av ifrågavarande slag eller rimligheten i det faktiska utfallet skall göras till föremål för någon systematisk prövning. Avsikten är främst att studera vilka osäkerheter som resultatet av systemets tillämpning kan innehålla.

Den statistiska undersökningen omfattar en bearbetning av de poängtabeller som upprättats vid bedömningen. Från statistisk synpunkt är siffermaterialet ganska litet och för vissa typer av analyser alltför ensidiga. Möjligheterna att av den statistiska undersökningen dra slutsatser om värderingssystemets tillförlitlighet är därför begränsade.

Matrisens uppbyggnad

En allmän utgångspunkt för värderingssystem där delvärden adderas till ett totalvärde är att faktorerna kan bedömas oberoende av varandra. Detta innebär t ex att ett högt värde på en faktor inte får vara beroende av höga (eller låga) värden på andra faktorer. Detta är en svårighet när det gäller att konstruera värderingssystem för bostadsområden som i stor utsträckning utmärks av att olika egenskaper samverkar på ett komplicerat sätt. Det är därför osannolikt att ett värderingssystem skall kunna konstrueras där alla faktorer är oberoende av varandra. En teoretisk lösning är

att konstruera ett system enligt fig 11. Sambandet mellan egenskaperna blir en ny faktor. Som Janson (4) visat blir en sådan modell fullt utbyggd inte användbar. Antalet faktorer blir orimligt stort. Det är dock tänkbart att många samband inte är intressanta för totalvärdet och att antalet faktorer därigenom kan minskas.



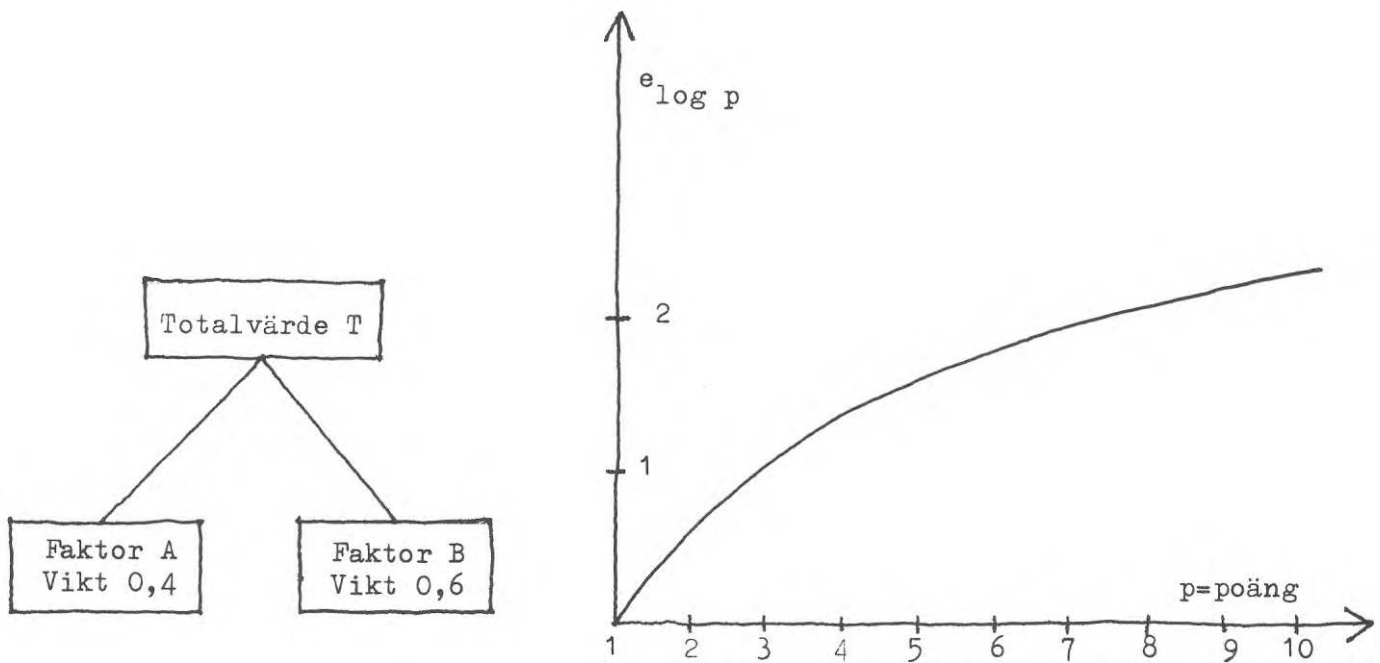
Betyg: 6 2 4

$$T = 0,3 \cdot 6 + 0,2 \cdot 2 + 0,5 \cdot 4 = 4,2$$

Fig. 11

Ett sätt att i någon mån ta hänsyn till samspelet mellan de olika värdefaktorerna är att, som framgår av bilaga 1, göra sammanvägningen genom multiplikation i stället för addition. Därigenom premieras jämnheten i betygsuppsättningen medan addition gynnar snedhet. Av fig 12 framgår hur den multiplikativa sammanvägningen kan göras genom att vikterna sätts som exponenter till betygen för respektive faktor. Rangordningen kan påverkas av om sammanvägningen sker genom addition eller multiplikation.

Erikslundssystemets uppdelning av kvalitetsfaktorerna på de element där en betygsättning sker är i stor utsträckning baserad på konkreta delar: sovrum, fasader, parker etc. Faktorer som avser samverkan mellan dessa delar bedöms antingen i särskilda element (anatomi) eller ingår som en av flera aspekter i bedömningen av varje del. Det senare gäller t ex bostadselementen. Att det finns samband mellan elementen är uppenbart. T ex skall "kök med matplats" bedömas med avseende på belägenhet. Kökets läge i förhållande till bl a entré och vardagsrum måste ingå i den bedömningen. Samma sak måste uppenbarligen också ingå i betyget för "vardagsrum" respektive för "entré". Gränserna mellan elementen blir diffusa. Det är oklart vad bedömningen egentligen avser. Likartade beroenden finns på den lägsta nivån i hela



| | Förslag 1 A: 1 poäng B: 10 poäng | Förslag 2 A: 5 poäng B: 5 poäng | |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Additiv sammanvägning | $T_1 = 0,4 \cdot 1 + 0,6 \cdot 10 =$ $= 0,4 + 6,0 = 6,4$ | $T_2 = 0,4 \cdot 5 + 0,6 \cdot 5 =$ $= 2,0 + 3,0 = 5,0$ | $T_1 > T_2$ |
| Multiplikativ sammanvägning | $T_1 = 1^{0,4} \cdot 10^{0,6}$ $\log T_1 = \log 1^{0,4} + \log 10^{0,6} =$ $= 0,4 \log 1 + 0,6 \log 10 =$ $= 0,4 \cdot 0 + 0,6 \cdot 2,3 = 1,38$ | $T_2 = 5^{0,4} \cdot 5^{0,6}$ $\log T_2 = \log 5^{0,4} + \log 5^{0,6} =$ $= 0,4 \log 5 + 0,6 \log 5 =$ $= \log 5 = 1,61$ | $\log T_2 > \log T_1$ $\therefore T_2 > T_1$ |

Fig. 12
Exemplifiering av additiv och multiplikativ sammanvägning
i en enkel värderingsmatris.
Den multiplikativa sammanvägningen har gjorts med vikten
som exponent till poängen.

systemet, men de är mest påtagliga bland bostadselementen där systemet är mest uppdelat. Övriga element kännetecknas av ett innehåll med stor komplexitet. Under "utvändiga bostadskomplement" skall t ex bedömas förekomsten och belägenheten av en rad olika anläggningar inom området samtidigt med den funktionella och tekniska utformningen av anläggningarna. Belägenheten för åtminstone en del av dessa anläggningar ingår även i "anatomy". En speciell svårighet synes vara att parkering av bil, cykel och moped bedöms under olika element, beroende på vald lösning: "invändiga bostadskomplement" om parkeringen sker på den egna tomt, "utvändiga bostadskomplement" om den sker på gemensamt område.

"Planlösningseffektivitet" är ett element som har speciella samband med andra element. Yta som ingår i entréutrymmen, hallar och korridorer har en negativ inverkan vid betygsättningen av dessa element. En ökning av utrymmet i entrén ger ett lägre betyg; samtidigt måste betyget för entré bli högre. För en korridor sker ingen motsvarande bedömning. Av två förslag som endast skiljer sig med avseende på bredden hos en korridor får det förslag som har den smala korridoren högst totalvärde enligt systemet. Det förefaller otroligt att detta skulle vara en medveten avsikt med systemet. "Planlösningseffektivitet" synes inte vara en relevant faktor: bostadens totalyta är som sådan inte bedömd som en positiv faktor någonstans i systemet och något annat korrektiv för onödigt spaciösa lösningar än "boendekostnader" bör vara överflödiga.

I systemet ingår även element där kostnadsegenskaper skall bedömas. En förutsättning är enligt ovan att dessa element, "boendekostnad" och "toppkapital", kan värderas som sådana, oberoende av kvalitetsfaktorerna, och bidrar entydigt till totalvärdet. För bedömningen av dessa egenskaper krävs kunskap om sambandet mellan kostnad och kvalitet. Det är meningslöst att försöka värdera en kostnad om man inte vet vilken kvalitet som normalt motsvarar kostnaden. Denna kunskap är nödvändig både för viktsättning och konstruktion av betygskalor. När det gäller "toppkapital" är det värt att notera att anbudsgivarna hade möjlighet att genom topp-

lån ovan det statliga lånet minska husköparens egen insats. I "boendekostnad", som avsåg kostnaden första året efter inflyttning, ingick ränta på den egna insatsen med 7,5 %. En förslagen anbudsgivare med goda bankförbindelser hade här möjlighet att skaffa "billiga" poäng genom att ordna ett topplån med amorteringsfrihet och ev låg ränta under första året. De för husköparen fördelaktiga villkoren under första året kan för långivarens del kompenseras av en motsvarande skärpning under de följande åren utan att detta påverkar betyget för "toppkapital" eller "boendekostnad". Värdet av ett topplån kan för husköparen på så sätt bli tämligen tvivelaktigt.

Det förefaller omöjligt att åstadkomma ett rubriksystem där alla faktorer är oberoende. Erikslundsmatrisens uppdelning synes dock vara onödigt svåröverskådlig och bemängd med diffusa samband. Det finns andra system som i det avseendet synes vara bättre (5).

Byggherrens värderingar skall också komma till uttryck i byggnadsprogrammet och det bör vara praktiskt att tillämpa samma rubriksystem i program och vid bedömningen. I Erikslund är programmet och värderingssystemet baserade på olika rubriksystem.

Betygskalor

Betygsättning sker på den lägsta nivån i bedömningssystemet. Betygen på högre nivåer erhålls genom att summera underliggande betyg.

Teorin bakom systemet bygger på att sambandet mellan betyg och värde är linjärt (fig 13). En förändring med en enhet i betygskalan betyder alltså lika stor ändring av värdet oavsett var den sker i skalan. Sambandet mellan betyg och den egenskap som skall betygsättas behöver emellertid inte vara linjärt. Kurvan som beskriver sambandet kan ges olika form beroende på hur man vill värdera olika kvaliteter. Sambandet mellan egenskap och värde får motsvarande utseende (fig 14). Den variation hos egenskapen man vill värdera och sätta betyg på ger ett intervall för värdets variation (fig 15). Detta intervall delas in i ett antal lika delar; därigenom erhålls en betygskala. Antalet delar eller steg i skalan påverkar inte värdet. Indelningen kan däremot ha praktisk betydelse och kan, som visas i bilaga 1, påverka rangordningen.

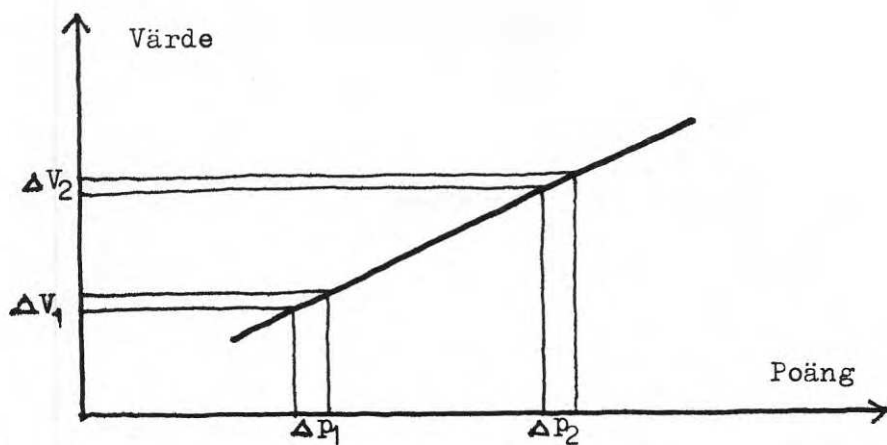


Fig. 13
 $\Delta P_1 = \Delta P_2$ ger $\Delta V_1 = \Delta V_2$

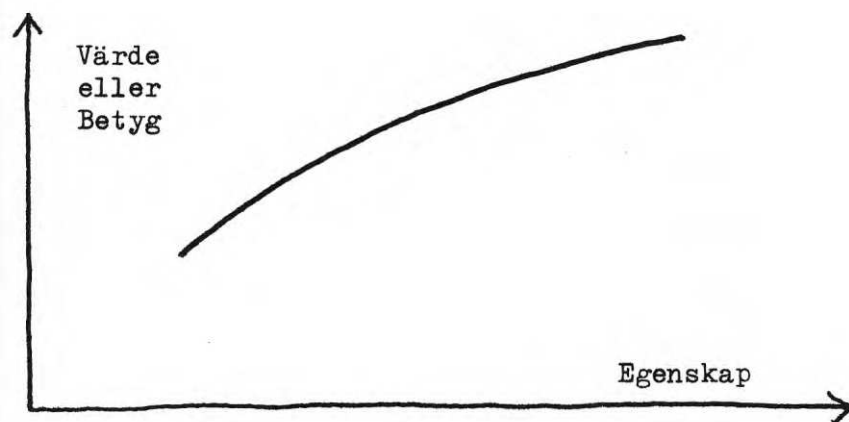


Fig. 14

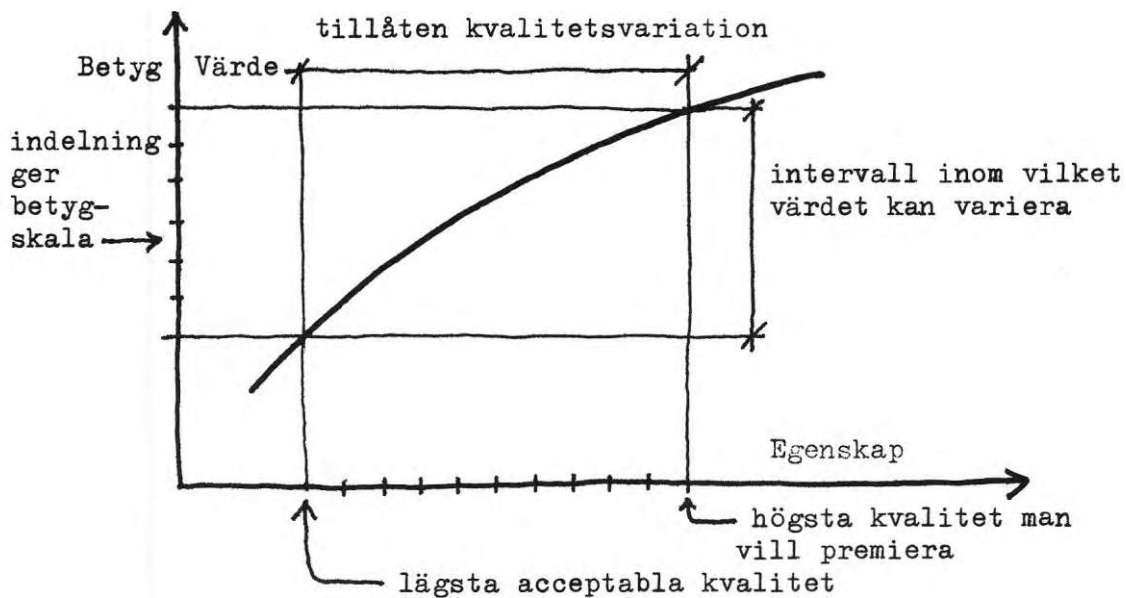


Fig. 15
 Betygskurva
 Observera att figuren endast är tillämplig på mätbara faktorer, t.ex. boendekostnad, gångavstånd.

Fig. 13, 14 och 15 fritt efter Ullstad (6)

I matrisen är den variation hos elementen som skulle betygsättas endast definierad genom uttrycket *sämsta acceptabla lösning* respektive *bästa lösning man vill premiera*.

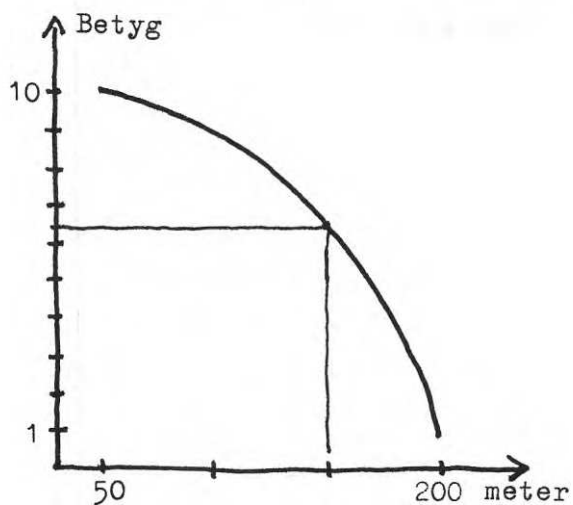
För flertalet element gäller att de ska bedömas med utgångspunkt från ett stort antal olika aspekter. För t ex "invändiga bostadskomplement" skall ett betyg sättas som skall täcka in ett antal egenskaper (användbarhet, måttförhållanden, belägenhet, utrustning etc) hos en rad olika tänkbara utrymmen. Det är uppenbart att ett visst betyg kan uppnås på en mångfald olika sätt. En entydig betygskala kan inte definieras för en sådan värdefaktor (fig 16). En exakt betygsättning blir därmed omöjlig. Betyget blir behäftat med en viss osäkerhet.

I bilaga 1 diskuteras olika orsaker till osäkerhet vid betygsättning av icke mätbara faktorer: subjektivitet, slump och mätfel. Mätfel kan leda till osäkerhet genom misstag vid avläsningen av en kvalitet. I bilagan har studerats hur osäkerhet p g a slump påverkar slutresultatet av bedömningen. Med slump avses en bedömares (eller bedömningsgrupps) egen osäkerhet om vilket betyg som är det "rätta". Det framgår av den statistiska undersökningen bl a att om betygsättningen sker med en slumpmässig osäkerhet av ± 1 poäng (definierad som standardavvikelsen i en normalfördelning med det satta betyget som medelvärde) måste ett anbud ha 0,5 poäng högre totalpoäng än ett annat anbud för att man med god säkerhet, 95%, skall veta att det är bättre.

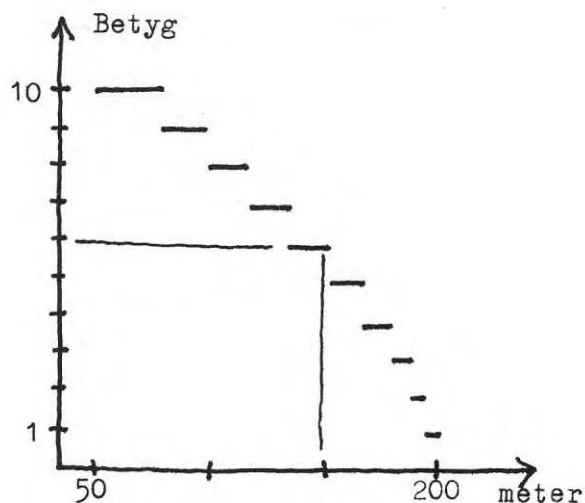
Osäkerhet p g a subjektivitet uppstår genom att olika bedömare sätter olika betyg. För att få en uppfattning om hur stora fel subjektiviteten kan ge upphov till gjordes en provbedömning med hjälp av tio arkitekter som oberoende av varandra satte betyg på några anbud. Försöket beskrivs i bilaga 2. De satta betygens spridning är mycket stor. Den största spridningen omfattar 8 enheter och den minsta 3 enheter. Vid försöket framkom att bristen på definierade betygskalor var en påtaglig svårighet vid poängsättningen. De abstrakt angivna gränserna för skalan (*sämsta acceptabla lösning* respektive *bästa man vill premiera*) var svårtolkade, speciellt ifråga om "anatomi". Provbedömarna ansåg att betygen satts med en osäkerhet som varierade från $\pm 0,5$

Mätbar faktor: t.ex. gångavstånd

En entydig betygskurva kan konstrueras.



Kontinuerlig kurva; varje gångavstånd motsvaras av ett betyg



Diskontinuerlig kurva; gångavstånd inom samma intervall får samma betyg

Betygsättningen kan ske utan osäkerhet (bortsett från mätfel)

Icke mätbar faktor: t.ex. "anatomi" (se fig. 8)

En entydig betygskala kan inte konstrueras.

Skalan kan teoretiskt konstrueras genom att varje betyg exemplifieras med en eller flera lösningar. Antalet lösningar för varje betyg är oändligt.

| Betyg (5 grader) | Lösningar |
|---------------------|------------------------|
| 1 | A_1, B_1, C_1, \dots |
| 2 | A_2, B_2, C_2, \dots |
| 3 | A_3, B_3, C_3, \dots |
| 4 | A_4, B_4, C_4, \dots |
| 5 | A_5, B_5, C_5, \dots |

I ett anbud finns lösningen Y_x . Teoretiskt kan betygsättningen gå till så att man studerar överensstämmelsen mellan Y_x och de i betygskalan angivna exemplen: om Y_x liknar A_4 mest blir betyget 4. Om den faktor som skall betygsättas har komplicerat innehåll kan följande situation tänkas: Y_x liknar A_4 i vissa avseenden, B_3 i andra avseenden etc. Det satta betyget saknar den exakta bakgrund som utmärker ett betyg på t.ex. gångavstånd.

Är det praktiskt genomförbart att precisera en betygskala för en faktor med ett så komplicerat innehåll som "anatomi" ?

Fig. 16
Betygskolor för mätbara och icke mätbara faktorer.

till + 2 poäng. Mot bakgrund av att konkreta betygskalor saknades ansåg bedömarna att skalan var alltför fingraderad. Det skulle vara lättare att sätta betyg med en tre- eller femgradig skala. Detta kan sägas vara ett uttryck för osäkerheten vid betygsättningen. Gränsdragningsproblemet blir dock inte mindre vid övergång från en fingradig skala till en grövre.

Av bilaga 1 framgår att en omvandling av den tiogradiga skalan till en tre- eller femgradig leder till vissa förändringar i rangordningen p g a avrundningseffekten. Ett skäl att behålla en fingradig skala är att den ger möjlighet till finare avvägningar när underlaget möjliggör detta. En grov skala skulle i sådana fall innebära att information onödigtvis går förlorad. Resonemanget förutsätter att man vid tillämpning av den fingraderade skalan kan ange den osäkerhet som är förenad med varje betyg som sätts.

Ett sätt att i någon mån minska osäkerheterna i betygsättningen kan vara att försöka definiera betygskalorna genom att ange exempel på lösningar som t ex motsvarar betyget 1 respektive 10. Detta ger ingen entydig skala men konkreta jämförelseobjekt som bör underlätta bedömningen. En sådan exemplifiering kan ge en test på om faktorerna är lämpligt valda. I Erikslundssystemet kan man t ex ifrågasätta möjligheterna att på ett meningsfullt sätt beskriva en kvalitetsvariation hos "exteriör" genom att ange exempel på lösningar. Om man inte anser sig kunna precisera en betygskala för en faktor genom att beskriva exempel på lösningar som motsvarar t ex högsta och lägsta betyg måste slutsatsen bli att en betygsättning med poängskala ifråga om den aktuella faktorn blir tvivelaktig. En rangordning kan däremot vara rimlig även i ett sådant fall.

