



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

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



**Rapport**

**R40:1975**

**Lönsamhetskalkyler vid  
energibesparande åtgärder  
för befintliga byggnader**

**Ulf Järnefors**

**Byggforskningen**

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND  
SEKTIONEN FÖR VÄG- OCH VATTEN  
BIBLIOTEKET

# Lönsamhetskalkyler vid energibesparande åtgärder för befintliga byggnader

Ulf Järnefors

*Medvetandet om vikten av att spara energi vid uppvärmning, ventilation och tappvattenberedning i befintliga byggnader är numera mycket stort.*

*Syftet med denna rapport är att ge beslutsfattare möjlighet att själva utföra nödvändiga kalkyler i samband med energibesparande åtgärder. Beslutsfattarnas uppfattning om erforderlig lönsamhet kan på så sätt styra anbudsgivarnas dimensionering av de aktuella åtgärderna.*

*För detta används en ny kalkylmetod, system ACGP, med vars hjälp man lätt kan överblicka konsekvenserna av förändringar av energibesparing respektive driftskostnader. Dessa förändringar, som givetvis är ovissa, ingår i kalkylen i form av prognoser, vilka bör ställas av beslutsfattare.*

*Alla erforderliga kalkyler, även avancerade sådana, kan utföras utan andra hjälpmedel än de här redovisade ACGP-diagrammen.*

Statsmakternas målsättning för befintliga byggnader är att den ej direkt produktiva energiförbrukningen i dessa skall begränsas så mycket som möjligt.

Som en konsekvens av denna målsättning syns det därför korrekt att beslutsfattare vid övervägande av energibesparande åtgärder låter energibesparingens storlek få en avgörande inverkan vid beslutsfattandet.

## Lönsamhet

Vid beslutsfattares utvärdering av föreslagna energibesparande åtgärder måste förutom till energibesparingens storlek av naturliga skäl även hänsyn tas till (den förväntade) lönsamheten. Denna uttrycks i form av avkastning av investerat kapital  $d$  v s internräntefoten,  $r$  %.

Varje beslutsfattare bör med hänsyn till sina omständigheter, fastställa ett gränsvärde för lönsamheten,  $r$  %, under vilket värde energibesparande åtgärder ej bör genomföras.

Med hänsyn till målsättningen om största möjliga energibesparing är det uppenbart att, om flera alternativ finns för en energibesparande åtgärd genomförande, det alternativ bör väljas vars avkastning ligger närmast det faststäl-

da gränsvärdet. Detta alternativ ger även som regel den högsta energibesparingen av de alternativ som kan ifrågakomma. Denna metodik innebär helt enkelt att det är beslutsfattarens uppfattning om lönsamhet som styr dimensioneringen av energibesparande åtgärder.

## Krav på kalkylmetod

För att beslutsfattare skall kunna ta ställning till olika energibesparande åtgärder och alternativa sådana måste kalkyler upprättas som visar de aktuella åtgärdernas (förväntade) avkastning,  $r$  %.

Härvid måste, för att kalkylresultatet skall bli helt korrekt, parametrarna (kalkylstorheterna) uppdelas så att de ingår i kalkylen:

- kända storlekar med dessa värden.
- okända storlekar med prognoserade värden.

Kalkylmetoden bör givetvis även vara konstruerad så att om de prognoserade värdena verkligen inträffar så skall en efterkalkyl ge samma resultat som förkalkylen.

## System ACGP

Internräntemetoden kompletterad med system ACGP uppfyller alla ovan uppställda krav. ACGP = annual changes with geometric progression  $d$  v s årliga förändringar med geometrisk progression.

De parametrar vars storlekar är okända är framtida förändringar av energibesparingar och driftkostnader. (Kapitalkostnader ingår direkt i kalkylen.) Dessa förändringar uttrycks genom årligt lika stora procentuella förändringar (årliga förändringar).

År 0 är en period om ett år vid vars slut kalkyl, beslut och investering som regel utförs, fattas resp genomförs.

Framtida energibesparingar och driftskostnader under brukstiden,  $n$  år, (åtgärdens livslängd) uttrycks genom sina storlekar är 0 samt en årlig förändring,  $b$  % för energibesparingar samt  $a$  % för driftskostnader. Beslutsfattare som ej önskar ställa prognoser över årliga förändringar ger i själva verket alla dessa prognosen 0 %. Detta prognosvärde

# Bygghforskningen Sammanfattningar

R 40:1975

Nyckelord:

befintliga byggnader, energibesparing, lönsamhetskalkyl

Rapport R40:1975 hänför sig till forskningsprojekt 288 vid Statens institut för byggnadsforskning. Projektet har finansierats med anslag från Statens råd för byggnadsforskning.