Genom ytterligare uppdelning kan innehållet i faktorerna göras mindre komplext. I Erikslundssystemet skulle t ex "invändiga bostadskomplement" kunna delas upp dels på de olika anläggningarna som ingår och dels på de olika egenskaperna som skall ingå i bedömningen. En sådan uppdelning kan öka problemet med beroende mellan faktorerna. Som tidigare noterats är gränserna mellan elementen mest diffusa där matrisen är mest uppdelad ("bostad").

Någon annan praktiskt möjlig lösning av problemet med betygskolor synes inte finnas än att söka beskriva eller ange exempel på lösningar som motsvarar betygen i extrempunkterna. Det bör vara lämplig att i rubriksystem avsedda för värdering skilja mellan mätbara faktorer där en exakt betygskala kan konstrueras, faktorer där betygskalan approximativt kan bestämmas genom exempel på lösningar och faktorer där betygskolor överhuvudtaget inte är meningsfulla.

Statistiska samband i betygsättningen

Sambanden mellan olika element har studerats i den statistiska undersökningen. Det parvisa sambandet mellan de satta eller sammanvägda betygen för "boendekostnad", "toppkapital", "bostad", "invändiga bostadskomplement", "exteriör", "anatom", "utvändiga bostadskomplement", och "trafik" har undersökts. Inte oväntat fann man starkt samband mellan "boendekostnad" och "bostad" (negativ korrelation, dvs högt betyg för "boendekostnad" motsvaras av lågt betyg för "bostad"). Husstorleken har stor betydelse vid betygsättning av "bostad". Att husstorleken påverkar produktions- och boendekostnader är känt: eftersom husstorleken varierar kraftigt i anbuden är sambandet naturligt. För att närmare studera sambandet mellan kostnad och kvalitet i anbuden har förekommande hus typer grupperats efter husstorlek och för varje hus har det ojusterade betyget för "bostad" (dvs utan hänsyn till storlek) och produktionskostnad noterats (fig 17). Diagrammet bekräftar att kostnaden ökar när husstorleken ökar. Tendensen är dock ganska svag. Fempersonshuset har i genomsnitt något lägre kostnader än huset för fyra personer. Något klart samband mellan det ojusterade betyget för "bostad" och kostnad kan inte urskiljas inom storleksgrupperna, speciellt inte när det gäller fyrapersonershuset. I diagrammet har också angivits det totala antalet hus i det anbud där respektive hus typ förekom. Husantalet kan antas ha betydelse för produktionskostnaderna (vissa mark- och exploateringsarbeten är endast i begränsad utsträckning eller inte alls beroende av husantalet; ökat antal hus ger då minskad kostnad per hus). För de hus typer som ingår i flera anbud är kostnaden med något undantag alltid lägst i det anbud som har störst antal hus. Kostnadsskillnaderna är dock relativt

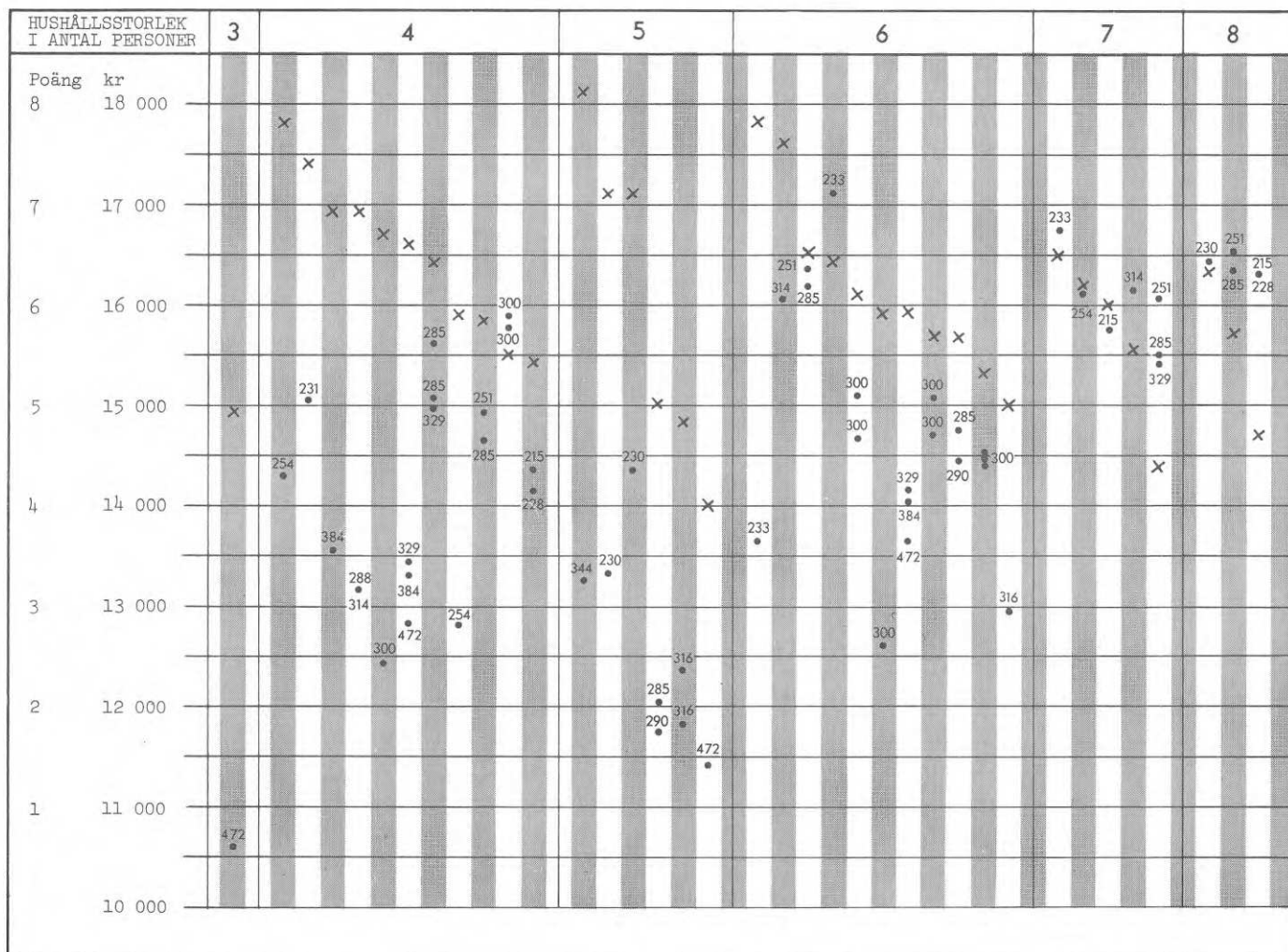
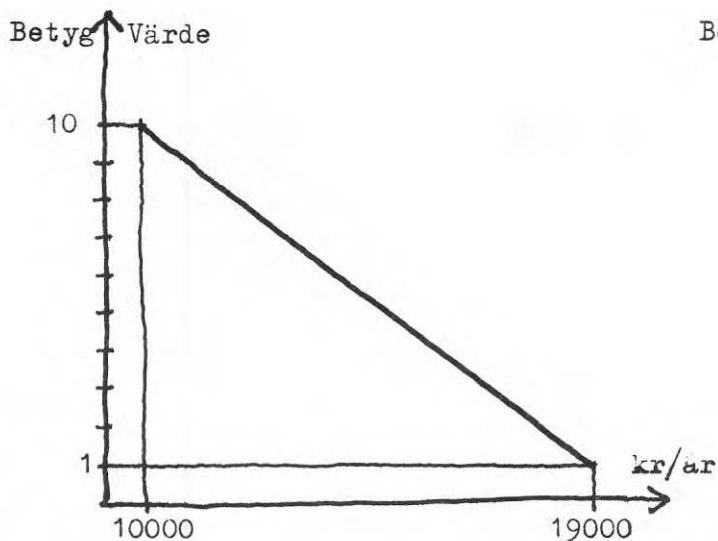


Fig. 17 Årlig boendekostnad ¹⁾ och kvalitetspoäng för hustyperna, grupperade efter hushållsstorlek.

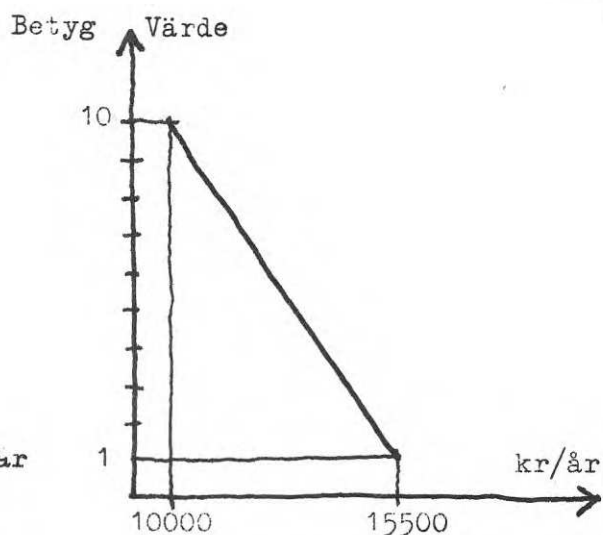
x kvalitetspoäng för en hustyp
 184 totala antalet hus i anbudet
 • årskostnad för hustypen

Anm. vissa hustyper ingår i flera anbud med varierande husantal och årskostnad.

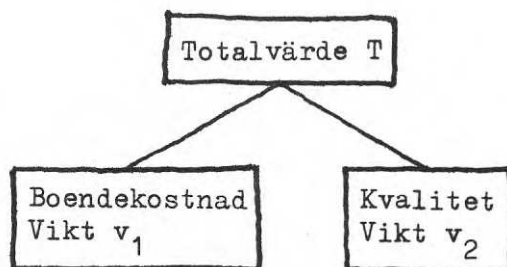
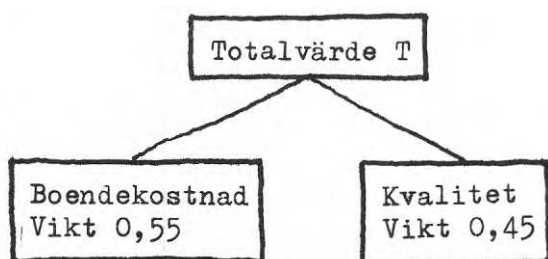
1) Avser första årets kostnader



1 poäng = 1000 kr/år



1 poäng = 500 kr/år



En förändring av kvaliteten med 9 poäng (10-1) antas motsvara en förändring av kostnaden med y poäng vid oförändrat totalvärde.

$$0,45 \cdot 9 - 0,55y = 0$$

$$y = \frac{45}{55} \cdot 9 \text{ poäng} = \frac{45}{55} \cdot 9 \cdot 1000 \text{ kr}$$

Samma värdering innebär att 9 poängs förändring i kvaliteten skall motsvara samma förändring i boendekostnaden som i föregående fall.

$$1 \text{ kr/år} = \frac{1}{500} \text{ poäng}$$

$$\frac{45}{55} \cdot 9 \cdot 1000 \text{ kr} \rightarrow \frac{45}{55} \cdot 9 \cdot 1000 \cdot \frac{1}{500} \text{ p.}$$

Oförändrat totalvärde ger

$$v_2 \cdot 9 - v_1 \cdot \frac{45}{55} \cdot 9 \cdot 1000 \cdot \frac{1}{500} = 0$$

$$v_1 = 0,31$$

$$v_2 = 0,69$$

Vikten för boendekostnad har minskat.

Fig. 18
Samband mellan vikter och betygskalor.
Jämför med fig. 19.

måttliga. T ex blir boendekostnaden per år för ett fyra-personershus ca 600 kr lägre när husantalet ökar från 329 till 472. Sambandet mellan husantal och boendekostnad är i diagrammet inte entydigt.

Slutsatsen måste anmärkningsvärt nog bli att det i anbuden inte finns några entydiga samband mellan "boendekostnad" och "bostad" om hänsyn tas till husstorleken.

Det på statistisk väg funna sambandet i fråga om "bostad-anatomi" och "exteriör"- "anatomi" kan vara slumpartat. Det finns innehållsmässiga samband mellan dessa par, men de är inte så påtagliga att det direkt finns anledning att vänta en särskilt stor korrelation just för dessa element. En förklaring till samvariationen kan vara att betygsättaren vid bedömning av en faktor omedvetet påverkas av förslaget betyg och egenskaper i övrigt. Anbudsgivarens presentation av förslaget kan sannolikt också ge en påverkan.

Viktsättning

Enligt fig 15 ovan registrerar betygskalorna kvalitetsvariationer, från sämsta acceptabla lösning till den bästa man vill premiera. Vikten för ett element anger den relativa betydelsen av de kvalitetsvariationer som kan förekomma hos respektive element. Det är inte fråga om att sätta ett mått vad varje element betyder som sådant för totalvärdet.

Vikter och betygskalor är alltså beroende av varandra. Sambandet illustreras i fig 18. Om man minskar den kvalitetsvariation som betygskalan för en faktor registrerar måste vikten minskas om övriga skalor hålls konstanta och om vikterna skall återspegla samma värdering. Om den registrerade kvalitetsvariationen minskas så att man inte alls premierar något som är bättre än den krävda minimikvaliteten, så måste vikten bli 0. Att "boendekostnad" och "toppkapital" tillsammans har vikten 55% betyder alltså inte dessa faktorer som sådana värderas mer än de övriga i systemet upptagna faktorer tillsammans. Om betygskalorna ändrades kunde vikten lika gärna vara t ex 30% och ändå uttrycka samma värdering.

Resonemanget gäller under förutsättning av att vikterna skall vara uttryck för en värdering av elementens tillåtna variationer. Marksjö har i en artikel (7) pekat på en annan tolk-

ningsmöjlighet: vikterna uttrycker ingen värdering, de är mer eller mindre satta på måfå, "huvudsak är att totalbedömningen blir rimlig". Av allt att döma förutsätter byggherren i Erikslund att vikterna återspeglar värderingarna. Vikterna sattes utan att betygskalorna definierades. Det är därför oklart var det är för värderingar som vikterna representerar. Att viktsättningen skett efter "mycket ingående analyser och diskussioner" (8) säger ingenting om tillvägagångssättet. Först när bedömningsarbetet började bestämdes betygskalor för "priselementen" och en betygskala för husstorlek. För övriga element bestämdes inga betygskalor men bedömarna kom överens om vissa referensramar. För vissa element, anatomi och trafik, blev bästa och sämsta lösning i inkomna anbud utgångspunkt för betygsättningen. Betygskalorna för toppkapital och husstorlek synes också ha konstruerats med viss hänsyn till de aktuella anbuden. Detta innebär enligt resonemanget ovan att anbudens innehåll påverkat betygskalorna och därmed innebörden av viktsättningen. Byggherrens värdering av vad som är sämsta acceptabla lösning respektive bästa man vill premiera har här blivit beroende av anbuden. Om inlämnade anbud ska vara avgörande för betygskalornas extrempunkter kan inte viktsättningen bestämmas i förväg, innan man vet hur stora kvalitetsvariationerna är.

En metod för viktsättning kan, som Marksjö visat (7), vara att jämföra kvalitetsvariationen hos faktorerna parvis. Eftersom betygsskalor endast upprättas för den lägsta nivån i matrisen bör det vara lämpligt para ihop faktorer på denna nivå.

Vikterna på högre nivåer kan beräknas med hjälp av de värden som erhålls för faktorerna på den lägsta nivån. Om Erikslundsmatrisen kan man hypotetiskt tänka sig följande tillvägagångssätt:

1. För alla kvalitetselementen på den lägsta nivån bestäms betygskalor (genom att ange exempel på lösningar för betygen 1 respektive 10).
2. Betygskalan för boendekostnad bestäms genom att beräkna den erfarenhetsmässigt lägsta tänkbara boendekostnad som ett förslag med betyget 1 för alla kvali-

tetselement skulle medföra; denna kostnad får betyget 10. Den boendekostnad som skall motsvara betyget 1 beräknas på motsvarande sätt.

3. Vikterna i matrisen kan erhållas genom att ställa varje kvalitetselement mot "boendekostnad": vilken är den ökning av boendekostnaden som ger oförändrat totalvärde när kvaliteten hos t ex "exteriör" höjs från 1 till 10 poäng enligt betygskalan? Svaret måste ges under förutsättning att kvaliteten för övriga element kan ligga var som helst inom de ramar som betygskalorna anger och att utgångsläget för kostnadshöjningen kan vara vilket som helst på boendekostnadselementets skala.

Tillvägagångssättet illustreras i fig 19 på en starkt förenklad matris. Viktiga förutsättningar för en viktsättning enligt ovan är att betygskalorna kan anges och att byggherren kan beräkna en realistisk kostnadsvariation mot bakgrund av kvalitetsvariationerna. En avgörande fråga är om det är rimligt att värdera en kvalitetsvariation för ett element utan att veta kvaliteten för de andra elementen och på vilken kostnadsnivå kvalitetsvariationen skall värderas. Rimligheten synes helt och hållet vara beroende av hur stora variationer som betygskalorna medger. I fråga om Erikslund torde flertalet konsumenter inte vara beredda att värdera en kvalitetsvariation för t ex "anatomi" utan att veta om ökningen i boendekostnad skall läggas på 10 000 eller 19 000 kr/år eller någonstans däremellan. Betygskurvan för boendekostnad kan konstrueras så att kvalitetsvariationen motsvarar t ex en större ökning om kostnaden ligger mellan 11 - 12 000 kr/år än om den ligger mellan 17 - 18 000 kr/år (se fig 20). Det synes vara svårare att på motsvarande sätt bygga in generella samband mellan elementen på kvalitetssidan i betygskalorna. Svårigheten beror främst på att det är så många och komplicerade samband som skall täckas in; systemet måste klara alla tänkbara varianter som kan förekomma i projektet. Detta problem blir särskilt påtagligt om den tillåtna kvalitetsvariationen är stor. Viktsättningen skulle teoretiskt sett vara enklare att göra mot bakgrund av ett konkret förslag där man exakt vet vilken kombination av pris- och kvalitets-

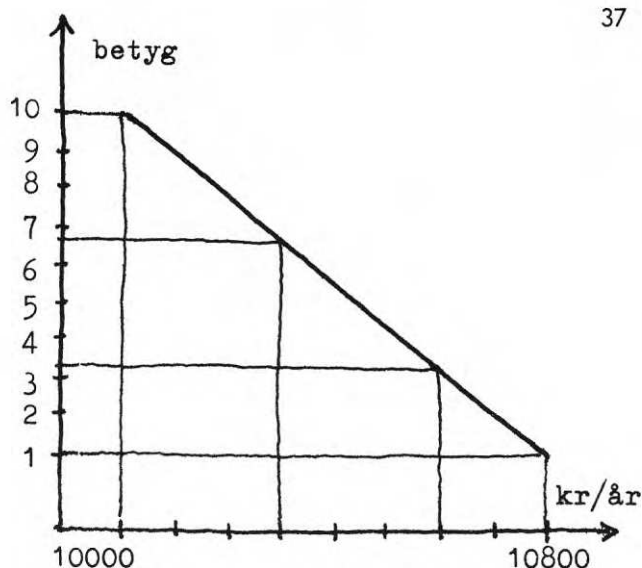
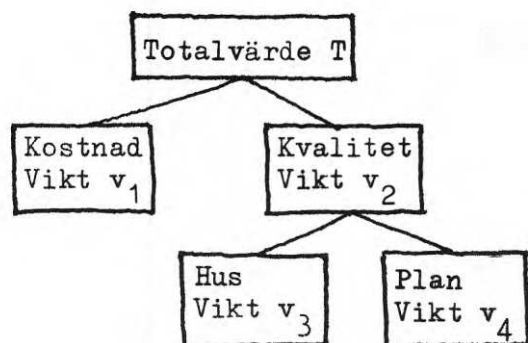


Fig. 19

Lägsta acceptabla kvalitet, 1 poäng för både "hus" och "plan", motsvarar lägsta boendekostnaden 10000 kr/år eller betyget 10.

En ökning av betyget för "hus" från 1 till 10 poäng bedöms vara värd en ökning av boendekostnaden med 300 kr/år=3,4p. (10-6,6)

En ökning av betyget för "plan" från 1 till 10 poäng bedöms vara värd en ökning av boendekostnaden med 600 kr/år=6,8p. (10-3,2)

Vikterna erhålles ur följande ekvationssystem:

$$\left\{ \begin{array}{l} v_1 + v_2 = 1 \\ v_3 + v_4 = 1 \\ v_3 \cdot v_2 \cdot 9 = v_1 \cdot 3,4 \\ v_4 \cdot v_2 \cdot 9 = v_1 \cdot 6,8 \end{array} \right. \quad \left| \begin{array}{l} v_1 = 0,47 \\ v_2 = 0,53 \\ v_3 = 0,33 \\ v_4 = 0,67 \end{array} \right.$$

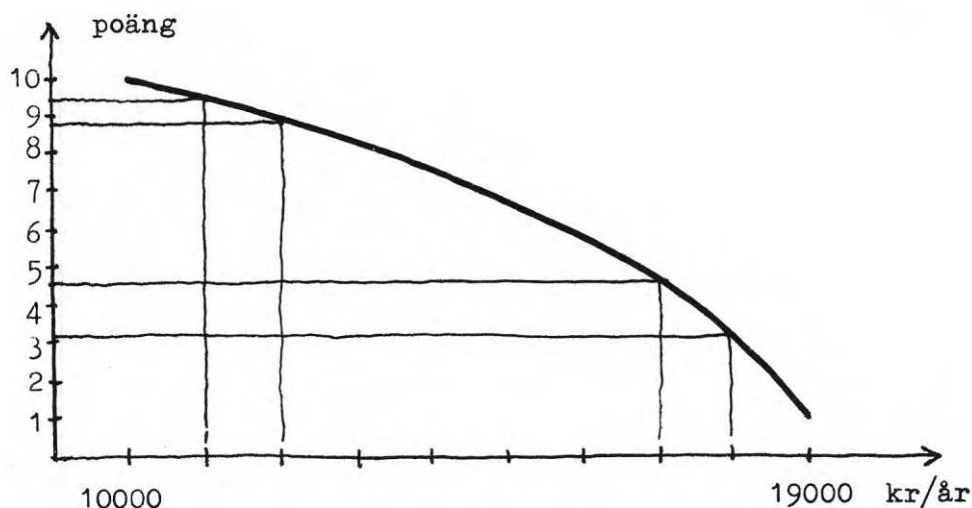


Fig. 20

Exempel på icke-linjär betygskurva för boendekostnad.

En ökning av årskostnaden med 1000 kr ger mindre poängminskning i intervallet 11000 - 12000 kr än i intervallet 17000 - 18000 kr.

egenskaper som är aktuell. Detta skulle leda till att viktsättningen sker individuellt för varje anbud och att endast betygskalorna fastläggs i anbudsunderlaget. En annan teoretisk möjlighet är att betygskalorna inom vissa ramar görs anbudsspecifika, dvs att man vid betygsättningen tar hänsyn till den kombination av egenskaper som anbudet har. Betygskalans extrempunkter måste dock vara bestämda generellt (jfr sid 31). Vid ett sådant förfarande finns det risk för att dubbelräkning av egenskaper ger omotiverat stora utslag. En tredje teoretisk möjlighet är att systemet konstrueras så att det inte finns några betydelsefulla samband mellan faktorerna.

Hur viktsättningen än sker synes den vara förenad med viss osäkerhet. En abstrakt värdering kan inte uttryckas i ett exakt mått. Det är omöjligt att med en teoretisk analys ange hur stor osäkerheten är. Osäkerheten är subjektiv och måste anges av den som sätter vikterna.

I bilaga 1 har undersökts hur stor förändring som måste göras i vikterna för att rangordningen mellan anbuderna skall förändras. Det krävs stor förändring av vikterna för att ändra rangordningen i toppen. Vikten för "pris" måste t ex öka till 0,85 för att det billigaste anbudet skall vinna. I det här fallet är det segrande anbudets dominans så stark att osäkerheter i vikterna borde sakna betydelse. Rangordningen mellan tredje och fjärde anbud (LEL A och SCG 4:1a) ändras vid mycket små förändringar i vikterna. Skillnaden mellan anbudens totalvärden är 0,25 poäng, dvs ca 3% av hela poängskalan.

I sådana fall där skillnaderna mellan de bästa anbuderna är små bör osäkerheten i vikterna innebära att värderingssystemet inte kan skilja ut en entydig segrare.

Matrisen som styrinstrument

I programmet angavs att systemet skall tjäna som styrinstrument. Systemet skulle tillsammans med byggnadsprogrammet ge "alla erforderliga uppgifter om de funktioner beställaren vill ha tillgodosedda" för att anbudsgivarna på ett meningsfullt sätt skulle kunna "målinrikta sin projektering".

Dessutom skulle systemet ge anbudsgivarna möjlighet att "laborera med olika högt skattade egenskaper och därmed få fram fördelaktigaste resultat av för anbudsgivarna tänkbara kombinationer".

Det är uppenbart att systemet ger en viss styrning av anbudsutformningen genom att den redovisar de egenskaper som byggherren kommer att fästa avseende vid när anbudet skall bedömas och rangordnas. Systemet fungerar alltså som en checklista. Hur olika lösningar värderas framgår däremot inte. Någon betygskala fanns inte redovisad i anbudsunderlaget. En väsentlig förutsättning saknas därmed för att matrisen skall ge en styrning mot viss kvalitet eller kostnad.

Den i programmet avsedda styrningseffekten synes bygga på följande tanke. De tävlandes önskan är att få så hög totalpoäng som möjligt. En ökning av kvaliteten innebär normalt ökade kostnader dvs minskning av poängen på prissidan. Om ökningen i kvalitet ger ett poängtillskott som är större än poängminskningen orsakad av de ökade kostnaderna kommer totalpoängen att stiga. I detta fall skall alltså anbudsgivaren höja kvaliteten på anbudet. Om resultatet av kvalitetsökningen är att totalpoängen minskar, bör kvalitetsökningen ej genomföras. I stället bör inverkan av en kvalitetsminskning på totalpoängen studeras. Förutsättningen för dessa kalkyler är att betygskalor och vikter är angivna och att kvalitetsändringarna kan kostnadsberäknas. Med hjälp av den i efterhand givna betygskalan för boendekostnad kan viktsättningen i Erikslundsmatrisen översättas till belopp i kronor, motsvarande det "värde" systemet ger för en förändring från sämsta till bästa lösning (fig 21). En sådan översättning redovisades i form av ett hypotetiskt räkneexempel i en kompletterande PM till anbudsunderlaget.

En förändring från 1 till 10 poäng av »kvalitet» motsvarar en förändring med $\frac{9 \cdot 45}{40}$ av »boendekostnad» vid konstant totalvärde.

Varje poäng för »boendekostnad» är värd $\frac{19\ 000 - 10\ 000}{9} = 1\ 000$ kr boendekostnad/år $\approx 10\ 000$ kr produktionskostnad. En förändring från 1 till 10 poäng av »kvalitet» motsvarar alltså $\frac{9 \cdot 45}{40} \cdot 10\ 000$ kr $\approx 100\ 000$ kr.

På motsvarande sätt erhålles följande:

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| bostad | 36 000 kr |
| inv bostadskomplement | 16 000 kr |
| exteriör | 9 000 kr |
| anatomi | 18 000 kr |
| utv bostadskomplement | 11 000 kr |
| trafik | 11 000 kr |
| Σ | $\approx 100\ 000$ kr |

Fig. 21
Översättning av kvalitets-
elementens viktsättning
till belopp i kronor med
utgångspunkt från betygs-
kurvan för boendekostnad.

Om ett värderingssystem skall ge en från byggherrens synpunkt medveten styrning mot viss kvalitet och kostnad måste systemet konstrueras mot bakgrund av en detaljerad kunskap om vilka produktionskostnader som normalt är förenade med kvalitetsvariationer för systemets olika värdefaktorer. Styrningseffekten blir annars helt slumpmässig. Värdefaktorerna måste väljas så att de är möjliga att kostnadsberäkna. Elementen i Erikslundsmatrisen är inte valda på det sättet. T ex synes "anatomi" vara en värdefaktor där en kvalitetsvariation svårligen kan kostnadsberäknas.

Vid en intervjuundersökning av anbudsgivarnas syn på upphandlingen och värderingssystemet (9) framkom att flertalet uppfattade systemet som ett styrinstrument, huvudsakligen med avsikt att uttrycka konsumentens önskemål. De flesta kunde dock inte förklara hur anbudsprojekteringen påverkats av matrisen och trodde att anbudet skulle blivit likadana om anbudsunderlaget inte innehållit någon värderingsmetod.

SLUTSATSER

Diskussionen om värderingssystem har genom Erikslundsupphandlingen tillförts ett värdefullt material tack vare ett stort antal anbud och en ihärdig insats från alla de som var engagerade i bedömningen. Erfarenheterna från tillämpning av ett värderingssystem kan inte ersättas av teoretiska analyser. Bedömningsarbetet har bedrivits med stor noggrannhet. Den kritik som kan riktas mot förfarandet i Erikslund avser värderingssystemets utformning.

Utfallet av tävlingen kännetecknas av att segrande företag, Platzer Bygg AB, hade två överlägsna anbud. Avståndet till tredje anbud var enligt systemets mått 1,2 poäng motsvarande ca 13% av hela betygskalan. En ytlig genomgång av förslagets utformning och uppgifter om våningsyta, produktionskostnad och pantvärde (fig 22) antyder att segrande anbud sannolikt skulle placeras först oavsett hur bedömningen skulle ha genomförts. En förändring av rangordningen i toppen torde förutsätta att nya värderingar förs in i bilden, t ex att en variation av husstorleken skulle vara en tungt vägande faktor. Rangordningen i övrigt synes vara mindre klar. Tredje anbud har fått bättre kvalitetsbetyg än fjärde och femte men är avsevärt dyrare. En ytlig genomgång enligt ovan räcker inte för att rangordna dessa anbud; det krävs detaljerad jämförelse. Enligt bedömningen var skillnaden mellan tredje och fjärde anbud 0,25 poäng, ca 3% av betygskalan, och mellan fjärde och femte 0,01 poäng. Det är i en sådan situation som ett värderingssystem framför allt är intressant. Om valet av bästa anbud är givet p g a att ett anbud uppenbarligen är överlägset, så finns det från byggherrens synpunkt inget behov av något värderingssystem. Av den statistiska undersökningen kan man dra den slutsatsen att små osäkerheter i viktsättning eller betygsättning kan medföra omkastningar i rangordningen från tredje anbud och nedåt. (observera att osäkerheten i viktsättning och betygsättning har studerats var för sig i bilaga 1; den sammanlagda effekten kan eventuellt bli större) Detta innebär att värderingssystemet i en situation där det inte finns något överlägset anbud inte ger någon entydig segrare. Ställningstagande till vilket anbud som är bäst måste då ske på andra grunder än värderingssystemets poängberäkning. Vad kan då

vara bättre och ge underlag för ett säkrare omdöme än poängvärdena? Frågan aktualiserar en diskussion av den teoretiska grunden för värderingssystem av den typ som tillämpats i Erikslund.

| Anbud | hus typ | antal hus | vy m ² | produktionskostnad (pk) | pk/m ² vy | pantvärde (pv) | pk/pv |
|----------------|------------|------------|-------------------|-------------------------|----------------------|----------------|--------|
| Platzer alt B | a | 324 | 137,6 | 146 538 | 1 064 | 152 000 | 0,96 |
| IM alt 1 | Gm | 164 | 107,3 | 130 767 | 1 218 | 132 000 | 0,99 |
| | Gg | 30 | 107,3 | 132 802 | 1 237 | 133 000 | 1,00 |
| | Gb | 96 | 137,1 | 144 131 | 1 051 | 146 000 | 0,99 |
| | | <u>290</u> | | | | | M=0,99 |
| SCG alt IV: 1 | C2 m | 281 | 108,8 | 124 147 | 1 141 | 119 000 | 1,04 |
| | C2 g | 46 | 111,4 | 131 810 | 1 183 | 125 000 | 1,05 |
| | C3 m | 113 | 141,6 | 147 020 | 1 038 | 133 000 | 1,10 |
| | C3 g | 32 | 144,0 | 154 682 | 1 074 | 138 000 | 1,12 |
| | <u>472</u> | | | | | M=1,06 | |
| Diös | A | 85 | 115,4 | 153 000 | 1 325 | 148 000 | 1,03 |
| | B | 74 | 115,4 | 166 561 | 1 443 | 159 000 | 1,05 |
| | C | 80 | 157,0 | 188 838 | 1 202 | 174 000 | 1,08 |
| | <u>230</u> | | | | | M=1,06 | |
| BAS m fl alt A | A | 85 | 147,5 | 193 390 | 1 311 | 174 000 | 1,11 |
| | B | 128 | 123,4 | 168 131 | 1 362 | 160 000 | 1,05 |
| | C | 41 | 98,3 | 148 903 | 1 514 | 142 000 | 1,05 |
| | <u>254</u> | | | | | M=1,07 | |
| Lundberg alt A | 20—7 g | 40 | 127,8 | 152 781 | 1 195 | 147 000 | 1,04 |
| | 20—7 m | 59 | 126,2 | 151 675 | 1 201 | 143 000 | 1,06 |
| | 11—20,3 g | 30 | 148,9 | 182 755 | 1 227 | 159 000 | 1,15 |
| | 11—20,3 m | 35 | 148,1 | 178 327 | 1 204 | 155 000 | 1,14 |
| | 10—4 A | 76 | 121,1 | 172 770 | 1 426 | 151 000 | 1,14 |
| | 10—4 B | 18 | 121,1 | 170 556 | 1 408 | 149 000 | 1,14 |
| | 10—4 C | 6 | 121,8 | 173 877 | 1 427 | 152 000 | 1,14 |
| | 20—5 A | 9 | 163,1 | 186 088 | 1 140 | 161 000 | 1,15 |
| | 20—5 Ag | 27 | 163,1 | 187 113 | 1 147 | 162 000 | 1,15 |
| | | <u>279</u> | | | | | M=1,11 |

Fig. 22

Sex av de bästa anbuden enligt den slutliga rangordningen. Anbuden ordnade med hänsyn till relationen mellan produktionskostnad och pantvärde. Se även fig. 10.

Om ett värderingssystem i en totalentreprenad skall fungera både som styrningsinstrument vid anbudsutformningen och värderingsinstrument vid anbudsbedömningen måste systemet ingå i anbudsunderlaget. För att systemet skall ha någon styrningseffekt krävs att systemets faktorer skall vara viktsatta och att betygskalor skall definieras för varje värdefaktor. Betygskalorna definierar en kvalitetsvariation från den sämsta acceptabla kvalitet (respektive högsta acceptabla kostnad) till den högsta kvalitet (respektive lägsta tänkbara kostnad) byggherren vill premiera. Vikterna skall avspegla en värdering av den relativa betydelsen hos dessa variationer. En svårighet är att vikten för en faktor

måste sättas oberoende av hur övriga faktorer varierar. Värderingen av en kvalitetshöjning är t ex beroende av på vilken kostnadsnivå den sker. Möjligheterna att generellt ta hänsyn till alla tänkbara samband mellan faktorerna genom betygskalornas konstruktion är begränsade. Det torde också vara praktiskt omöjligt att konstruera ett system där faktorerna är helt oberoende.

Om man avstår från kravet på att värderingssystemet samtidigt skall fungera som styrningsinstrument kan vikter och betygskalor behandlas friare. Värderingen kan ske med hänsyn till kombinationen av egenskaper hos varje anbud antingen genom fasta betygskalor och en individuell viktsättning för varje anbud, eller genom fasta vikter och betygskalor som inom ramen för fasta extrempunkter får vara individuella för varje anbud. Att man avstår från att försöka styra anbudens utformning med värderingssystemet torde i verkligheten inte vara någon uppoffring. De verkliga kostnadsvariationerna är alltför oregelbundna och möjligheterna att precisera betygskurvor för många faktorer alltför begränsade för att en sådan styrning inte skall bli helt irrationell.

System där viktsättning eller betygskalor är individuella för varje anbud bygger liksom Erikslundssystemet på att betygskalorna på något sätt kan definieras. Man kan skilja mellan faktorer som är mätbara (t ex kostnad), faktorer för vilka endast vissa punkter på betygskalan kan preciseras genom exempel på lösningar (t ex köksutrustning) och faktorer för vilka betygskalor överhuvudtaget inte kan anges (t ex orienterbarhet). Det är tveksamt om en värdering av faktorer av det sist nämnda slaget i en poängskala är meningsfull. Svårigheterna att konstruera betygskalor för alla faktorer som man vill beakta leder till att betygsättningen och därmed det sammanvägda totalbetyget blir behäftat med en osäkerhet. Om man trots detta vill använda värderingssystem med betygsättning synes system som bygger på individuella vikter eller betygskalor ha den fördelen att man vid värderingen kan ta hänsyn till samband mellan faktorerna på ett ganska enkelt sätt, jämfört med system med fasta vikter och betygskalor. Det är dock inte givet att osäkerheten i slutresultat blir mindre. Bl a är risken för dubbelräkning av egenskaper stor.

En primär förutsättning för att en från byggherrens synpunkt rättvisande anbudsbedömning skall kunna ske är att ett rubriksystem kan upprättas som beskriver relevanta faktorer. Detta är nödvändigt för att bedömningen skall täcka alla väsentliga faktorer. Genom att fastlägga sämsta acceptabla respektive den bästa kvalitet man vill premiera för de faktorer detta är möjligt kan anbudsprojekteringen målinriktas och ramar erhålls för bedömningen. Det bör vara lämpligt att låta den aktuella anbudssituationen avgöra formerna för bedömningen. Genom att endast rangordna anbuderna i fråga om de viktigaste faktorerna torde det i många fall vara möjligt att välja bästa anbud. Ett försök att mäta kvalitetsskillnaderna genom betygsättning av de mätbara faktorerna kan ge ytterligare information om relationerna mellan anbuderna.

Om antalet anbud är stort kan ett värderingssystem med vikt-satta faktorer som betygsätts och sammanvägs till ett totalvärde möjligen användas för att sälla bort ointressanta anbud. Ofta torde dock en sådan sällning kunna ske med relativt enkla jämförelser. Om inget anbud framstår som klart överlägset bör den säkraste metoden vara att göra noggranna parvisa jämförelser mellan de bästa anbuderna. Rubriksystemet går igenom och skillnaderna mellan anbuderna noteras ifråga om varje faktor. En sammanfattande beskrivning upprättas över de skillnader som man vill fästa avseende vid. Om byggherren anser att två på så sätt jämförda anbud är likvärdiga kan valet avgöras t ex genom lottdragning eller tillämpning av ett värderingssystem enligt ovan där en marginell skillnad i måttet på totalvärdet får fälla utslaget. Inslaget av slump torde i ett sådant fall i stort sett vara detsamma.

Litteratur

Följande litteratur är refererad i texten:

1. Täby fastighetsnämnd, Byggnadsprogram för Erikslund
- 2. C. Fallon, Värde och beslut (Byggförlaget, Stockholm 1969).
3. Stadsbyggnadsbyrån AB, Erikslund. Bedömning av anbuden (Täby 1970).
- 4. P Jansson, Totalentreprenad (Byggforskningen, rapport R47:1970).
- 5. Programutformning och bedömningsmetoder vid upphandling av bostadsområden, del 1 Anbudsbedömning Statens institut för byggnadsforskning, program och projekteringsgruppen, 1970).
- 6. E. Ullstad, Bedömningsmetoder vid upphandling av bostadsområden på totalentreprenad (LTH, institutionen för byggnadsfunktionslära, 1970).
- 7. B, Marksjö, Svårigheter vid konstruktion av bedömningsystem (Byggmästaren nr 3, 1971).
8. E. Sundin, Småhusupphandling på totalentreprenad för Täby kommun. Erikslundsområdet (Byggnadsindustri-
en nr 20, 1970).
- 9. E. Högberg m fl, Vad tycker anbudsgivarna (Byggmästaren nr 3, 1971).

ANBUDSBEDÖMNINGEN ERIKSLUND
EN KÄNSLIGHETSANALYS

Mars 1971

Anders Karlqvist, Bertil Marksjö

INNEHÅLL

| | |
|----------------------------------|----|
| 1. SYFTE | 50 |
| 2. POÄNGSÄTTNING | 52 |
| 3. SKALOR | 59 |
| 4. VIKTER | 62 |
| 5. DATAMATERIALETS POÄNGFÖRDELN. | 70 |
| Delmaterial | 70 |
| Histogram | 71 |
| Modell för poängfördelningen | 81 |
| Korrelationer och korstabeller | 84 |
| Faktoranalys | 88 |
| 6. SAMMANFATTNING | 90 |

1. SYFTE

Det finns ett behov av nya och bättre instrument för att på ett systematiskt sätt hantera anbudsbedömningar vid t.ex. totalentreprenader. Ett exempel på ett sådant bedömningsinstrument, som utnyttjats inom många olika tillämpningsområden, är den s.k. värdeanalysen. Enligt denna metod bryts värderingen av anbuderna ner i ett antal värdefaktorer, som poängsättes var för sig. Poängen väges sedan ihop med viktskoefficienter och anbuderna rangordnas efter poängsummorna.

Anbudsbedömningen Täby-Erikslund är ett av de första försöken att konsekvent tillämpa värdeanalysen som en bedömningsmetod vid totalentreprenader. Det omfattande siffermaterial som föreligger från denna upphandling bildar underlaget för denna studie. Avsikten är att studera tillförlitligheten i denna bedömning med hjälp av en känslighetsanalys, d.v.s. en analys av hur variationer i vikt- och poängsättning inverkar på resultatet (rangordningen av anbuderna). Däremot skall här ej göras några försök att sätta in denna bedömningsmetod i ett större sammanhang, varken diskutera om värdeanalysen är bättre eller sämre än andra metoder eller om den på ett "riktigt" sätt avspeglar den intuitiva mänskliga bedömningsprocessen.

En anbudsbedömning avspeglar självklart vissa subjektiva värderingar hos bedömaren. Bedömningssystemet måste därför vara så känsligt att det ger utslag för de faktorer som bedömaren anser bra eller dåliga. Samtidigt krävs att bedömningen är så robust att den inte påverkas av tillfälligheter och slumpmässiga faktorer.

En känslighetsanalys för att utröna dessa sammanhang skulle i princip kunna sammanfattas i följande punkter:

1. Vilka osäkerheter och variationer i vikt- och poängsättning har man anledning att ta hänsyn till?
2. Hur inverkar dylika förändringar på resultatet av bedömningen, d.v.s. på rangordningen av anbuderna?

För en sådan analys krävs grundläggande antaganden om t.ex. hur människor beter sig vid poängsättning av olika egenskaper. I brist på dylik

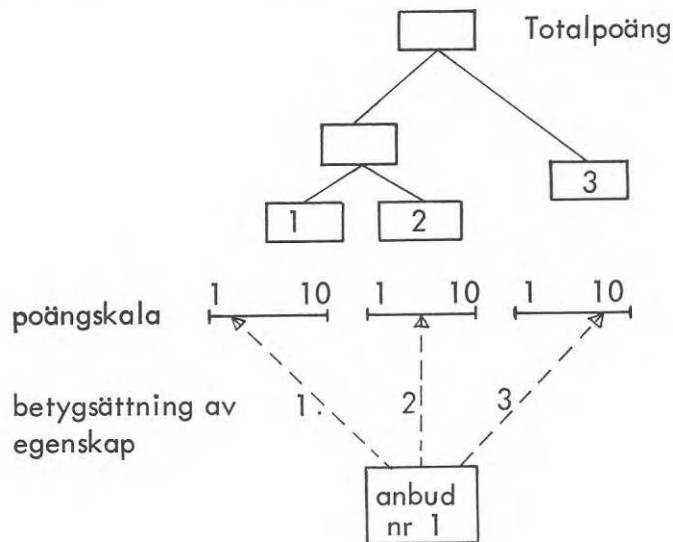
empiriskt underbyggd information görs här enkla teoretiska ansatser om slumpmässigt beteende etc. Utifrån dessa antaganden beräknas sedan osäkerheter och känsligheter i det aktuella Erikslundsmaterialet.

Varje avsnitt inleds med en diskussion av de teoretiska antagandena samt de matematiska härledningar som ligger till grund för beräkningarna. För de numeriska beräkningarna har utvecklats ett datamaskinprogram. Alla numeriska resultat som redovisas är framtagna med detta datasystem.

De slutsatser, som kan dras från beräkningar på detta enstaka anbuds-material, skall naturligtvis bedömas med stor försiktighet. Ur statistisk synpunkt är materialet ganska litet och för vissa typer av analyser alltför ensidigt. En uppföljning av kommande anbudsbedömningar kommer därför att väsentligt öka möjligheterna att dra slutsatser om värdeanalysens utformning och tillförlitlighet.

2. POÄNGSÄTTNING

Den lägsta nivån, "löven", i bedömningsträdet poängsättes för de olika anbuden med avseende på de egenskaper som dessa löv definierar. Betygsättningen har skett med en tiogradig skala där 1 representerar minimistandard och 10 den högsta standard som man är beredd att premiera i sammanhanget.



Tolkningen eller avbildningen av anbudens egenskaper på poängskalor sker med viss variation. Dessa variationer i betygsättningsprocessen skulle schematiskt kunna indelas i ett antal olika faktorer:

- subjektivitet
- slump
- mätfel

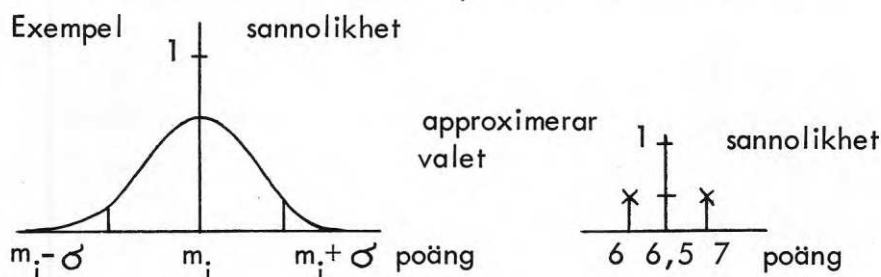
Poängsättningen är en subjektiv process, som beror på bedömarens fackkunskaper, erfarenhet och preferenser han representerar. Betydelse har inte bara hans uppfattning om anbudet som skall bedömas utan även hans inställning till poängskalor och hur dessa kan användas. Olika bedömare kan alltså förväntas komma till skilda resultat vid bedömning av samma anbud. Denna effekt kallas här subjektivitet. Ur Erikslundsmaterialet är det inte möjligt att få någon information om hur denna effekt spelar in. Endast en bedömningsgrupp har använts vid varje poängsättning. Likaså är den subjektiva bedömningsprocess som sker inom en bedömningsgrupp

omöjligt att här analysera. Sådana effekter vore sannolikt intressanta att studera närmare med t.ex. Delfi-teknik.

Även om poängsättningen betraktas som ett utslag av bedömarens subjektiva val, kvarstår dock en icke önskad variation i poängsättningen, som kan sägas bero på bristande precision i själva tolkningen till en poängskala av bedömarens uppfattning om anbudet. Denna osäkerhet kan yttra sig i att bedömaren känner sig osäker på vilket betyg han skall sätta eller att man kan konstatera att bedömaren ändrar sin poäng beroende på väder eller morgonhumör. Denna faktor benämns här slump. För de ekonomiska egenskaperna bortfaller denna osäkerhet då skalan är konstruerad som en explicit matematisk funktion av priserna. För kvalitetssidan finns emellertid inget dylikt samband och man kan förvänta sig en slumpmässig osäkerhet i poängsättningen.