UDK 697.003  
657.47  
SfB A  
ISBN 91-540-2464-1

Sammanfattning av:

Järnefors, U. *Lönsamhetskalkyler vid energibesparande åtgärder för befintliga byggnader*. (Statens råd för byggnadsforskning, 1975) Stockholm. Rapport R40:1975, 49 s., ill., 15 kr + moms.

Rapporten är skriven på svenska med sammanfattningar på svenska och engelska.

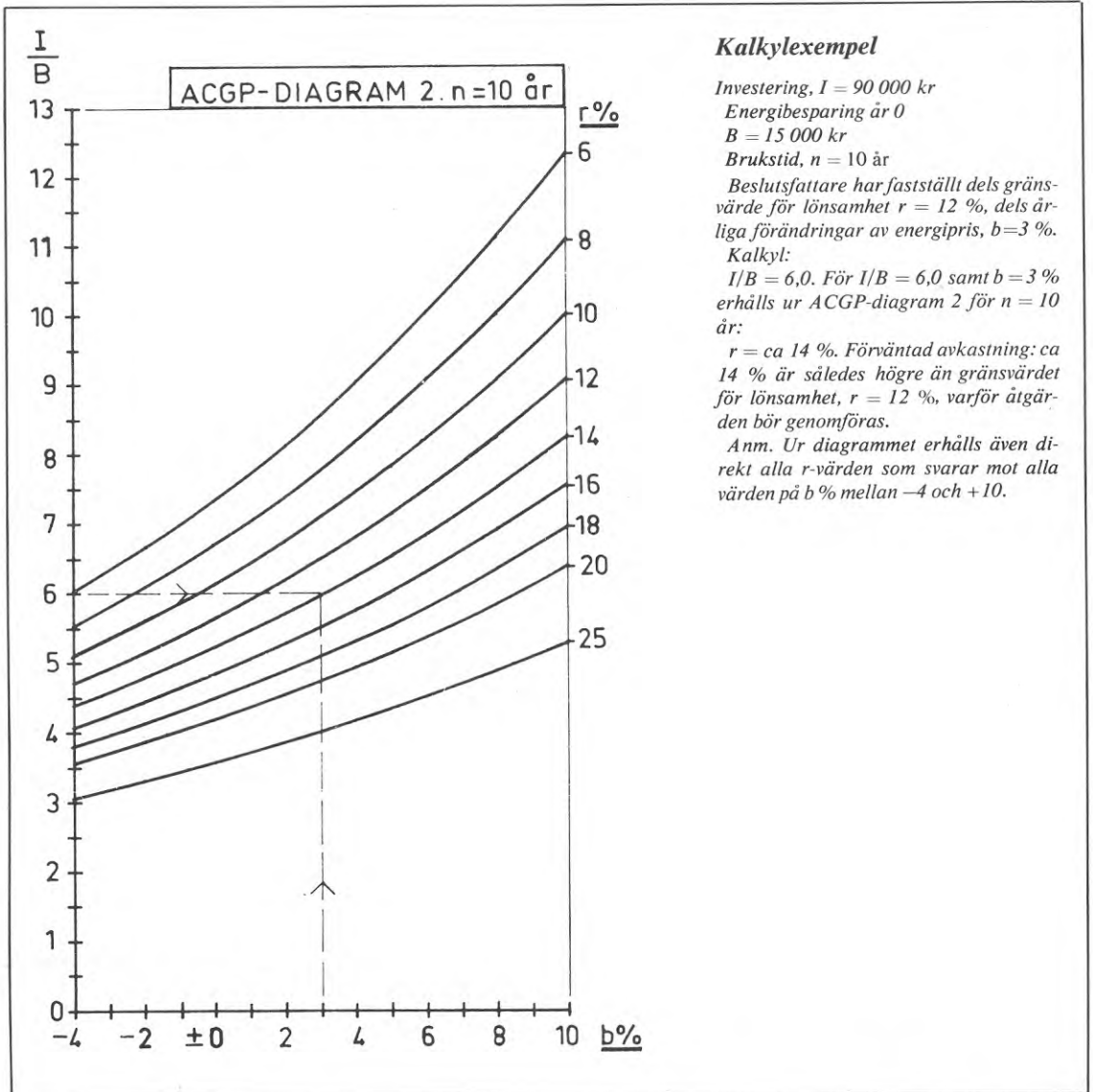
Distribution:

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

torde numera i de flesta fall kunna anses som mindre realistiskt.