En tredje typ av osäkerhet, som spelar roll i varje bedömningssystem, är mätfel. Man kan t.ex. felaktigt ha räknat med att ett anbud fyller brandsäkerhetsbestämmelserna eller man kan ha misstagit sig om möjligheten att placera in en säng i ett sovrum. Denna typ av osäkerhet i bedömningen är svår att fånga i en teoretisk analys och lämnas därför fortsättningsvis därhän.

I det följande kommer enbart den oönskade slumpmässiga osäkerheten att behandlas. Osäkerheten i poängsättningen kan yttra sig i att bedömaren känner sig osäker på om han skall sätta t.ex. 6 eller 7 poäng. Denna valsituation skall beskrivas approximativt med en normalfördelning. Osäkerheten i poängsättningen antas vara normalfördelad för varje löv och anbud med den faktiskt satta poängen som medelvärde m_i och en viss spridning σ .



$$m_i = 6,5$$

$$\sigma = 1$$

Erfarna bedömare har angivit σ till varierande mellan 0,5 och 2 poäng. Det vore emellertid ytterligt värdefullt vid framtida värdeanalyser att denna osäkerhet σ uppskattas och anges av bedömaren samtidigt som poängsättningen sker! För prissidan är, som tidigare nämnts, poängen bestämd exakt som funktion av priset, varför osäkerheten kan sättas lika med noll.

För kvalitetssidan antas att varje poängsättning är behäftad med visst normalfördelat slumpfel σ och att dessa fel är oberoende mellan anbud och mellan löv. I brist på exaktare information om avvikelserna σ antas a priori att dessa är lika. De värden som användes här är $\sigma = 0,5$, $\sigma = 1,0$, $\sigma = 2,0$ poäng.

Hur kommer dessa osäkerheter att inverka på tillförlitligheten i resultatet?

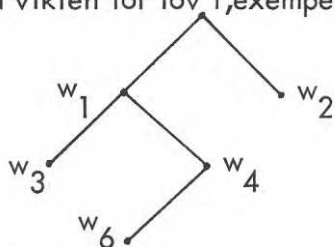
Två typer av frågeställningar skall behandlas:

1. Låt A och B vara två godtyckliga anbud med totalpoängen m_A resp. m_B . Med hänsyn tagen till osäkerheten i poängsättningen, hur stor är sannolikheten att A är ett bättre anbud än B?
2. Hur stor är sannolikheten att ett godtyckligt anbud A är det bästa anbudet i konkurrens med samtliga andra anbud?

Osäkerheten i varje individuell poängsättning ger upphov till en osäkerhet i totalpoängen. Med antagandet om oberoende och normalfördelning kan denna slutliga osäkerhet uttryckas som en normalfördelning kring den givna totalpoängen och med spridningen σ_o bestämd av:

$$\sigma_o^2 = \sum_i w_i'^2 \sigma_i^2$$

w_i är den totala vikten för löv i, exempelvis



$$w_i = w_1 \times w_4 \times w_6$$

För Erikslundsmatrisen med $\sigma = 0$ på prissidan och $\sigma = \sigma_1$ på kvalitetssidan fås: $\sigma_o = 0.20846 \sigma_1$

Problem 1 kan lösas analytiskt med hjälp av normalfördelningsfunktioner. Poängen för anbud A är normalfördelat (m_A, σ_o) och anbud B är normal (m_B, σ_o). Sannolikheten P (A bättre än B) kan då uttryckas:

$$P = \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi_A(x) \Phi_B(x) dx = \frac{1}{\sigma_o^2 \cdot 2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{(x-m_A)^2}{2\sigma_o^2}} \int_{-\infty}^{\frac{x-m_B}{\sigma_o}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt dx$$

Efter någon räkning finner man att

$$P = 1 - \Phi \left(\frac{m_A - m_B}{\sqrt{2}\sigma_B} \right), \text{ där } \Phi \text{ är den normala fördelningsfunktionen } (0,1)$$

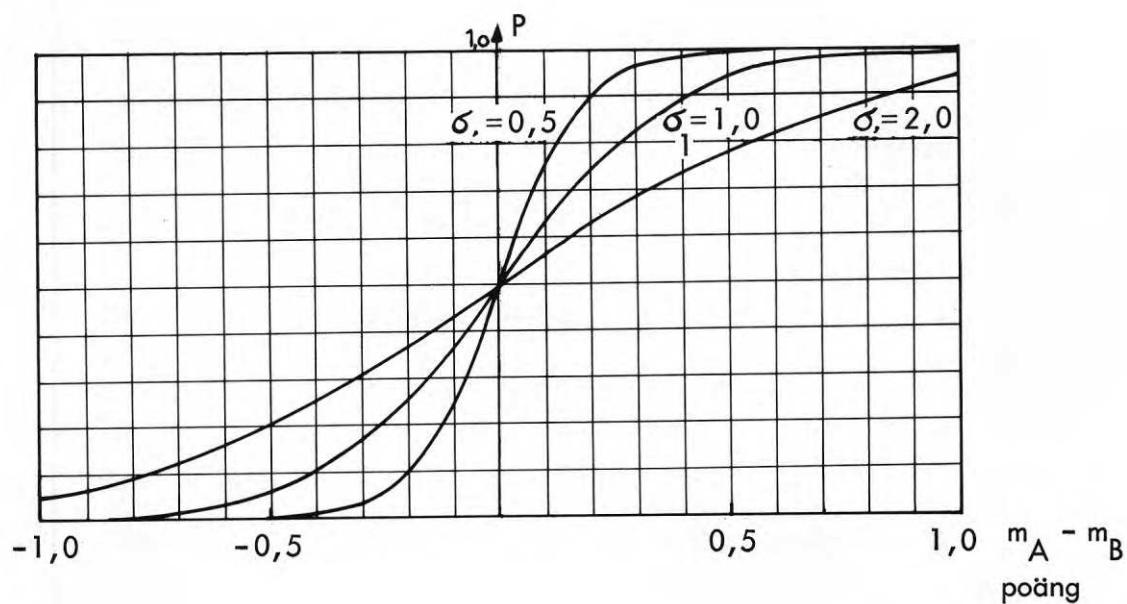


Diagram 1

P = sannolikheten att anbud A är bättre än anbud B

Ur diagrammet framgår att man, med en osäkerhet i poängsättningen på ± 1 poäng, bör kräva att anbud A skall ha ungefär 0,5 högre totalpoäng än B innan man med stor säkerhet (95 %) kan säga att A är bättre än B. För $\sigma = 0,5$ är motsvarande marginal ca 0,25 poäng.

Problem 2.

Sannolikheten att ett anbud i_0 är det bästa anbudet i konkurrens med alla övriga anbud $i = 1, 2, \dots, n, i \neq i_0$, kan uttryckas med formeln:

$$P_{i_0} = \int_{-\infty}^{+\infty} \prod_{i \neq i_0} \phi_i(x) \psi_{i_0}(x) dx$$

$\phi_i(x)$ är den normala fördelningsfunktionen (m_i, σ_0) . $\psi_{i_0}(x)$ är den normala frekvensfunktionen (m_{i_0}, σ_0)

Sannolikheterna P_{i_0} kan ej bestämmas analytiskt. Integralen har beräknats numeriskt med hjälp av datamaskin. Som numerisk integrationsmetod har den s.k. Rombergs kvadratur använts.

| OBJECT | TOTAL | RANK | SCORE | PROBABIL. |
|------------|-------|------|-------|-----------|
| PLATZER B | 1 | 7.73 | .52 | |
| PLATZER A | 2 | 7.71 | .47 | |
| LEL A | 3 | 6.54 | .00 | |
| SCG 41A | 4 | 6.29 | .00 | |
| JM=1 | 5 | 6.28 | .00 | |
| SCG 41B | 6 | 6.18 | .00 | |
| JM=2 | 7 | 6.12 | .00 | |
| BASA | 8 | 6.08 | .00 | |
| RAS B | 9 | 6.02 | .00 | |
| DIOES | 10 | 6.00 | .00 | |
| NYA ASFALT | 11 | 5.66 | .00 | |
| SCG 112A | 12 | 5.51 | .00 | |
| SCG 212A | 13 | 5.44 | .00 | |
| SCG 112C | 14 | 5.43 | .00 | |
| SCG 112 | 15 | 5.42 | .00 | |
| SCG 311A | 16 | 5.41 | .00 | |
| SCG 212B | 17 | 5.37 | .00 | |
| SCG 212 | 18 | 5.36 | .00 | |
| SCG 311B | 19 | 5.35 | .00 | |
| DEAR | 20 | 5.34 | .00 | |
| SCG 111 | 21 | 5.24 | .00 | |
| SAM BO B | 22 | 5.23 | .00 | |
| RPA B1B | 23 | 5.22 | .00 | |
| SCG 113 | 24 | 5.21 | .00 | |
| RPA B1A | 25 | 5.17 | .00 | |
| SCG 112B | 26 | 5.09 | .00 | |
| SCG 212C | 27 | 5.02 | .00 | |
| RPA A | 28 | 5.00 | .00 | |
| SCG 211 | 29 | 4.99 | .00 | |
| SAM BO A | 30 | 4.51 | .00 | |

Tabell 1

tiogradig skala, $\sigma = 1,0$

Som framgår av tabell 1 dominerar Platzers båda anbud helt.

Konkurrensen mellan anbuderna blir mycket tydligare om Platzers anbud borträknas. I tabell 2 är dessa beräkningar redovisade för olika värden på osäkerheten σ

| OBJECT | TOTAL | RANK | SCORE | PROBABIL. | PROBABIL. | PROBABIL. |
|------------|-------|------|-------|-----------|-----------|-----------|
| LFL A | 1 | 6.54 | .92 | .62 | .35 | |
| SCG 411A | 2 | 6.29 | .04 | .13 | .15 | |
| JM-1 | 3 | 6.28 | .03 | .12 | .14 | |
| SCG 411B | 4 | 6.18 | .00 | .05 | .10 | |
| JM-2 | 5 | 6.12 | .00 | .03 | .08 | |
| BASA | 6 | 6.08 | .00 | .02 | .06 | |
| BAS R | 7 | 6.02 | .00 | .01 | .05 | |
| DIOES | 8 | 6.00 | .00 | .01 | .04 | |
| NYA ASFALT | 9 | 5.66 | .00 | .00 | .01 | |
| SCG 112A | 10 | 5.51 | .00 | .00 | .00 | |
| SCG 212A | 11 | 5.44 | .00 | .00 | .00 | |
| SCG 112C | 12 | 5.43 | .00 | .00 | .00 | |
| SCG 112 | 13 | 5.42 | .00 | .00 | .00 | |
| SCG 311A | 14 | 5.41 | .00 | .00 | .00 | |
| SCG 212B | 15 | 5.37 | .00 | .00 | .00 | |
| SCG 212 | 16 | 5.36 | .00 | .00 | .00 | |
| SCG 311B | 17 | 5.35 | .00 | .00 | .00 | |
| DEAB | 18 | 5.34 | .00 | .00 | .00 | |
| SCG 111 | 19 | 5.24 | .00 | .00 | .00 | |
| SAM RO B | 20 | 5.23 | .00 | .00 | .00 | |
| BPA B1B | 21 | 5.22 | .00 | .00 | .00 | |
| SCG 113 | 22 | 5.21 | .00 | .00 | .00 | |
| BPA R1A | 23 | 5.17 | .00 | .00 | .00 | |
| SCG 112B | 24 | 5.09 | .00 | .00 | .00 | |
| SCG 212C | 25 | 5.02 | .00 | .00 | .00 | |
| BPA A | 26 | 5.00 | .00 | .00 | .00 | |
| SCG 211 | 27 | 4.99 | .00 | .00 | .00 | |
| SAM RO A | 28 | 4.51 | .00 | .00 | .00 | |

Tabell 2

$\sigma = 0,5$

$\sigma = 1,0$

$\sigma = 2,0$

Osäkerheten i slutbedömningen minskar för ökat djup i trädet. Rangordningen för t.ex. enbart kvalitetsträdet är således osäkrare än totalbedömningen. En större detaljeringsgrad i trädstrukturen ger en ökad säkerhet i bedömningen. Detta skall dock vägas mot att ömsesidiga beroenden mellan egenskaper, som kan vara värdefulla att bedöma, förloras då egenskaper bryts ned i en trädstruktur.

| OBJECT | QUALITY | | |
|------------|---------|-------|-----------|
| | RANK | SCORE | PROBABIL. |
| LEL A | 1 | 7.01 | .47 |
| SCG 411A | 25 | 3.68 | .00 |
| JM=1 | 21 | 4.21 | .00 |
| SCG 411B | 28 | 3.44 | .00 |
| JM=2 | 20 | 4.21 | .00 |
| RASA | 2 | 6.56 | .13 |
| RAS R | 6 | 6.32 | .05 |
| DIOES | 13 | 5.55 | .00 |
| NYA ASFALT | 27 | 3.45 | .00 |
| SCG 112A | 10 | 5.90 | .01 |
| SCG 212A | 9 | 5.98 | .01 |
| SCG 112C | 4 | 6.48 | .09 |
| SCG 112 | 14 | 5.45 | .00 |
| SCG 311A | 24 | 3.82 | .00 |
| SCG 212B | 3 | 6.56 | .12 |
| SCG 212 | 12 | 5.56 | .00 |
| SCG 311B | 26 | 3.68 | .00 |
| DEAR | 8 | 5.99 | .01 |
| SCG 111 | 15 | 5.22 | .00 |
| SAM BO B | 23 | 3.84 | .00 |
| BPA B1B | 5 | 6.43 | .08 |
| SCG 113 | 17 | 4.34 | .00 |
| BPA B1A | 7 | 6.01 | .01 |
| SCG 112B | 19 | 4.22 | .00 |
| SCG 212C | 18 | 4.30 | .00 |
| BPA A | 11 | 5.68 | .00 |
| SCG 211 | 16 | 5.16 | .00 |
| SAM BO A | 22 | 3.84 | .00 |

Tabell 3

 $\sigma = 1,0$

En slutsats från denna känslighetstest är att Platzers förstaplacering inte påverkas genom osäkerhet i poängsättningen. Utan Platzers anbud är LEL A med stor säkerhet segrare om osäkerheten ligger omkring en halv poäng. För osäkerheter kring en poäng och däröver kan man inte dra några säkra slutsatser om bästa anbud om man bortser från Platzers.

3. SKALOR

I Erikslundsupphandlingen har en tiogradig skala använts med en linjär sammanvägning av poängen. Två olika modifieringar av detta skall här diskuteras:

- A. Användandet av grövre poängskalor än en tiogradig skala.
- B. Användandet av en multiplikativ ihopvägning i stället för en summering av poängen.

En tiogradig skala kan upplevas som en alltför fint indelad skala för att en korrekt poängsättning alltid skall kunna göras. Med den motiveringen skulle alltså en grövre tre- eller fempoängsskala kunna föredras. Två olika skalor kan självklart ge olika rangordning mellan anbuden beroende på att det "värde" man ger anbuden avrundas till hela poäng i den poängskala man valt. För att studera denna effekt har en transformering från den tiogradiga skalan till en fem- och tregradig skala gjorts. Transformationen har gjorts schablonmässigt genom division och avrundning till närmast hela poäng (detta gäller inte prisegenskaperna där fortfarande "exakta" poäng har satts med hjälp av de givna funktionssambanden). Resultatet finns redovisat i tabell 4. En hel del omkastningar i rangordningen sker vid övergången mellan olika skalor orsakad av avrundningseffekten. Samtidigt skall dock observeras att osäkerheten i rangordningen ökar vid grövre skala (jfr skala 10,5 och 3 med $\sigma = 2,0, 1,0$ och $0,5$ resp.) De olika resultaten av rangordningarna är inte motstridiga, utan omkastningarna kan väl förklaras inom de osäkerheter som finns i totalresultaten. Det är en öppen fråga om ett enhetligare resultat uppnåtts om bedömningen gjorts direkt i 5 och 3 poängskala i stället för den transformation från 10 poängskala som gjorts här. Möjligen skulle en del icke avsedda avrundningseffekter då kunna undvikas.

Genom att använda en grov poängskala förlorar man dock onödigtvis en del information. Det torde vara att föredraga att använda den finare tiopoängskalan. Detta under förutsättning att man kan ange med vilken säkerhet poängen sättes på denna skala och sedan utnyttja detta för att beräkna tillförlitligheten i totalresultatet.

| OBJECT | TOTAL | RANK SCORE PROBABIL. | | OBJECT | TOTAL | RANK SCORE PROBABIL. | |
|------------|-------|----------------------|-----|------------|-------|----------------------|-----|
| LEL A | 1 | 3.03 | .34 | LEL A | 1 | 1.16 | .28 |
| SCG 4:1A | 2 | 2.96 | .23 | BAS B | 2 | 1.11 | .13 |
| SCG 4:1B | 3 | 2.90 | .15 | BASA | 3 | 1.10 | .12 |
| JM-1 | 4 | 2.85 | .09 | DIOES | 4 | 1.09 | .09 |
| BASA | 5 | 2.78 | .05 | JM-1 | 5 | 1.08 | .08 |
| JM-2 | 6 | 2.77 | .05 | SCG 4:1A | 6 | 1.06 | .06 |
| BAS B | 7 | 2.75 | .04 | JM-2 | 7 | 1.05 | .04 |
| DIOES | 8 | 2.67 | .02 | SAM BO B | 8 | 1.04 | .04 |
| SAM BO B | 9 | 2.60 | .01 | SCG 1:2C | 9 | 1.02 | .03 |
| NYA ASFALT | 10 | 2.56 | .00 | SCG 1:2A | 10 | 1.01 | .02 |
| SCG 1:2A | 11 | 2.50 | .00 | SCG 4:1B | 11 | 1.01 | .02 |
| SCG 1:2C | 12 | 2.47 | .00 | SCG 2:2B | 12 | 1.00 | .02 |
| SCG 1:2 | 13 | 2.45 | .00 | SCG 2:2A | 13 | .99 | .01 |
| SCG 3:1A | 14 | 2.44 | .00 | SCG 1:2 | 14 | .98 | .01 |
| SCG 2:2A | 15 | 2.43 | .00 | NYA ASFALT | 15 | .98 | .01 |
| DEAB | 16 | 2.41 | .00 | SCG 2:2 | 16 | .96 | .01 |
| SCG 2:2B | 17 | 2.40 | .00 | SCG 1:1 | 17 | .93 | .00 |
| SCG 3:1B | 18 | 2.39 | .00 | BPA B:B | 18 | .93 | .00 |
| SCG 2:2 | 19 | 2.39 | .00 | BPA B:A | 19 | .91 | .00 |
| BPA B:B | 20 | 2.38 | .00 | BPA A | 20 | .90 | .00 |
| BPA B:A | 21 | 2.37 | .00 | SCG 1:3 | 21 | .90 | .00 |
| SCG 1:1 | 22 | 2.32 | .00 | SCG 2:1 | 22 | .89 | .00 |
| SCG 1:3 | 23 | 2.31 | .00 | SCG 3:1A | 23 | .89 | .00 |
| SCG 1:2B | 24 | 2.28 | .00 | DEAB | 24 | .89 | .00 |
| BPA A | 25 | 2.24 | .00 | SCG 1:2B | 25 | .87 | .00 |
| SCG 2:1 | 26 | 2.19 | .00 | SCG 2:2C | 26 | .85 | .00 |
| SCG 2:2C | 27 | 2.17 | .00 | SCG 3:1B | 27 | .84 | .00 |
| SAM BO A | 28 | 2.02 | .00 | SAM BO A | 28 | .80 | .00 |

5-gradig skala $\sigma = 1,0$

3-gradig skala $\sigma = 0,5$

Tabell 4

Beräkning av totalpoängen som en summa av viktade poäng är a priori inte det enda sättet att göra en sammanvägning. Inom den ekonomiska teorien användes i allmänhet multiplikativ ihopvägning av faktorer som bidrar till ett totalresultat, (t.ex. Cobb-Douglas funktioner:

$$P = \alpha \cdot K^{w_1} L^{w_2} \quad w_1 + w_2 = 1$$

P = produktion, K = kapital, L = arbete)

Med en multiplikativ sammanvägning premieras jämnare poängfördelningar medan en summering gynnar sneda poängfördelningar. Materialet testades

även med en multiplikativ sammanvägning av poängen med de givna vikterna som exponenter. Resultatet finns redovisat i tabell 5 transformerat till logaritmisk skala.

| OBJECT | TOTAL | RANK SCORE |
|------------|-------|------------|
| PLATZER B | 1 | 2.03 |
| PLATZER A | 2 | 2.02 |
| LEL A | 3 | 1.85 |
| BASA | 4 | 1.79 |
| BAS B | 5 | 1.78 |
| JM-1 | 6 | 1.77 |
| JM-2 | 7 | 1.75 |
| SCG 411A | 8 | 1.74 |
| DIOES | 9 | 1.70 |
| SCG 411B | 10 | 1.70 |
| SCG 112A | 11 | 1.68 |
| SCG 112 | 12 | 1.67 |
| SCG 212A | 13 | 1.66 |
| SCG 212 | 14 | 1.66 |
| DEAB | 15 | 1.64 |
| SCG 311A | 16 | 1.64 |
| SCG 112C | 17 | 1.64 |
| SCG 111 | 18 | 1.63 |
| SCG 113 | 19 | 1.63 |
| SCG 311B | 20 | 1.61 |
| SCG 212B | 21 | 1.61 |
| BPA B1R | 22 | 1.61 |
| BPA B1A | 23 | 1.60 |
| NYA ASFALT | 24 | 1.59 |
| SCG 211 | 25 | 1.58 |
| BPA A | 26 | 1.57 |
| SCG 112B | 27 | 1.57 |
| SCG 212C | 28 | 1.55 |
| SAM RO B | 29 | 1.55 |
| SAM RO A | 30 | 1.42 |

Tabell 5

Rangordningen uppvisar ganska stor överensstämmelse med den ursprungligen beräknade rangordningen. I det multiplikativa fallet finns en svag tendens till att olika varianter av samma förslag (t.ex. SCG eller JM) ligger närmare varandra. Mindre modifikationer av förslag skulle således ge mindre utslag i detta fall.

4. VIKTER

Viktsättningen avser att uttrycka uppdragsgivarens värdering av olika egenskaper som skall bedömas. Det är av intresse att studera hur förändringar av värderingarna, vikterna, påverkar resultatet av anbudsbedömningen.

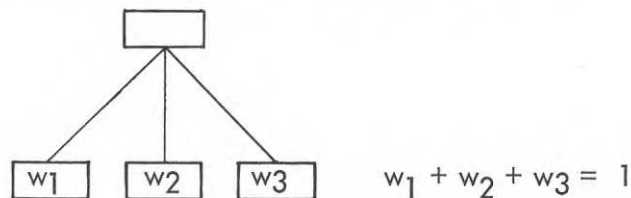
Poängskala och viktsättning är relaterade till varandra: En minskning av vikten kan kompenseras med en höjning av poängskalan och vice versa. Här skall detta beroende inte studeras vidare utan poängskalan 1 - 10 och utnyttjande av denna skala förutsättes given.

En känslighetsanalys av viktsättningen är dock mer komplicerad än en analys av osäkerheterna i poängsättningen. Denna svårighet har flera orsaker:

a) Vikterna multiplieras med varandra upp genom trädets. Medan den resulterande poängen är en linjärkombination av poängen i löven beror resultatet inte linjärt av vikterna. Detta innebär att enkla statistiska och matematiska programmeringstekniker inte kan utnyttjas.

b) För varje rad gäller att summa vikter 1.

Vikterna är således inte oberoende av varandra.



c) Antalet vikter är stort även i en enkel trädstruktur, varför antalet möjliga kombinationer av förändringar i vikterna blir mycket omfattande och överskådligt.

Vikterna ges på förhand och är lika för alla anbud ^{x)} och någon slumpmässighet i likhet med för poängsättningen finns inte anledning att definiera.

Känslighetsanalysen för vikter skall i stället här tolkas på följande sätt:

Hur stor avvikelse kan man tänkas göra i den givna viktsättningen innan det påverkar resultatet, d.v.s. förändrar rangordningen mellan anbuden?

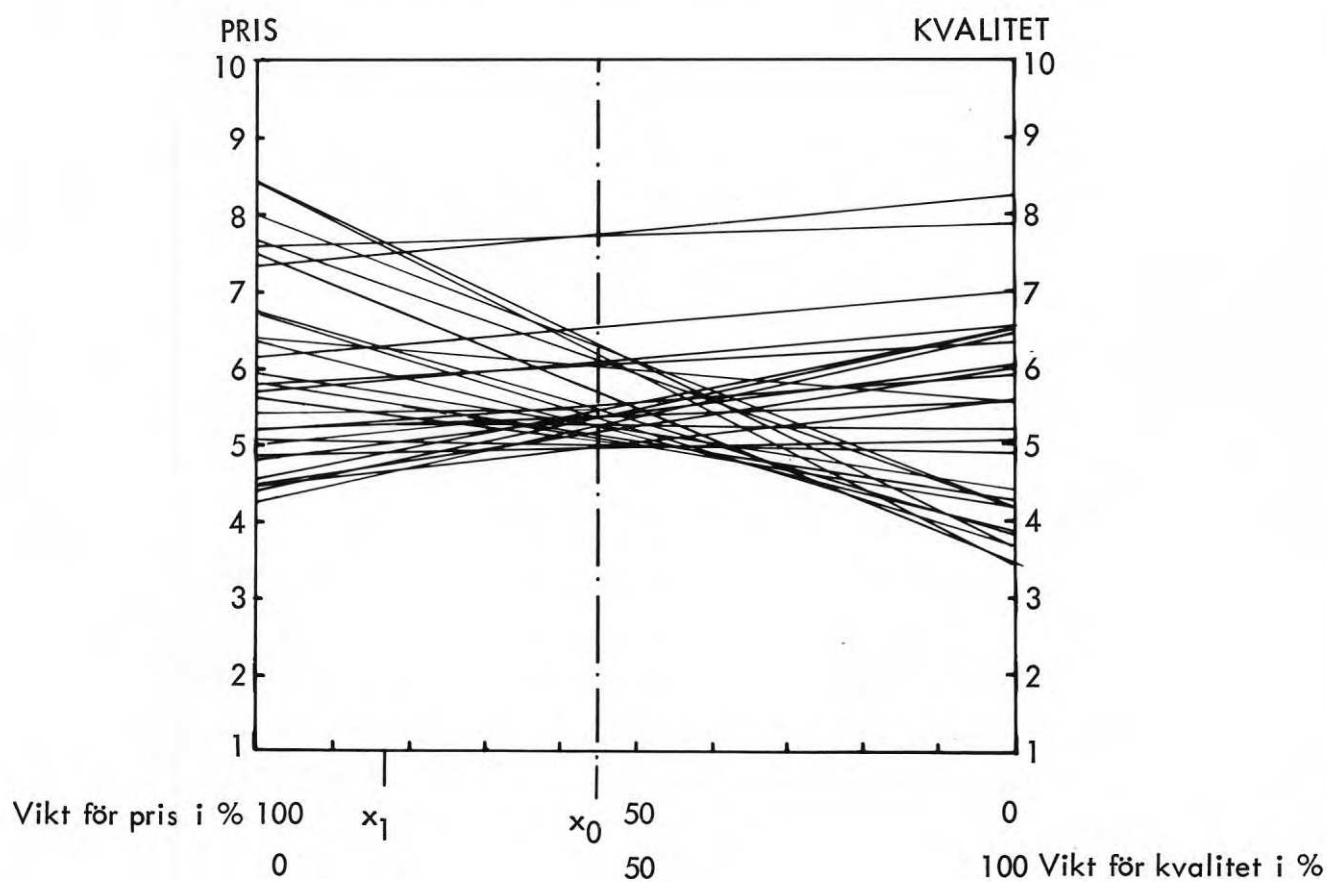
x) Fotnot. Ett undantag finns beträffande bostadselementet, där poängen har sammanvägts med hjälp av andelen lägenhetstyper av olika storlek i anbudet. Innebörden av denna speciella viktsättning utreds ej närmare här. I de teoretiska känslighetsanalyserna har utgått från enheten bostad.

En stor tillåten avvikelse kan tolkas som att materialet är robust med avseende på vikterna och tillåta ett stort mått av frihet vid viktsättningen.

Som påpekades tidigare innehåller denna enkla fråga avsevärda problem. Vi får därför begränsa oss till ett par förenklade resonemang. I fortsättningen kommer vi enbart att studera två anbud åt gången. Problemet kan då formuleras på följande sätt:

Antag att anbud A är bättre än anbud B ($A > B$). Hur mycket kan vikterna ändras innan A blir sämre än B ($A < B$)? Om A eventuellt har högre poäng än B på samtliga poängsatta egenskaper existerar ingen sådan omslagspunkt, A säges dominera B.

För varje enstaka viktspar (w_1, w_2) är denna känslighetsanalys lätt att lösa och går att åskådliggöra grafiskt. För Erikslundsmaterialet fås följande diagram för avvägningen mellan pris och kvalitet.

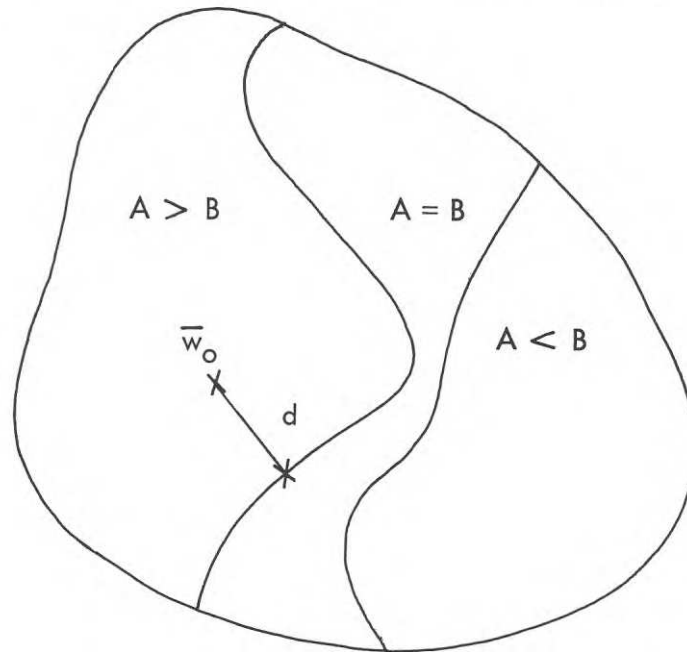


Sammanvägning av pris och kvalitet för 30 anbud på småhusbebyggelse
i Erikslund, Täby

Man ser t.ex. att det behövs ett tillskott $Dw_1 = 0,3$ i vikt på prissidan för att omslagspunkten x_1 där $WP = SCG 4:1B$ skall uppnås. Vi kan säga att omslagspunkten x_1 ligger på avståndet $Dw_1 = |x_0 - w_1|$ från den givna viktsättningen x_0 .

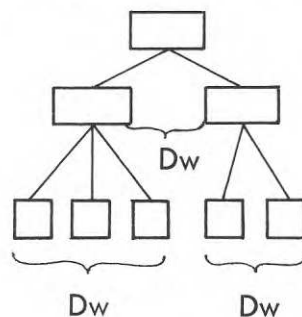
Denna tankegång kan generaliseras med hjälp av en matematisk abstraktion på följande sätt:

Låt varje möjlig uppsättning vikter $\bar{w} = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ vara vektorer som representerar punkter i ett \bar{w} -rum. A och B är två anbud med given poängsättning. För varje punkt \bar{w} i rummet är det möjligt att bestämma om $A > B$, $A = B$ eller $A < B$. \bar{w} -rummet kan således indelas i områden:



Om \bar{w}_0 är en given viktsättning kan känsligheten i vikterna med avseende på anbudsparet A, B definieras som det minsta avståndet d från \bar{w}_0 till randen där $A = B$, d.v.s. den minsta ändring som behöver göras i \bar{w}_0 innan ordningen A, B ändras. Kruket är att det inte finns något naturligt sätt att beräkna avstånd i detta rum av vikter \bar{w} . Följande rimliga konstruktion skall användas:

Utgående från \bar{w}_0 kan nya viktsättningar \bar{w} , konstrueras genom att på varje gren i trädet samtidigt fördela en förändring $D\bar{w}$ i vikterna.



Vi definierar avståndet $|\bar{w}_0 - \bar{w}_1| = D\bar{w}$. Med denna definition kan känslighetsanalysen formuleras matematiskt:

Känsligheten = min $D\bar{w}$, sådant att $A = B$ i en punkt $\bar{w}_0 + D\bar{w}$

Dessa ekvationer kan inte lösas med direkta analytiska metoder. En approximativ lösning med stor noggrannhet har framräknats på dataskrin med hjälp av en iterativ algoritm. I tabellerna nedan finns redovisade känsligheten i vikterna för alla anbud i jämförelse med det segrande anbudet, d.v.s. hur mycket vikterna måste ändras för att ett anbud skall gå upp på första plats (med den givna poängsättningen). Beräkningarna har gjorts såväl med som utan Platzers båda anbud. Dominans har i tabellerna angivits som 99.999.

| OBJECT | TOTAL | |
|------------|---------------------------|------------|
| | SENSITIVITY IN WEIGHTS | RANK SCORE |
| PLATZER B | 0.000 | 1 7.73 |
| PLATZER A | .013 | 2 7.71 |
| LEL A | .274 | 3 6.54 |
| SCG 411A | .143 | 4 6.29 |
| JM-1 | .222 | 5 6.28 |
| SCG 411B | .152 | 6 6.18 |
| JM-2 | .295 | 7 6.12 |
| BASA | 99.999 | 8 6.08 |
| BAS B | 99.999 | 9 6.02 |
| DIOES | .316 | 10 6.00 |
| NYA ASFALT | .233 | 11 5.66 |
| SCG 112A | .369 | 12 5.51 |
| SCG 212A | .372 | 13 5.44 |
| SCG 112C | .281 | 14 5.43 |
| SCG 112 | 99.999 | 15 5.42 |
| SCG 311A | .444 | 16 5.41 |
| SCG 212B | .278 | 17 5.37 |
| SCG 212 | 99.999 | 18 5.36 |
| SCG 311B | .442 | 19 5.35 |
| DEAB | 99.999 | 20 5.34 |
| SCG 111 | 99.999 | 21 5.24 |
| SAM RO B | .378 | 22 5.23 |
| BPA B1B | 99.999 | 23 5.22 |
| SCG 113 | 99.999 | 24 5.21 |
| BPA B1A | 99.999 | 25 5.17 |
| SCG 112B | 99.999 | 26 5.09 |
| SCG 212C | 99.999 | 27 5.02 |
| RPA A | 99.999 | 28 5.00 |
| SCG 211 | 99.999 | 29 4.99 |
| SAM RO A | 99.999 | 30 4.51 |

tiogradig skala

Tabell 7

| OBJECT | TOTAL | |
|------------|---------------------------|------------|
| | SENSITIVITY IN WEIGHTS | RANK SCORE |
| LEL A | .000 | 1 6.54 |
| SCG 411A | .026 | 2 6.29 |
| JM-1 | .031 | 3 6.28 |
| SCG 411B | .037 | 4 6.18 |
| JM-2 | .050 | 5 6.12 |
| BASA | .138 | 6 6.08 |
| BAS B | .147 | 7 6.02 |
| DIOES | .080 | 8 6.00 |
| NYA ASFALT | .109 | 9 5.66 |
| SCG 112A | .193 | 10 5.51 |
| SCG 212A | .198 | 11 5.44 |
| SCG 112C | .138 | 12 5.43 |
| SCG 112 | .356 | 13 5.42 |
| SCG 311A | .210 | 14 5.41 |
| SCG 212B | .143 | 15 5.37 |
| SCG 212 | .343 | 16 5.36 |
| SCG 311B | .203 | 17 5.35 |
| DEAB | .430 | 18 5.34 |
| SCG 111 | .549 | 19 5.24 |
| SAM BO B | .192 | 20 5.23 |
| BPA B1B | .235 | 21 5.22 |
| SCG 113 | .385 | 22 5.21 |
| BPA B1A | .260 | 23 5.17 |
| SCG 112B | .437 | 24 5.09 |
| SCG 212C | 0.500 | 25 5.02 |
| BPA A | .286 | 26 5.00 |
| SCG 211 | 99.999 | 27 4.99 |
| SAM BO A | .471 | 28 4.51 |

Nogradig skala

Tabell 8

Som jämförelse visas i tabell 9 och 10 känsligheten i vikter vid användandet av en fem- resp. tregradig poängskala.

SENSITIVITY
IN WEIGHTS RANK SCORE

| OBJECT | SENSITIVITY IN WEIGHTS | RANK | SCORE |
|------------|---------------------------|------|-------|
| LEL A | 0.000 | 1 | 3.03 |
| SCG 411A | .014 | 2 | 2.96 |
| SCG 411B | .026 | 3 | 2.90 |
| JM-1 | .043 | 4 | 2.85 |
| BASA | .165 | 5 | 2.78 |
| JM-2 | .061 | 6 | 2.77 |
| BAS B | .168 | 7 | 2.75 |
| DIOES | .096 | 8 | 2.67 |
| SAM BO B | .118 | 9 | 2.60 |
| NYA ASFALT | .113 | 10 | 2.56 |
| SCG 112A | .201 | 11 | 2.50 |
| SCG 112C | .142 | 12 | 2.47 |
| SCG 112 | .378 | 13 | 2.45 |
| SCG 311A | .209 | 14 | 2.44 |
| SCG 212A | .215 | 15 | 2.43 |
| DEAR | .501 | 16 | 2.41 |
| SCG 212B | .151 | 17 | 2.40 |
| SCG 311B | .210 | 18 | 2.39 |
| SCG 212 | .371 | 19 | 2.39 |
| BPA B1B | .218 | 20 | 2.38 |
| BPA B1A | .233 | 21 | 2.37 |
| SCG 111 | .551 | 22 | 2.32 |
| SCG 113 | .385 | 23 | 2.31 |
| SCG 112B | .441 | 24 | 2.28 |
| RPA A | .286 | 25 | 2.24 |
| SCG 211 | 99.999 | 26 | 2.19 |
| SCG 212C | .545 | 27 | 2.17 |
| SAM BO A | .392 | 28 | 2.02 |

femgradig
skala

Tabell 9

OBJECT TOTAL
SENSITIVITY
IN WEIGHTS RANK SCORE

| OBJECT | SENSITIVITY IN WEIGHTS | RANK | SCORE |
|------------|---------------------------|------|-------|
| LEL A | 0.000 | 1 | 1.16 |
| BAS B | .042 | 2 | 1.11 |
| BASA | .049 | 3 | 1.10 |
| DIOES | .046 | 4 | 1.09 |
| JM-1 | .046 | 5 | 1.08 |
| SCG 411A | .042 | 6 | 1.06 |
| JM-2 | .065 | 7 | 1.05 |
| SAM BO B | .076 | 8 | 1.04 |
| SCG 112C | .079 | 9 | 1.02 |
| SCG 112A | .126 | 10 | 1.01 |
| SCG 411B | .062 | 11 | 1.01 |
| SCG 212B | .088 | 12 | 1.00 |
| SCG 212A | .133 | 13 | .99 |
| SCG 112 | .320 | 14 | .98 |
| NYA ASFALT | .100 | 15 | .98 |
| SCG 212 | .302 | 16 | .96 |
| SCG 111 | .551 | 17 | .93 |
| BPA B1B | .146 | 18 | .93 |
| BPA B1A | .166 | 19 | .91 |
| RPA A | .167 | 20 | .90 |
| SCG 113 | .361 | 21 | .90 |
| SCG 211 | 99.999 | 22 | .89 |
| SCG 311A | .211 | 23 | .89 |
| DEAR | .271 | 24 | .89 |
| SCG 112B | .439 | 25 | .87 |
| SCG 212C | .561 | 26 | .85 |
| SCG 311B | .228 | 27 | .84 |
| SAM BO A | .350 | 28 | .80 |

tregradig
skala

Tabell 10

Som sammanfattning av dessa känslighetsanalyser skulle kunna fastslås att Platzers förstaplaceringar är mycket stabila både med avseende på viktsättning och poängsättning. Platzer dominerar många av de andra anbuden och det behövs mer än en tiondels viktsförändring i varje rad (på det för Platzer mest ogynnsamma sättet) innan anbudet passeras av SCG 4:1A. Utan Platzers anbud vinner anbudet LEL A.

Det fordras små viktsförändringar, ca tre hundradelar, för att rubba LEL:s ställning. Osäkerheten i poängsättning spelar en något mindre roll, σ bör ligga $\leq 1,0$. Vinnar-positionen i båda dessa fall är stabil under skaltransformation (en grövre poängskala) och vid multiplikativ ihopvägning. Känsligheten i vikter vid multiplikativ sammanvägning har i princip samma utseende som vid summering.

Det skall dock påpekas att det känslighetsmått som använts är en pessimistisk skattning. Man ändrar systematiskt alla vikter samtidigt på det för LEL ofördelaktigaste sättet. Förändringar av enstaka vikter kan ge helt varierande resultat.

Exempel: för LEL A och SCG 4:1A i tabell 8 fås om man enbart ändrar vikterna kvalitet - pris $D\bar{w} = 0,045$ eller plan - hus $D\bar{w} = 0,193$. Detta skall jämföras med den totala viktsförändringen $D\bar{w} = 0,026$.

Tabell 11

Multiplikativ sammanvägning

| OBJECT | SENSITIVITY IN WEIGHTS | TOTAL RANK SCORE |
|------------|---------------------------|---------------------|
| LEL A | 0.000 | 1.85 |
| BASA | .134 | 1.79 |
| BAS B | .141 | 1.78 |
| JM-1 | .065 | 1.77 |
| JM-2 | .081 | 1.75 |
| SCG 4:1A | .073 | 1.74 |
| DIOFS | .136 | 1.70 |
| SCG 4:1B | .100 | 1.70 |
| SCG 1:2A | .211 | 1.68 |
| SCG 1:2 | .360 | 1.67 |
| SCG 2:2A | .222 | 1.66 |
| SCG 2:2 | .349 | 1.66 |
| DEAR | .442 | 1.64 |
| SCG 3:1A | .239 | 1.64 |
| SCG 1:2C | .172 | 1.64 |
| SCG 1:1 | .588 | 1.63 |
| SCG 1:3 | .422 | 1.63 |
| SCG 3:1R | .245 | 1.61 |
| SCG 2:2B | .177 | 1.61 |
| RPA B:R | .220 | 1.61 |
| RPA B:A | .240 | 1.60 |
| NYA ASFALT | .157 | 1.59 |
| SCG 2:1 | 99.999 | 1.58 |
| RPA A | .271 | 1.57 |
| SCG 1:2R | .481 | 1.57 |
| SCG 2:2C | .592 | 1.55 |
| SAM B0 R | .226 | 1.55 |
| SAM B0 A | .525 | 1.42 |

Som avslutning på detta avsnitt skall ges ett exempel på en fullständig datautskrift. Förutom totalpoängen har också framtagits poäng och rangordning för pris och kvalitet; senare. För kvaliteten finns även beräknat sannolikheten för att ett anbud skall vara det bästa anbudet på kvalitets- sidan.

Tabell 12 tiopoängsskala osäkerheten i poängsättningen = ± 2 poäng

| OBJECT | SENSITIVITY IN WEIGHTS | TOTAL | | | ECONOMY | | | QUALITY | | |
|------------|---------------------------|-------|-------|-----------|---------|-------|-----------|---------|-------|-----------|
| | | RANK | SCORE | PROBABIL. | RANK | SCORE | PROBABIL. | RANK | SCORE | PROBABIL. |
| PLATZER B | .000 | 1 | 7.73 | .55 | 7 | 7.32 | 0.00 | 1 | 8.24 | .86 |
| PLATZER A | .013 | 2 | 7.71 | .45 | 5 | 7.58 | 0.00 | 2 | 7.88 | .13 |
| LEL A | .274 | 3 | 6.54 | .00 | 12 | 6.15 | 0.00 | 3 | 7.01 | .00 |
| SCG 4:1A | .143 | 4 | 6.29 | .00 | 2 | 8.42 | 0.00 | 27 | 3.68 | .00 |
| JM-1 | .222 | 5 | 6.28 | .00 | 3 | 7.96 | 0.00 | 23 | 4.21 | .00 |
| SCG 4:1R | .152 | 6 | 6.18 | .00 | 1 | 8.42 | 1.00 | 30 | 3.44 | .00 |
| JM-2 | .295 | 7 | 6.12 | .00 | 4 | 7.68 | 0.00 | 22 | 4.21 | .00 |
| RASA | .99.999 | 8 | 6.08 | .00 | 16 | 5.68 | 0.00 | 4 | 6.56 | .00 |
| RAS R | .99.999 | 9 | 6.02 | .00 | 15 | 5.77 | 0.00 | 8 | 6.32 | .00 |
| DIOES | .316 | 10 | 6.00 | .00 | 10 | 6.37 | 0.00 | 15 | 5.55 | .00 |
| NYA ASFALT | .233 | 11 | 5.66 | .00 | 6 | 7.47 | 0.00 | 29 | 3.45 | .00 |
| SCG 1:2A | .369 | 12 | 5.51 | .00 | 21 | 5.19 | 0.00 | 12 | 5.90 | .00 |
| SCG 2:2A | .372 | 13 | 5.44 | .00 | 23 | 5.01 | 0.00 | 11 | 5.98 | .00 |
| SCG 1:2C | .281 | 14 | 5.43 | .00 | 26 | 4.58 | 0.00 | 6 | 6.48 | .00 |
| SCG 1:2 | .99.999 | 15 | 5.42 | .00 | 18 | 5.40 | 0.00 | 16 | 5.45 | .00 |
| SCG 3:1A | .444 | 16 | 5.41 | .00 | 9 | 6.71 | 0.00 | 26 | 3.82 | .00 |
| SCG 2:2B | .278 | 17 | 5.37 | .00 | 29 | 4.39 | 0.00 | 5 | 6.56 | .00 |
| SCG 2:2 | .99.999 | 18 | 5.36 | .00 | 20 | 5.20 | 0.00 | 14 | 5.56 | .00 |
| SCG 3:1B | .442 | 19 | 5.35 | .00 | 8 | 6.71 | 0.00 | 28 | 3.68 | .00 |
| DEAR | .99.999 | 20 | 5.34 | .00 | 25 | 4.80 | 0.00 | 10 | 5.99 | .00 |
| SCG 1:1 | .99.999 | 21 | 5.24 | .00 | 19 | 5.25 | 0.00 | 17 | 5.22 | .00 |
| SAM B0 B | .378 | 22 | 5.23 | .00 | 11 | 6.36 | 0.00 | 25 | 3.84 | .00 |
| BPA B:R | .99.999 | 23 | 5.22 | .00 | 30 | 4.23 | 0.00 | 7 | 6.43 | .00 |
| SCG 1:3 | .99.999 | 24 | 5.21 | .00 | 13 | 5.92 | 0.00 | 19 | 4.34 | .00 |
| RPA B:A | .99.999 | 25 | 5.17 | .00 | 27 | 4.48 | 0.00 | 9 | 6.01 | .00 |
| SCG 1:2R | .99.999 | 26 | 5.09 | .00 | 14 | 5.80 | 0.00 | 21 | 4.22 | .00 |
| SCG 2:2C | 0.000 | 27 | 5.02 | .00 | 17 | 5.62 | 0.00 | 20 | 4.30 | .00 |
| RPA A | .99.999 | 28 | 5.00 | .00 | 28 | 4.44 | 0.00 | 13 | 5.68 | .00 |
| SCG 2:1 | .99.999 | 29 | 4.99 | .00 | 24 | 4.86 | 0.00 | 18 | 5.16 | .00 |
| SAM B0 A | .99.999 | 30 | 4.51 | .00 | 22 | 5.05 | 0.00 | 24 | 3.84 | .00 |

5. DATAMATERIALET S POÄNGFÖRDELNING

Delmaterial

Enbart poängskalan 1 - 10 studeras i detta avsnitt.

Hela materialet omfattar 30 anbud. Två av anbuden Platzter A och B, som tidigare visats är överlägsna de övriga och ger upphov till snedfördelningar i poängsättningen. Ett studerat delmaterial är därför 28 anbud, där ovan nämnda anbud är borttagna.

Flera av anbuden är dock variationer på samma tema. Ett rimligt betraktelsesätt är att endast räkna en av variationerna som ett anbud. Med hjälp av den additiva hopvägningen - man borde kanske tagit den logaritmiska - valdes bästa variation för varje tema ut.

Borttagna variationer blev:

BPA B A

Platzer A

Sam Bo A

SCG I:1

SCG I:2

SCG I:2B

SCG I:2C

SCG I:3

SCG II:1

SCG II:2

SCG II:2B

SCG II:2C

SCG III:1B

SCG IV:1B

Motsvarande delmaterial omfattar 16 anbud. Dessa tre material har utsatts för olika analyser.

Histogram

Histogram för hela materialet över de 8 variablerna, total boendekostnad, toppkapital, boende, invändiga bostadskomplement, exteriör, anatomi, utvändiga bostadskomplement och trafik, finns avbildade med medelvärde och standardavvikelse införda i tabell.

Man noterar speciellt att toppkapital har ett anmärkningsvärt högt och trafik ett motsvarande lågt medelvärde. Beträffande spridning har total boendekostnad en mycket låg och exteriör en mycket hög standardavvikelse. Histogrammet för trafiken har en exceptionellt sned form, uppdelad på två sammanhållna grupper.

Tabell 13 - 20

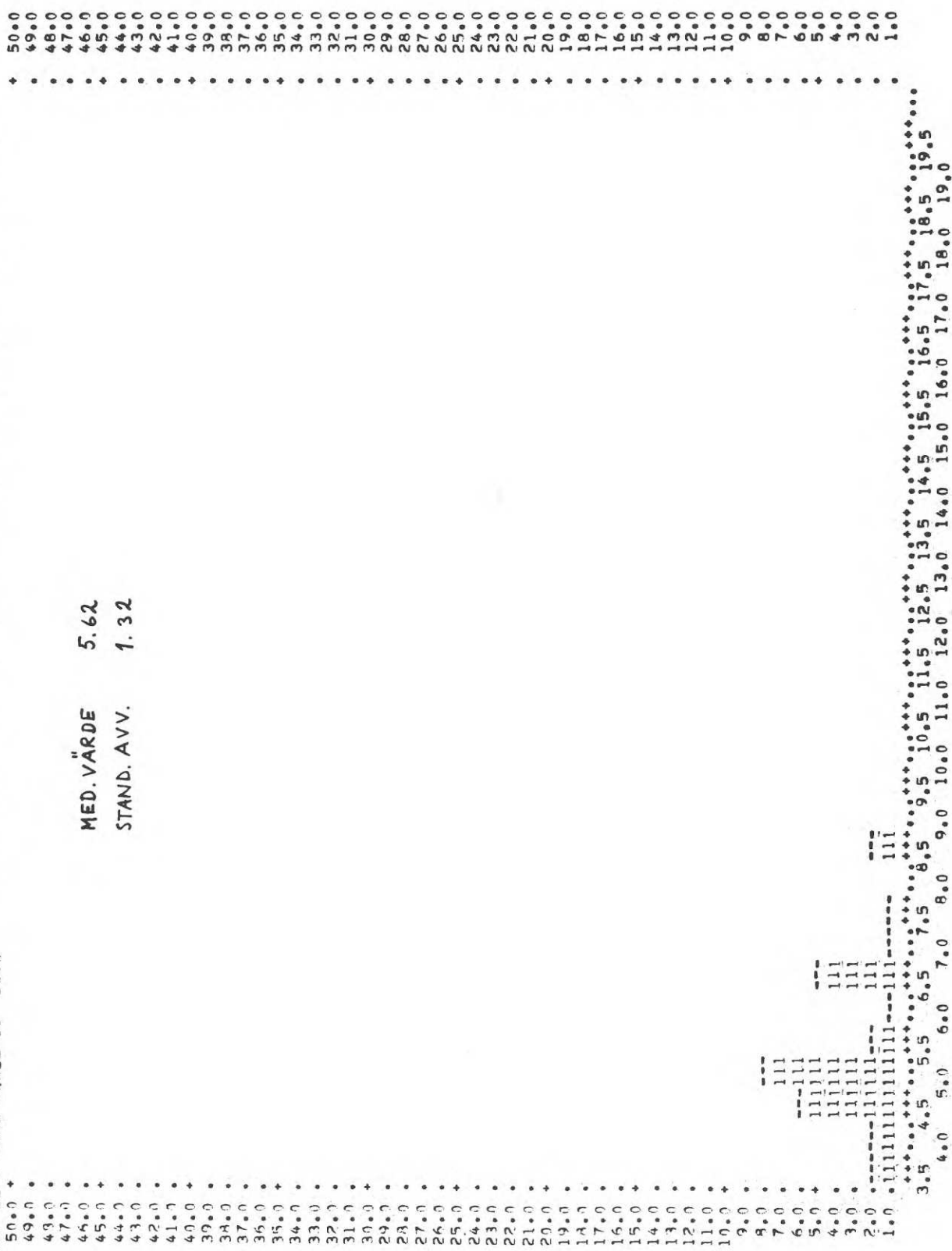
Tabell 13

BMD05D GENERAL PL0JT - INCLUDING HISTOGRAM - VERSION OF AUG. 18, 1964
HEALTH SCIENCES COMPUTING FACILITY,UCLA

MIN = 3.5 3.489999 TOTAL BÖENDEKOSTNAD MAX = 8.590000
 4.5 4.5 5.5 6.5 7.5 8.5 9.5 10.5 11.5 12.5 13.5 14.5 15.5 16.5 17.5 18.5 19.5
 4.0 5.0 5.0 6.0 7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0 16.0 17.0 18.0 19.0

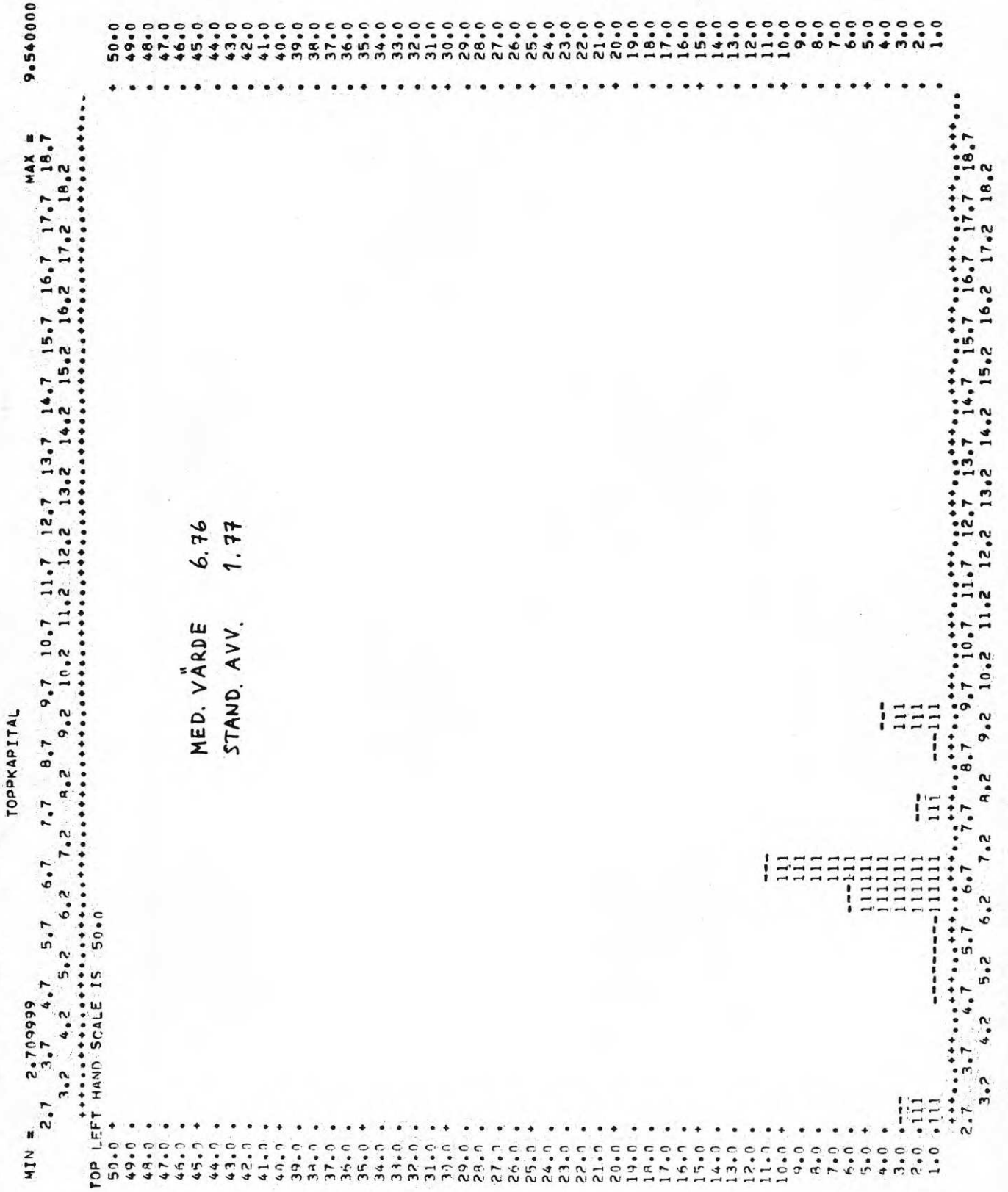
 TOP LEFT HAND SCALE IS 50.0

MED. VÄRDE 5.62
 STAND. AVV. 1.32



Tabell 14

BMD050 GENERAL PLOT - INCLUDING HISTOGRAM - VERSION OF AUG. 18, 1964
HEALTH SCIENCES COMPUTING FACILITY UCL A



Tabell 15

BMD05D GENERAL PLOT - INCLUDING HISTOGRAM - VERSION OF AUG. 18, 1964
HEALTH SCIENCES COMPUTING FACILITY, UCLA

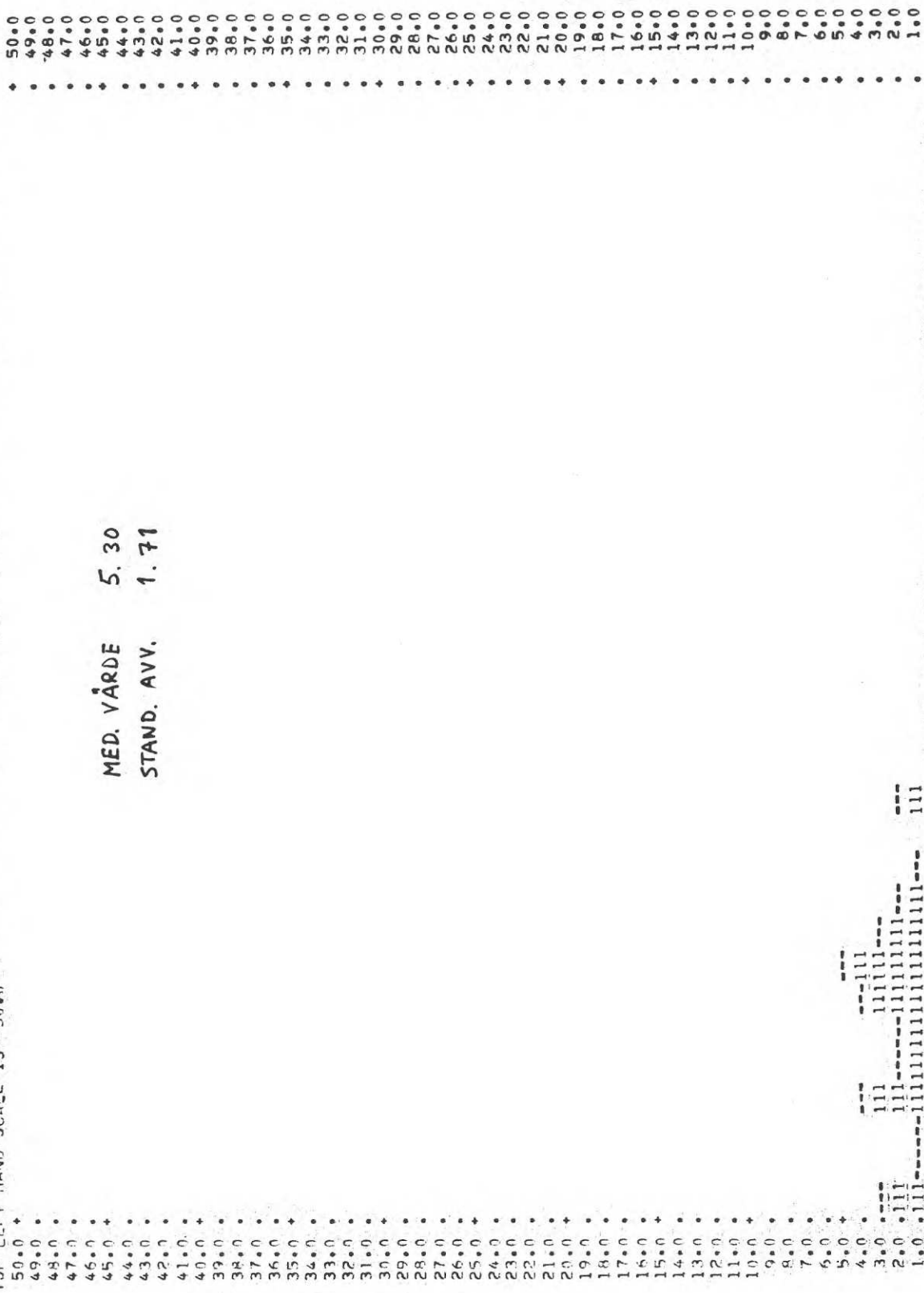
BOSTAD

MIN = 2.299999

MAX = 8.620000

2.3 3.3 4.3 5.3 6.3 7.3 8.3 9.3 10.3 11.3 12.3 13.3 14.3 15.3 16.3 17.3 18.3
2.8 3.8 4.8 5.8 6.8 7.8 8.8 9.8 10.8 11.8 12.8 13.8 14.8 15.8 16.8 17.8

TOP LEFT HAND SCALE IS 50.0



MED. VÄRDE 5.30
STAND. AVV. 1.71

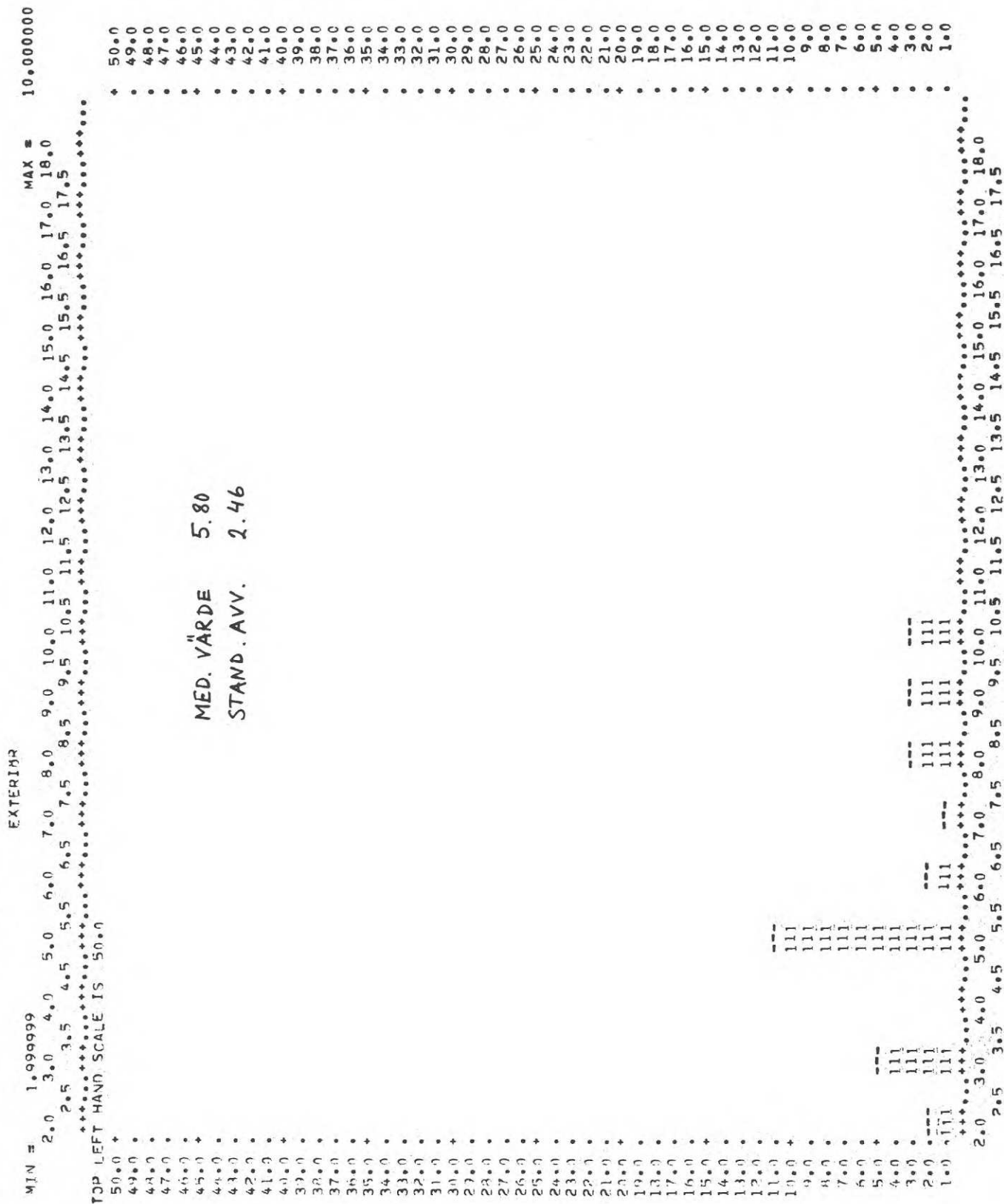
2.3 3.3 4.3 5.3 6.3 7.3 8.3 9.3 10.3 11.3 12.3 13.3 14.3 15.3 16.3 17.3 18.3
2.8 3.8 4.8 5.8 6.8 7.8 8.8 9.8 10.8 11.8 12.8 13.8 14.8 15.8 16.8 17.8

Tabell 16

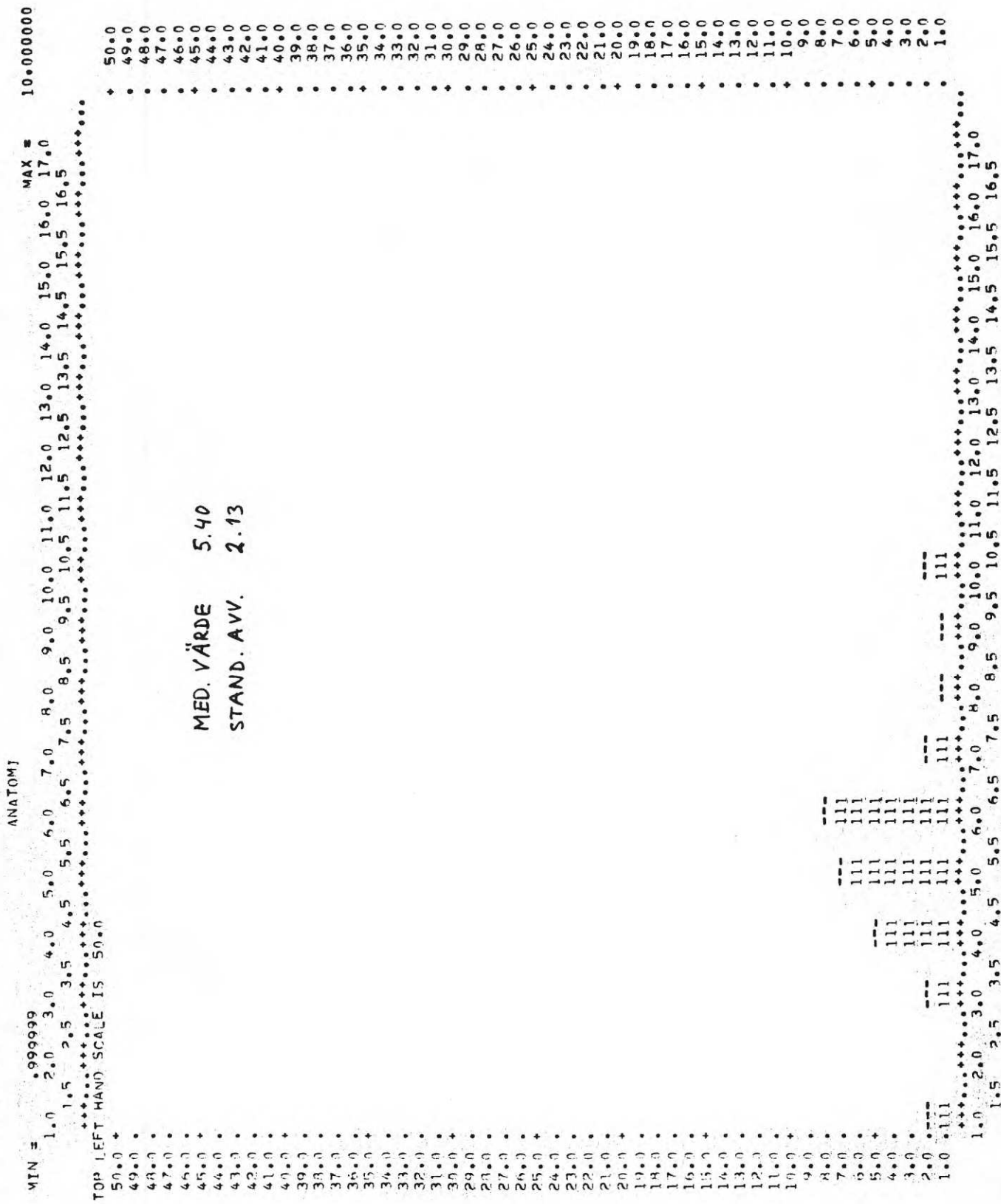
BMD051 GENERAL PLOT - INCLUDING HISTOGRAM - VERSION OF AUG. 18, 1964
HEALTH SCIENCES COMPUTING FACILITY,UCLA



Tabell 17



Tabell 18

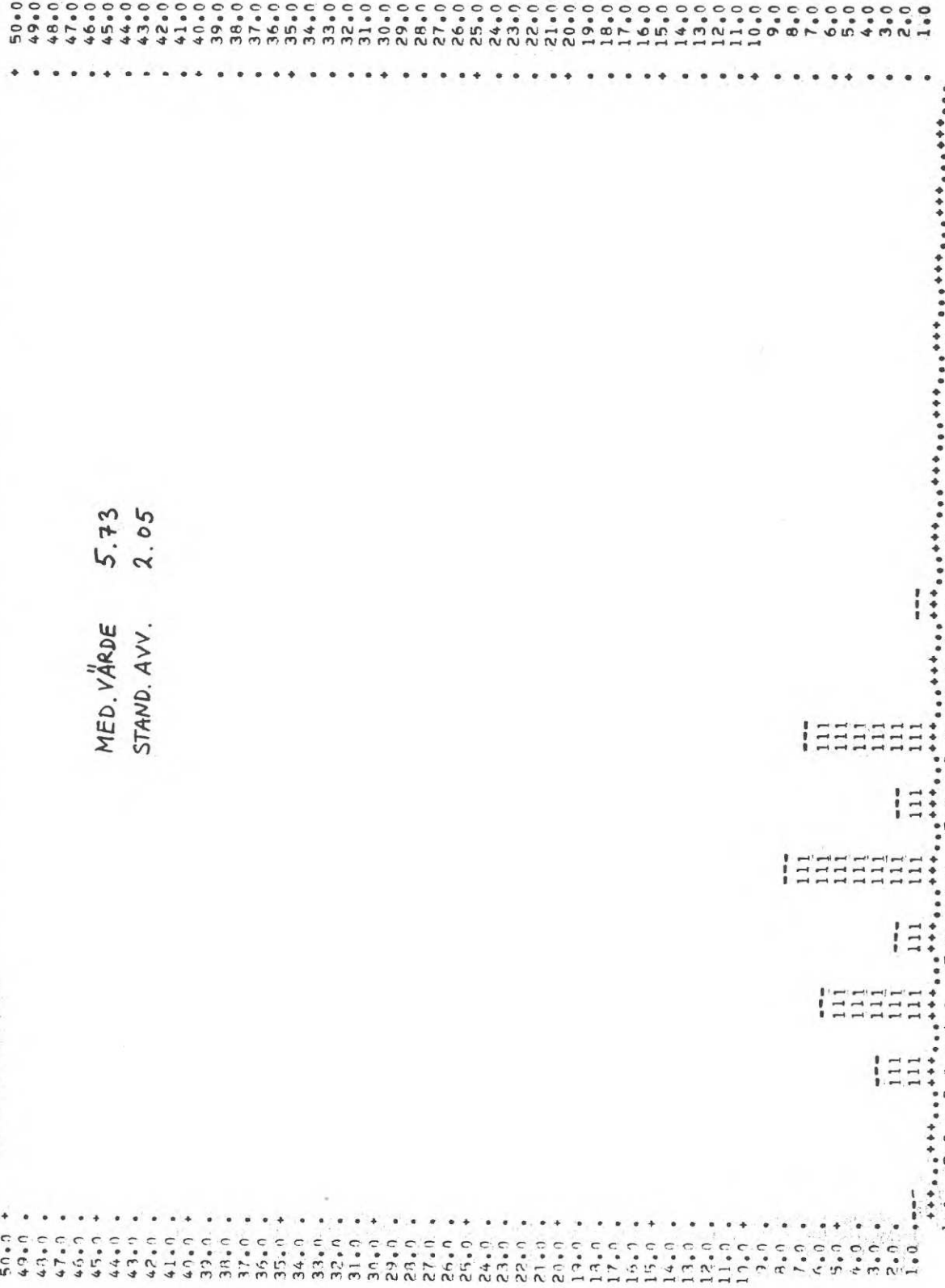


Tabell 19

RMDDSD GENERAL PLOT - INCLUDING HISTOGRAM - VERSION OF AUG. 18, 1964
HEALTH SCIENCES COMPUTING FACILITY,UCLA

MIN = .999999 UTV, BOSTADSKOMPLEMENT MAX = 10.000000
1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0 7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0 16.0 17.0
1.5 2.5 3.5 4.5 5.5 6.5 7.5 8.5 9.5 10.5 11.5 12.5 13.5 14.5 15.5 16.5

TOP LEFT HAND SCALE IS 50.0

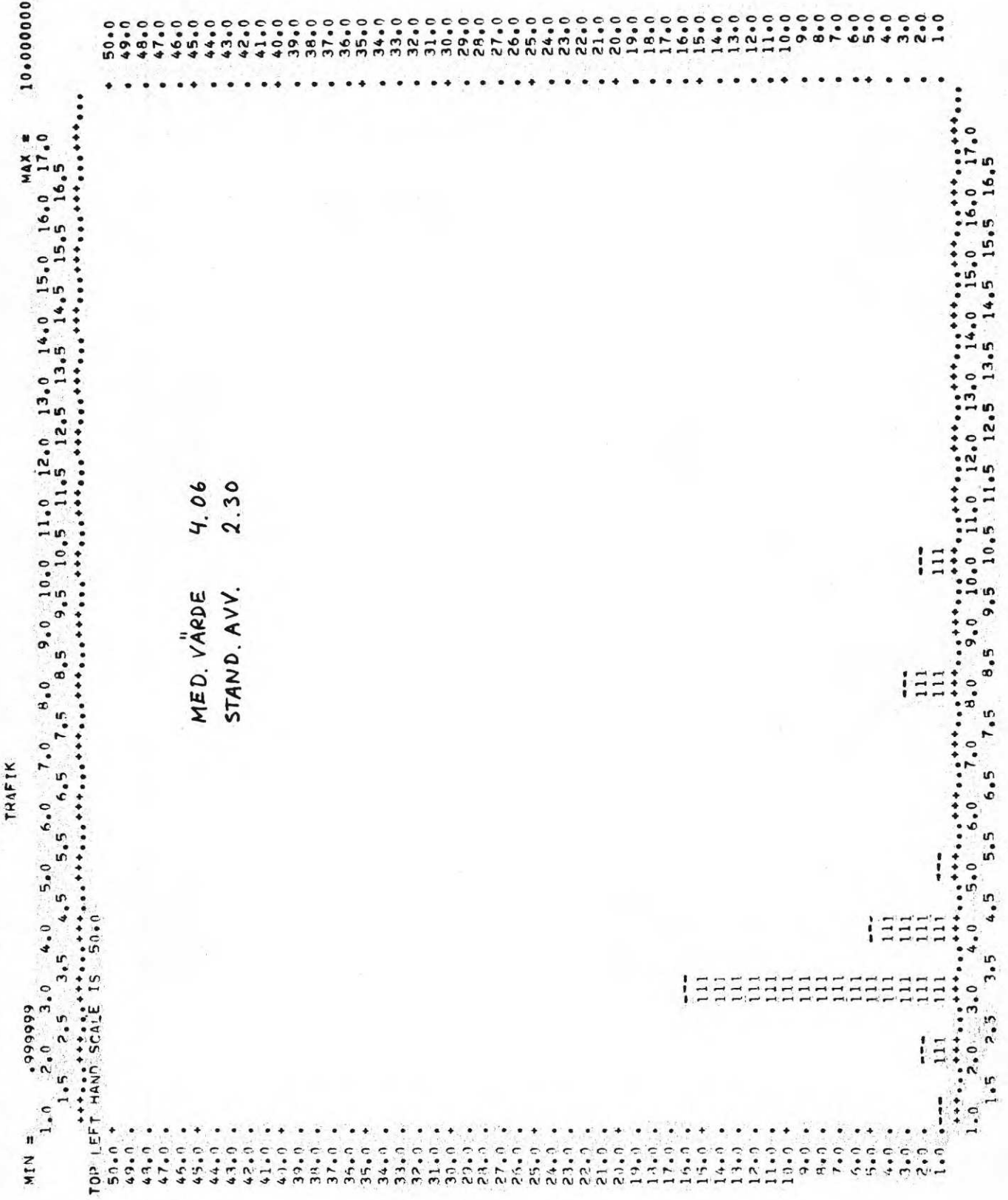


MED. VÄRDE 5.73
STAND. AVV. 2.05

1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0 10.5 11.0 11.5 12.0 12.5 13.0 13.5 14.0 14.5 15.0 16.0 17.0

Tabell 20

BMD05D GENERAL PLOT - INCLUDING HISTOGRAM - VERSION OF AUG. 18, 1964
HEALTH SCIENCES COMPUTING FACILITY,UCLA



Tabell 21

CORRELATION COEFFICIENTS

| | | BASERADE PÅ ANBUD | | | | | | | |
|-------|---------|-------------------|-------------------|---------|---------|-------------------|-----------------|---------|--|
| COL | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| ROW 1 | 1.00000 | .50681 | IV <u>-.81425</u> | -.29229 | -.55458 | IV <u>-.43447</u> | -.36200 | -.01618 | |
| ROW 2 | .50681 | 1.00000 | -.09414 | -.00610 | -.38161 | -.01649 | -.03074 | -.29702 | |
| ROW 3 | -.81425 | -.09414 | 1.00000 | .23671 | .54200 | IV <u>.66003</u> | .45679 | .11186 | |
| ROW 4 | -.29229 | -.00610 | .23671 | 1.00000 | .53028 | .36964 | I <u>.54408</u> | .05386 | |
| ROW 5 | -.55458 | -.38161 | .54200 | .53028 | 1.00000 | <u>.74590</u> | .45590 | .41065 | |
| ROW 6 | -.43447 | -.01649 | .66003 | .36964 | .74590 | 1.00000 | .46453 | .36827 | |
| ROW 7 | -.36200 | -.03074 | .45679 | .54408 | .45590 | .46453 | 1.00000 | .32494 | |
| ROW 8 | -.01618 | -.29702 | .11186 | .05386 | .41065 | .36827 | .32494 | 1.00000 | |

Modell för poängfördelningen

I följande framställning förutsättes att läsaren har kännedom om enklare statistiska begrepp för att helt kunna tillgodogöra sig innehållet.

En grundläggande hypotes är att bedömningen av variablerna över anbuden blir normalfördelad även om bedömaren är helt säker på sin poängsättning. Fördelningen antages således vara en egenskap hos anbudsaterialet.

Histogrammen över variablerna visar i 6 av 8 ett normalfördelat utseende.

De ekonomiska variablernas värden antages normalfördelade med medelvärde 5,5 (mittpunkt i intervallet (1,10)) och standardavvikelse s .

Kvalitetsvariablerna x_i har samma fördelning som de ekonomiska, men dessutom tillkommer ett normalfördelat instrumentfel e_i med medelvärde 0 och standardavvikelse σ . Felen e_i härrör från bedömaren osäkerhet i poängsättningen, där $\sigma = 0,5, 1$ eller 2 och e_i antages vara oberoende av x_i och övriga e_j , $j \neq i$. Denna typ av fel har tidigare diskuterats på sid. 53. Den totala standardavvikelsen blir sålunda $\sqrt{s^2 + \sigma^2}$.

Vi ansätter försöksvis $s = 2$, vilket innebär att man med 5 % sannolikhet anträffar ett ekonomiskt variabelvärde, som överstiger 9,5. Detta har bedömts som ett rimligt krav.

För att vi skall kunna göra en enkel statistisk analys krävs att anbuden kan betraktas som oberoende dragningar från en normalfördelad population. Detta krav är knappast uppfyllt i det stora materialet på 30 anbud, eftersom variationer på samma tema förekommer. I det reducerade materialet på 16 anbud kommer vi emellertid närmare modellförutsättningarna.

Nedan följer en tabell över medelvärden och standardavvikelser för det reducerade materialet.

| Typ | Variabel | | Medelvärde | Standardavv. | |
|----------|-------------------|------|------------|--------------|------|
| Ekonomi | Tot. boendekostn. | | 5,96 | (-) | 1,25 |
| | Toppkapital | (+) | 6,85 | | 2,03 |
| Kvalitet | Bostad | | 5,52 | (---) | 1,31 |
| | Inv. bost.kompl. | | 5,41 | ? | 1,84 |
| | Exteriör | ? | 6,38 | ? | 2,73 |
| | Anatomi | | 5,44 | | 2,34 |
| | Utv. bost.kompl. | | 5,56 | | 2,34 |
| | Trafik | (--) | 4,31 | | 2,39 |

För de ekonomiska variablerna blir medelvärdets spridning $s/\sqrt{n-1}$, där $n = 16$ i vårt fall. Största acceptabla medelvärde med 5 % risk ligger två standardavvikelse över 5,5; d.v.s. $5,5 + 2 \times s/\sqrt{n-1} \approx 6,54$. Toppkapitalets medelvärde är således signifikant för stort.

Variansen blir χ^2 -fördelad med $n-1$ frihetsgrader. Teststorheten blir för total boendekostn. $\left(\frac{1,25}{s}\right)^2 \approx 0,39 < \chi_{2,5/df}^2 = 0,418$.

Total boendekostnad har tydligen en signifikant för låg spridning.

De ekonomiska variablernas poängsättning beror linjärt på verkliga kostnader. Om inte anbudsmaterialet faktiskt skall spegla ovan nämnda avvikelser, vore det rekommendabelt att i första hand ändra de signifikanta avvikelserna och i andra hand låta de ekonomiska variablerna bli normalfördelade (5.5,2) genom skaländring. I det senare fallet blir sannolikheten 5 % för att dra ett anbud med större poäng än 9,5 i t.ex. total boendekostnad.

Ändringen i medelvärde kommer inte att påverka rangordningen, men däremot ökningen av standardavvikelsen för total boendekostnad från 1,25 till 2. En trolig effekt blir att anbudet LEL A faller tillbaka ett par steg på rangskalan.

Eftersom vikt- och poängsättningen är ömsesidigt beroende, måste man ta ställning till hur stor särskiljande förmåga de ekonomiska variablerna skall ha inbördes.

Kvalitetsvariablerna får en spridning i sina medelvärden på $\sqrt{\frac{3^2 + \sigma^2}{n-1}}$, vilket blir 0,53, 0,58 och 0,73 för $\sigma = 0,5, 1, \text{ resp. } 2$. Intervallgränserna $5,5 \pm 2 \times \sqrt{\frac{3^2 + \sigma^2}{n-1}}$ blir för nämnda värden på σ : (4.44, 6.56), (4.34, 6.66) resp. (4.04, 6.96).

Trafikens medelvärde blir signifikant för lågt både för $\sigma = 0,5$ och $\sigma = 1$.

Man kan spekulera över om de flesta anbudsgivarna medvetet nonchalerat trafik- aspekterna, eller om bedömggruppen överdrivit storleken av intervallet 5 till 8, där inget anbud finns. Histogrammet har ju formen av två sammanhållna grupper.

Exteriör får ett frågetecken eftersom medelvärdet är anmärkningsvärt men ej signifikant för högt. Även här borde en omgranskning vara på sin plats.

Varianserna testas analogt med X^2 -testet för de ekonomiska variablerna, den enda skillnaden är att s^2 ersätts med $s^2 + \sigma^2$. Nedan följer en tabell över teststorheterna för olika σ .

| Variabel | Standardavv. | Teststorhet | | |
|-----------------|--------------|--------------|------------|------------|
| | | $\sigma=0,5$ | $\sigma=1$ | $\sigma=2$ |
| Bostad | 1,31 | (-) 0,40 | (-)0,34 | (-)0,22 |
| Inv.bost.kompl | 1,84 | 0,80 | 0,67 | ? 0,424 |
| Exteriör | 2,73 | ? 1,76 | 1,49 | 0,93 |
| Anatomi | 2,34 | 1,28 | 1,10 | 0,68 |
| Utv.bost.kompl. | 2,34 | 1,28 | 1,10 | 0,68 |
| Trafik | 2,39 | 1,34 | 1,14 | 0,71 |

Variabeln bostad får en signifikant för låg standardavvikelse för alla σ -värden. Detta kan bero på att "bostad" i sin tur erhållits ur en sammanvägning av ett flertal variabler. En sådan ihopviktning leder automatiskt till en lägre spridning om inte poängskalan på den nedanförliggande nivån breddas i motsvarande grad. En annan möjlighet är att öka vikten av "bostad" för att kompensera den låga variansen.

Ett frågetecken utmärker de fall där teststorheten hamnar nära det 95 % konfidensintervallets gränser. Det kan således vara idé att än en gång skärskåda spridningen för variablerna inv. bost.kompl. och exteriör.

En ökning av spridningen för bostad från 1.31 till förslagsvis $\sqrt{2^2 + 1^2} = \sqrt{5} \approx 2.24$ kommer med all säkerhet att leda till omkastningar i ranglistan, eftersom bostad är en förhållandevis tung variabel.

Efter beslutade ändringar bör hela materialet återigen rangordnas och dominerade temata på samma alternativ bortrensas. Det sålunda reducerade materialet kan mycket väl skilja sig med ett par anbud från det här analyserade materialet, eftersom andra varianter på samma tema nu kan bli dominerande. En motsvarande analys av det nya reducerade materialet kommer antagligen inte att leda till några väsentliga skillnader i medelvärdet och standardavvikelser och därmed sammanhängande slutsatser.

Korrelationer och korstabeller

För de tre materialen beräknades korrelationerna mellan alla variabelpar i form av en korrelationsmatris. Den är symmetrisk kring huvuddiagonalen i vilken det står 1:or.

I en 8×8 matris anges således $1/2 \times (8 \times 8 - 8) = 28$ olika tal. Korrelationen mellan variabel i och j , r_{ij} beräknas ur sambandet

$$r_{ij} = \frac{\sum_{m=1}^n x_{im} x_{jm} - \frac{1}{n} \sum_{m=1}^n x_{im} \sum_{m=1}^n x_{jm}}{\sqrt{\left(\sum_{m=1}^n x_{im}^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{m=1}^n x_{im}\right)^2\right) \left(\sum_{m=1}^n x_{jm}^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{m=1}^n x_{jm}\right)^2\right)}}$$

där x_{ik} anger variabel i 's värde för anbud k , och m är antalet anbud.

Om $x_{im} = a x_{jm} + b$ för $m=1, 2, \dots, n$ blir $r_{ij} = +1$ eller -1 beroende på om a är positiv eller negativ.

Om beroendet inte är linjärt, t.ex. kvadratisk: $x_{im} = a x_{jm}^2 + b x_{jm} + c$

eller om avvikelser från ett idealiserat beroende finns, kommer r_{ij} att hamna mellan -1 och $+1$.

I det fullständiga materialet kommer de temata, som har många variationer att bli överrepresenterade och därmed påverka korrelationsmatrisen. Å andra sidan innehåller det reducerade materialet endast 16 anbud, vilket ger en låg noggrannhet hos korrelationerna. P.g.a. knappheten i data måste alla tre materialen analyseras trots att det reducerade är det teoretiskt mest korrekta.

Här återges korrelationsmatrisen för 16 anbud.

Det räcker med att studera området ovanför den snett dragna linjen i korrelationsmatrisen. Starka samband visas där mellan variabel 1 och 3 d.v.s. total boendekostnad och bostad, mellan variabel 5 och 6, d.v.s. exteriör och anatomi och mellan variabel 3 och 6, d.v.s. bostad och exteriör. Den negativa korrelationen mellan total boendekostnad och bostad visar, att billigare boendekostnad i regel ger sämre bostadskvalitet. De två första raderna innehåller negativa korrelationer mellan kostnad och kvalitet som väntat och positiva mellan kvalitetsaspekterna.

För materialet med 28 anbud fås korrelationen $-0,67$ för variabelkombinationerna total boendekostnad och bostad respektive för toppkapital och trafik.

Slutligen ger hela materialet speciellt två samband: Korrelationen $0,66$ för exteriör och anatomi och korrelationen $-0,60$ för total boendekostnad och bostad,

För sambandet boendekostnad och bostad spelar antagligen husstorleken en avgörande roll.

Med det godtyckliga villkoret att korrelationen till beloppet skall överstiga $0,60$ har vi således funnit några samband, som borde kunna dyka upp vid nya liknande anbudstävlingar med samma bedömningsbegrepp och förfarande.

Hypotetiskt skulle korrelationerna spegla den grad av samspel i form av fysiska och ekonomiska bindningar, som råder mellan observerade variabler.

Varje parvis samvariation kan återges med en korstabell, där man på ett klart sätt ser alla detaljer i samvariationen. Som exempel återges här för fallet 16 anbud paren total boendekostnad och bostad resp. total boendekostnad och exteriör (diagram 3 och 4).

Det första paret har korrelationen $0,81$. I diagrammet representerar symbolen Q en observation med motsvarande variabelvärden. Om fler än en observation hamnar i samma punkt anges i stället antalet med motsvarande siffra. Det andra paret uppvisar ett kvadratisk beroende, se sid. 26.

Symbolen T utvisar observationerna på detta samband. Inga andra diagram återger liknande beroenden. Det är således icke möjligt att med en lämplig variabeltransformation kunna eliminera alla ickelinjära samband.

16 ANBUD

KORREL. 0.51 RESP. -0.81

VERTIKAL: TOT. RO-KOSTN. HORIZONT: P-TOPPK,Q-ROSTAD

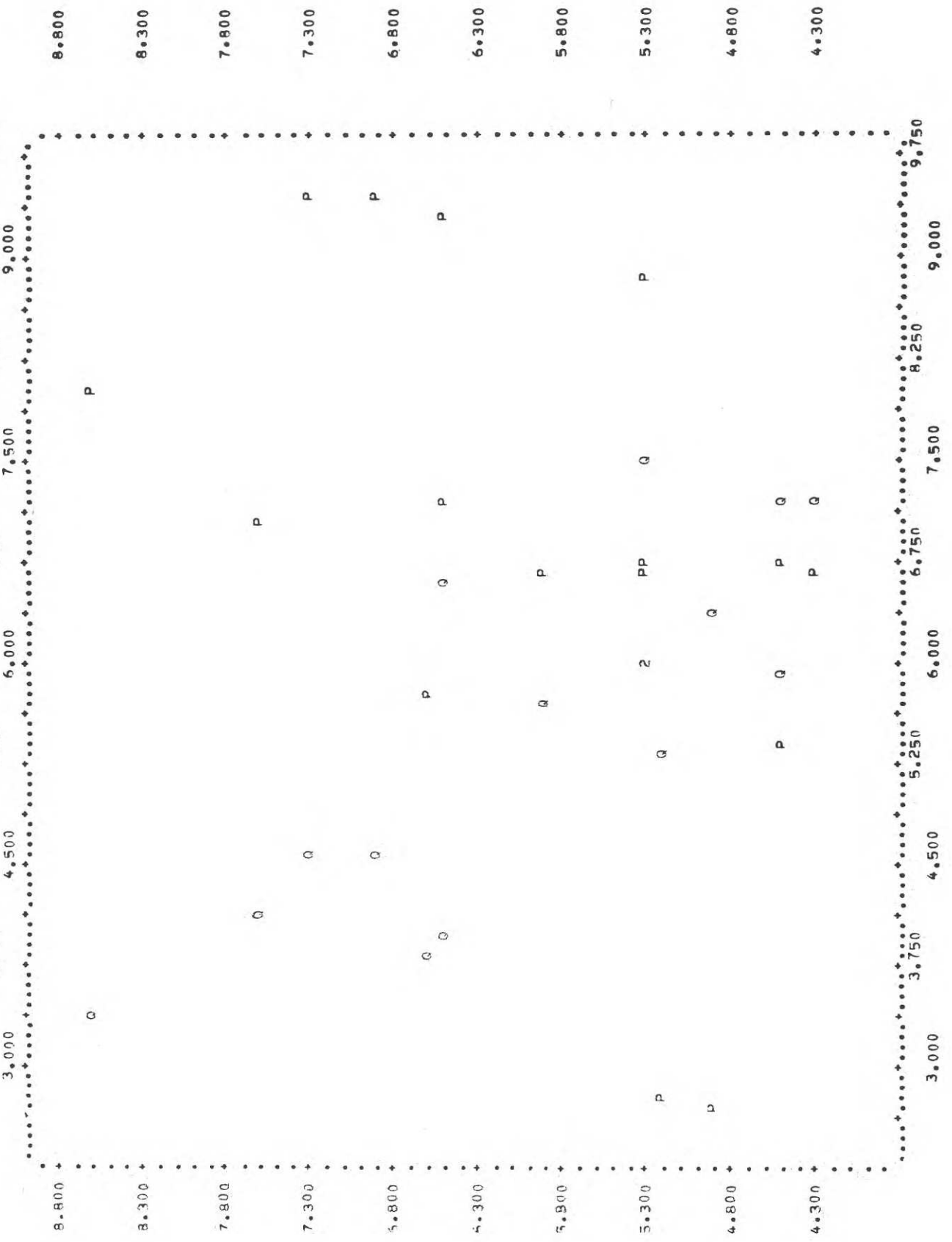


Diagram 3

KORREL. -0.55 RESP. -0.43
8.000 10.000

VERTIKALT: TOT. 80-KOSTN. HORIZONT: T-EXTERIOR, U-ANATOMI
2.000 3.000 4.000 5.000 6.000 7.000

KVADRATISKT BERØENDE

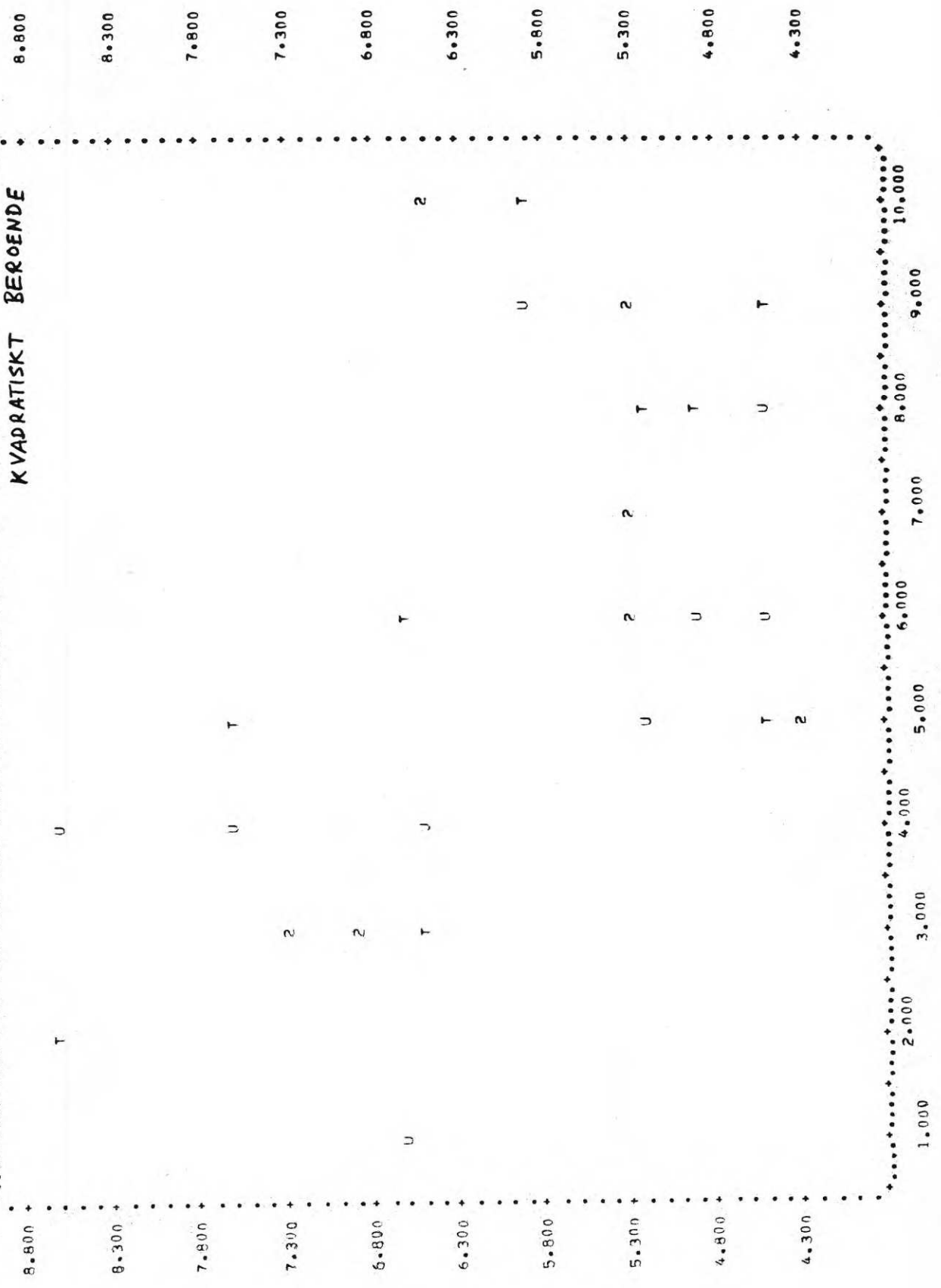


Diagram 4

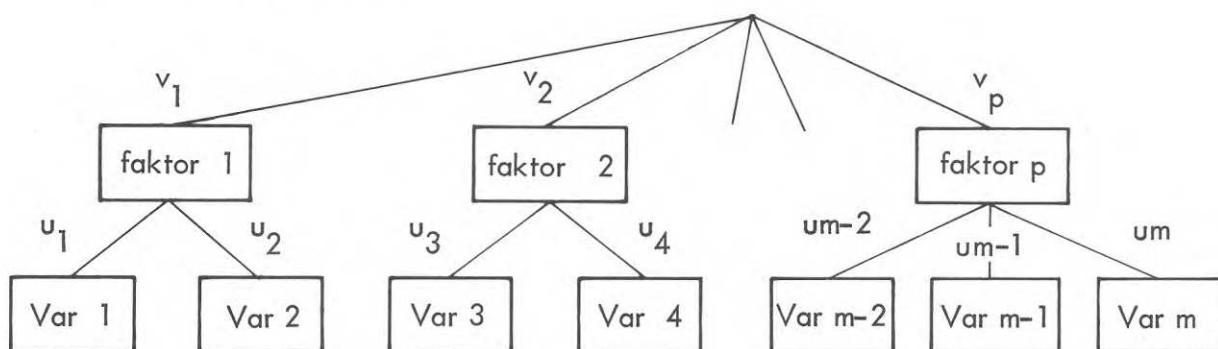
Faktoranalys

Faktoranalysen är en metod, som grupperar en uppsättning variabler i faktorer med hjälp av korrelationsmatrisen för variablerna.

Analysen kräver dock många oberoende anbud för att kunna bli framgångsrik, varför det följande resonemanget blir en smula hypotetiskt.

Argumentet för att använda faktoranalysen i detta fall är att få en "objektiv" gruppering av variablerna och därmed få synpunkter på hur motsvarande värderingsträd kunde konstrueras. Den föreställning om trädets utseende bedömare hade i bakhuvudet vid poängsättningen avslöjas på detta sätt.

Trädet skulle få två nivåer:



Antalet variabler 2^m är större än antalet faktorer p .

Vikterna v_1, v_2, \dots, v_p fås direkt ur "styrkan" eller förklaringsgraden för varje faktor.

Dessutom ger analysen för varje faktor faktorladdningen för de i faktorn ingående variablerna, vilket bestämmer vikterna u_1, u_2, \dots, u_m .

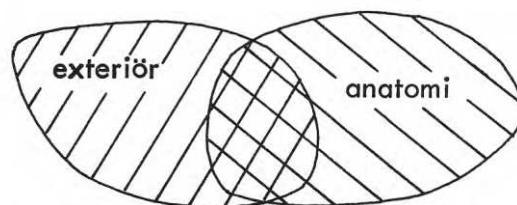
Variablerna förutsätts vara standardiserade till samma medelvärde och standardavvikelse, och dessutom bör icke linjära samband ej förekomma.

Dessa restriktioner är hyggligt uppfyllda i vårt fall.

Faktorerna har den egenskapen att vara ömsesidigt okorrelerade, vilket gör att dubbelräkning mellan faktorer ej kan förekomma. Grupperingen av variablerna kan alltså ge tips om hur nya variabler skall konstrueras i stället för de gamla.

I vårt fall kan den stora korrelationen 0,75 mellan exteriör och anatomi i

det reducerade materialet på 16 anbud ge en antydning om en icke avsedd dubbelräkning av samma degenkap. En analys kunde kanske leda till en omdefinition sådan att alternativt de två variablerna ersättes med en eller tre variabler.



För att bestämma p faktorer av m variabler krävs $1 + (m-1) + (m-2) + \dots + (m-p)$ samband plus ett lämpligt antal frihetsgrader för att få någon stabilitet i beräkningarna, jämför minsta kvadratmetoden. Antalet anbud bör alltså uppgå till ovan nämnda summa.

Om antalet anbud är 16 och 1 faktor av 8 variabler skall bestämmas, blir antalet frihetsgrader $16 - (1 + (8-1)) = 8$. I vårt fall är det enbart rimligt att studera 1 faktor, vilket medför att informationen om trädets struktur blir skäligen mager.

På det reducerade materialet fick den första faktorn följande laddningar:

| Variabel | Tot. boende-kostn. | Topp-kapital | Bostad | Inv. bost.-kompl. | Exteriör | Anatomi | Utv. bost.-kompl. | Trafik |
|----------|--------------------|--------------|--------|-------------------|----------|---------|-------------------|--------|
| Laddn. | - 0,76 | - 0,35 | 0,79 | 0,58 | 0,87 | 0,81 | 0,69 | 0,41 |

De tre starkaste sambanden mellan faktorns viktigaste variabler visas ovan.

6. SAMMANFATTNING

Vid anbudsbedömningen Täby-Erikslund har som bedömningsinstrument använts s.k. värdeanalys. Tillförlitligheten i denna bedömning har studerats med känslighetsanalys på datamaterialet från denna upphandling.

Osäkerheter i poängsättning och vikter och deras inverkan på rangordningen mellan anbud har undersökts. Osäkerheten i poängsättning har tolkats som en slumpmässig oskärpa i poängen. Med antagande om att denna slumpmässighet är normalfördelad med viss spridning och att den är oberoende mellan anbud och egenskaper kan osäkerheten i totalpoäng bestämmas. Ur denna information kan sedan härledas sannolikheten att ett visst anbud är det bästa. Denna analys har gjorts för olika spridning (0,5, 1 och 2 poäng) samt för olika poängskalor (3, 5 och 10-poängsskala). I samtliga fall kan man med mycket stor säkerhet fastslå att Platzers anbud bör ha rangordningen 1. Utan Platzers båda anbud vinner LEL A. LEL:s position är relativt säker för en spridning mindre än ett, men osäkerheten ökar med ökad spridning och också med grövre poängskala, som framgår av nedanstående tabell.

| <u>Sannolikhet</u> | <u>Poängskala</u> | <u>Spridning</u> |
|--------------------|-------------------|------------------|
| 92 % | 10 | 0,5 |
| 62 % | 10 | 1,0 |
| 35 % | 10 | 2,0 |
| 34 % | 5 | 1,0 |
| 28 % | 3 | 0,5 |

Platzers resp. LEL:s positioner är stabila och ändras ej vid övergång mellan olika skalor liksom även vid användandet av en multiplikativ 10-poängsskala.

Under antagandet att poängsättningen är fixerad har vidare studerats förändringar i viktsättningen. Vid en systematisk analys av samtliga vikter samtidigt, har den minsta viktsförändringen beräknats för vilken rangordningen mellan två givna anbud omkastas. Detta är således en pessimistisk skattning där förändringen har gjorts på ett maximalt ofördelaktigt sätt för det ursprungligen bättre anbudet. Platzers anbud rubbas endast vid mycket stora förskjutningar (mer än en tiondel). Med LEL alternativet kan däremot mycket små viktsförändringar ($\approx 0,03$) ändra ordningsföljden mellan LEL och SCG 4:1A. Här är det framför allt förändringar i viktsrelationen pris - kvalitet som är av avgörande betydelse.

En analys av variablernas medelvärden visar att toppkapital och trafik signifikant på 5 % nivån avviker från idealet 5,5. Den förra är för stor och den senare för liten. Exteriör har ett förhållandevis stort medelvärde. Frågan är om dessa avvikelser följer bedömarnas avsikt. Rangordning påverkas dock ej av detta.

Beträffande standardavvikelser uppvisar total boendekostnad och bostad en signifikant för låg spridning. Inv. bost.kompl. och exteriör har en måhända av bedömarna ej avsedd avvikelse i spridning.

Variabeln bostad har en låg spridning p.g.a. att den i sin tur är en hopviktning av ett antal andra variabler. Här är det viktigt att bestämma sig för hur stor utskiljande förmåga bostad skall ha. Den utskiljande förmågan bestäms som produkten av spridning och vikt.

Om man enbart ökar spridningen hos total boendekostnad från 1,25 till 2, kommer anbudet LEL A troligen att falla tillbaka ett par steg på rangskalan. En ändring av alla anmärkningsvärda spridningar kommer säkert att ge en hel del omkastningar i rangordningen.

Några av variablerna uppvisar en hög korrelation med varandra, speciellt bo-kostn. - bostad, exteriör - anatomi och bostad - anatomi. Detta innebär att gemensamma delegenskaper räknas dubbelt. Det finns anledning att analysera om sådana dubbelräkningar har tagits hänsyn till vid trädkonstruktionen. Vid fall med stark samvariation kan det vara önskvärt att omdefiniera variabler-na till nya med lägre korrelationer för att kunna överblicka viktsättningen.

För att få en uppfattning om innebörden av att sätta poäng gjordes ett försök i mindre skala.

Tre olika anbud i mitten av rangordningen valdes ut. Avsikten var att genomföra bedömning och betygsättning av vissa av de faktorer som medtagits i systemet.

De tre anbuden som valts ut var JM (John Mattsson Byggnads AB), BAS (Byggnadsfirman Axelsson & Son) och DIÖS. Bedömningen avsåg endast "anatomi" och "bostad". En hustyp i varje förslag bedömdes. Bedömning genomfördes individuellt av tio arkitekter.

Försöket inleddes med en kort information om förutsättningarna med tonvikt på hur systemet och betygssystemet var avsedda att användas. Betygsättningen skulle ske med samma utgångspunkter som i den verkliga bedömningen i att 1 poäng var lägsta acceptabla kvalitet och 10 poäng den högsta man ville premiera. Diabilder visades av några andra än de utvalda förslagen för att ge bedömarna en uppfattning om hur utformningen varierade. Resultatet av den verkliga bedömningen redovisades ej.

Bedömarna ombads därefter genomföra en självständig bedömning och fatta sina beslut utan diskussion med närvarande kollegor. De som utförde bedömningen använde samma typ av bedömningsprotokoll som i den riktiga bedömningen i Täby. Bedömarna delgavs även de uppmätta kvaliteter (ex %-tal lgh med utsikt över lekplats) som legat till grund för bedömningen i Täby.

Bedömarna hade frihet att använda protokollen så som de själva fann bäst. Enda kravet var att betyg skulle sättas på de nivåer som angivits i programmet. Själva bedömningen tor 1 1/2 - 3 timmar i anspråk för var och en. Under bedömningstiden fanns som regel någon av försöksledarna närvarande för att reda upp eventuella oklarheter.

Fig 1, 2, 3 och 4 visar olika sammanställningar av betygsättningen. Tunna linjer sammanbinder betyg som samma person satt. Resultatet av försöket är delvis svårtolkat. Bedömarna använder dels olika delar av den tillgängliga betygsskalan, dels olika stora intervaller av den. Någon gemensam

uppfattning om vilket betyg som skall sättas förekommer inte. Oftast skiljer sig betygen avsevärt från varandra (fig 1). Ibland är spridningen något mindre (fig 2). Detta kan bero på både olika värderingar om den bedömda kvaliteten och olika uppfattningar om var betygskalans gränser ligger. Sammanvägningen av betyg för "bostad" och "anatomi" (fig 3 och 4) visar att olikheterna mellan de olika betygsättarnas poäng finns kvar. En intressant iakttagelse är att samtliga bedömare ger JM:s bostad högre betyg än vad den fick i Täby-upphandlingen. Likaså har alla givit DIÖS bostad lägre poäng. Liknande tecken på avvikelser mellan denna bedömning och den i Täby förekommer hos "anatomi"-betygen. En förklaring till dessa avvikelser kan vara att de tio arkitekter som deltog i försöket har en viss värdegemenskap genom att de arbetar på samma arbetsplats.

Resultatet antyder att betygsättning med poäng från 1 till 10 medför en del osäkerheter. Förmodligen har större enhetlighet uppnåtts om försöket genomförts under en längre tid och under diskussion mellan bedömarna om anbuden. Det är svårt för en person att ensam uppfatta ett förslags alla fördelar och nackdelar. Vid en diskussion mellan flera blir detta lättare. Det krävs förmodligen också en viss vana vid bedömningar av detta slag för att få en känsla för betygskalans bredd.

Den definition av 1 poäng och 10 poäng som använts tyder på att man anser dessa gränser oberoende av vilka förslag som skall bedömas. Som regel har de utdelade betygen legat på mitten av betygskalan. I ett enda fall delades 10 poäng ut. Man tror alltså oftast att man kan acceptera sämre lösningar eller premiera bättre men man är osäker på var gränserna går.

Vid de diskussioner som fördes efter bedömningen framkom att de flesta känt stor osäkerhet vid betygsättningen. Betygskalan ansågs omfatta för många steg. Även i övrigt riktades viss kritik mot värderingssystemet. Man ansåg att den uppdelning på faktorer som gjorts i systemet var svåröverskådlig.

Fig. 1
"entré"

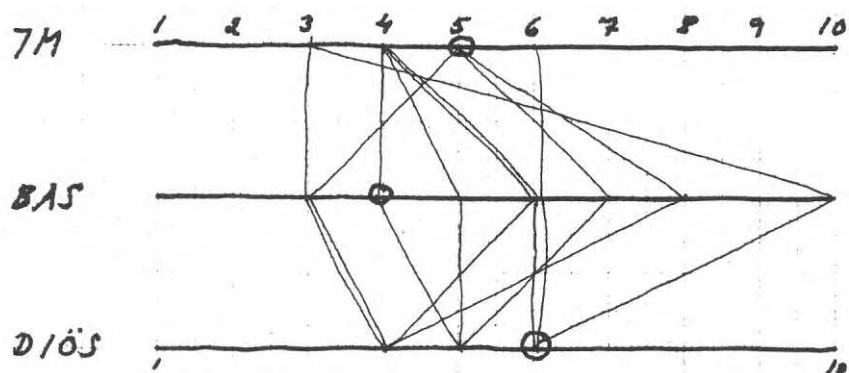


Fig. 2
"kvalitet",
anatomi

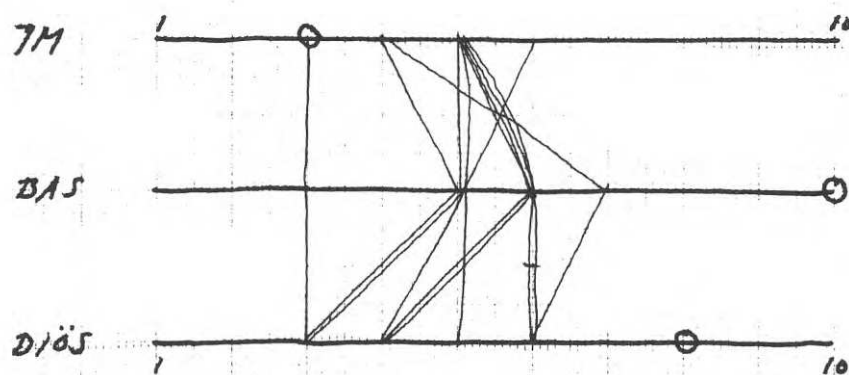


Fig. 3
"bostad"

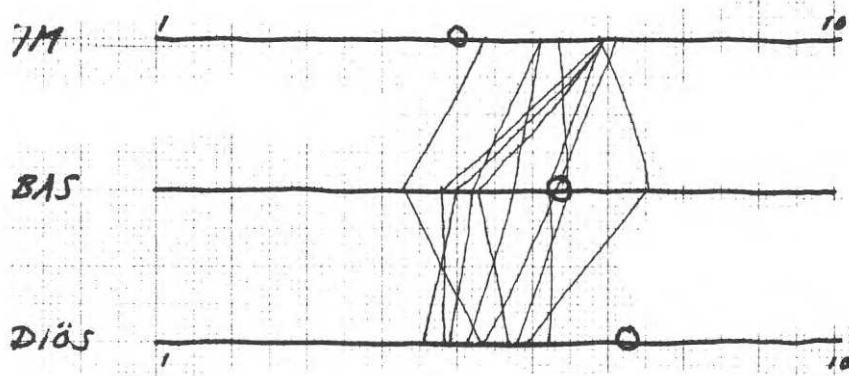
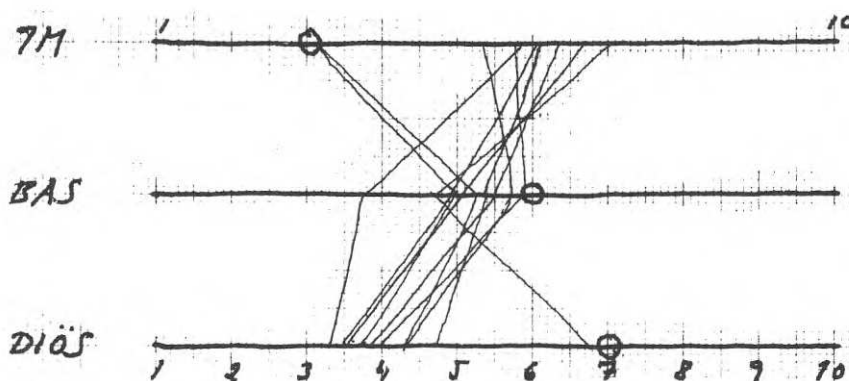
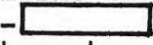


Fig. 4
"anatomi"



Ring (o) betecknar motsvarande betyg i Täbyupphandlingen.

CAPTIONS

- Fig. 1 One page from the building program.
- Fig. 2 Flexible town plan.
- Fig. 3 Winning tender from Platzer Bygg AB.
- Fig. 4 Principle for calculation of the total value of a product.
- Fig. 5 The Erikslund system.
- Fig. 6 Application of the Erikslund system. The original marks are given for elements with a single frame - . The marks for the rest of the elements have been obtained by weighing together the marks of subordinate elements with the weights that stand at each element.
- Fig. 7 Marking scales for housing cost and top investments.
- Fig. 8 Checking list for anatomy.
- Fig. 9 The marks for dwelling are made up by a fractional mark for the quality of the dwellings and a fractional mark for the size of it.
Example: A home for 5 persons receives the fractional mark 8 for quality and 4 for size according to the graph above. The total marks for a dwelling are obtained by adding the fractional mark 4 to 2.5 which is the difference between 8 and 5.5 (the mean in the scale 1-10). The final mark is 6.5.
- Fig. 10 Proposal for final ranking.
- Fig. 11 Model for an evaluation system with consideration taken to the interaction of various qualities.
- Fig. 12 Exemplifying of additive and multiplicative weighing together in a simple valuation model. The multiplicative weighing together has been done with the weight as exponent to the mark.
- Fig. 13 Linear relationship between quality and value.
- Fig. 14 Non-linear relationship between quality and value.
- Fig. 15 Classification of intervals for the construction of a scale of marks. Note that the figure is only applicable on measurable factors, for example, cost of housing, walking distance.
- Fig. 16 Marking scales for measurable and non-measurable factors.

- Fig. 17 Annual housing costs (cost for the first year) and the quality points for the types of houses, grouped according to the size of the household.
- Fig. 18 The connection between weights and marking scales. Compare with fig. 19.
- Fig. 19 The lowest acceptable quality, 1 point for both "house" and "plan" corresponds to the lowest cost of housing, 10 000 Sw. kr/year or 10 points. An increase of the marks for "house" from 1 to 10 points is considered to be worth an increase of the cost of housing with Sw. kr/year = 3.4 p. (10-6.6). An increase of the mark for "plan" from 1 to 10 points is considered to be worth an increase of the cost of housing with 600 Sw. kr/year = 6.8 p. (10-3.2). The weights are obtained from the following equational system:
- Fig. 20 An example of a non-linear marking scale for the cost of housing. An increase of the yearly cost with 1000 Sw. kr gives a smaller reduction of points in the interval 11 000 - 12 000 Sw. kr than in the interval 17 000 - 18 000 Sw. kr.
- Fig. 21 Translation of the weights of the quality elements to amounts in Sw. kr with reference to the marking scale for cost of housing.
- Fig. 22 Six of the best tenders according to the final ranking order. The tenders are ranged with consideration taken to the relation between the cost of production and the loan value. (Also see fig. 10).

R24:1971

**Denna rapport avser anslag nr E 665:2 från Statens råd för
byggnadsforskning**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84, Stockholm
Abonnemangsgrupp: b (byggnadsprojektering)**

Pris: 16 kronor