### ACGP-diagram

Antalet parametrar av oviss storlek komplicerar givetvis kalkylarbetet. Alla slags kalkyler går dock att utföra med de givna ACGP-diagrammen för resp brukstid som enda hjälpmedel.





# Estimates of profitability in conjunction with measures taken in existing buildings to save energy

Ulf Järnefors

*People are very much aware nowadays of how important it is to save energy in existing buildings in conjunction with heating, ventilation and tap water heating.*

*The object of this report is to enable decision makers to carry out themselves the estimates necessary in conjunction with measures to save energy. In this way, the judgment of the decision maker as to the necessary profitability can provide the yardstick which governs the formulation of the measures in question by the tenderers.*

*An estimating method, the ACGP system, is used for this purpose. This permits an easy check on the consequences of changes in savings in energy or running costs. These changes, which are naturally uncertain, are included in the estimate in the form of forecasts which should be made by the decision maker.*

*All necessary estimates, even sophisticated ones, can be carried out using no aids other than the ACGP diagrams reproduced in this report.*

*The objectives of parliament and government with regard to existing buildings are that consumption of energy in these, unless directly productive, must be limited to the greatest possible extent.*

In view of these objectives, therefore, it is fitting that decision makers, in considering measures to save energy, should allow the size of this saving to exert a decisive influence in arriving at their decision.

## Profitability

When decision makers evaluate proposed energy saving measures, account must be taken, for natural reasons, of the (expected) profitability in addition to the size of the saving. This is expressed in the form of the yield on capital invested, i.e. the internal rate of return  $r$  %.

Every decision maker should, in view of his particular circumstances, lay down a lower limit for profitability, i.e. the value of  $r$ , below which measures to save energy should not be taken.

In view of the objective that the greatest possible quantity of energy should be saved, it is obvious that if there are a number of alternative ways in which an energy saving measure can be carried out, then the alternative selected should be the one whose yield is nearest to the

stipulated limit. As a rule, this alternative will also prove to be the one among all possible alternatives, which will produce the greatest savings in energy. What this method means is, quite simply, that it is the judgment of the decision maker regarding profitability which governs formulation of energy saving measures.

## What the estimating method must do

In order that decision makers may be able to assess different energy saving measures, and to choose between alternative measures, estimates must be drawn up showing the (expected) yield,  $r$  %, of the measures in question.

In this connection, in order that the results of these estimates may be quite correct, the parameters (estimate items) must be separated so that

- known items are entered in the estimate with their known values,
- unknown items are entered with their forecast values.

Naturally, the structure of the estimating method should also be such that, if the values forecast actually occur, costings will produce the same results as the estimate.

## The ACGP system

The method of internal return, supplemented by the ACGP system, meets all the above requirements. ACGP stands for annual changes with geometric progression.

The parameters whose magnitudes are unknown are future changes in energy savings and in running costs. (Capital expenditure is entered directly in the estimate.) These changes are expressed in terms of equal annual percentage changes.

Year 0 is a period of one year, at the end of which, as a rule, estimates are drawn up, decisions are taken and investment is made.

Future savings in energy and in running costs over the working life,  $n$  years, (the life expectation of the measures), are expressed in terms of their magnitudes at year 0 plus an annual change,  $b$  %, for savings in energy and  $a$  % for running costs. Decision makers who do not wish to make forecasts concerning annual changes can make all these percentages equal to zero. In most cases, however, this procedure is nowadays considered unrealistic.

# National Swedish Building Research Summaries

R 40:1975

Key words:

existing buildings, energy saving, estimates of profitability

Report R40:1975 refers to research project 288 at the National Swedish Institute for Building Research. This project was financed by the Swedish Council for Building Research.

UDC 697.003

657.47

SfB A

ISBN 91-540-2464-1

Summary of:

Järnefors, U. *Lönsamhetskalkyler vid energibesparande åtgärder för befintliga åtgärder*. Estimates of profitability in conjunction with measures taken in existing buildings to save energy. (Statens råd för byggnadsforskning, 1975) Stockholm. Report R40:1975, 49 p., ill., 15 Sw.Cr.

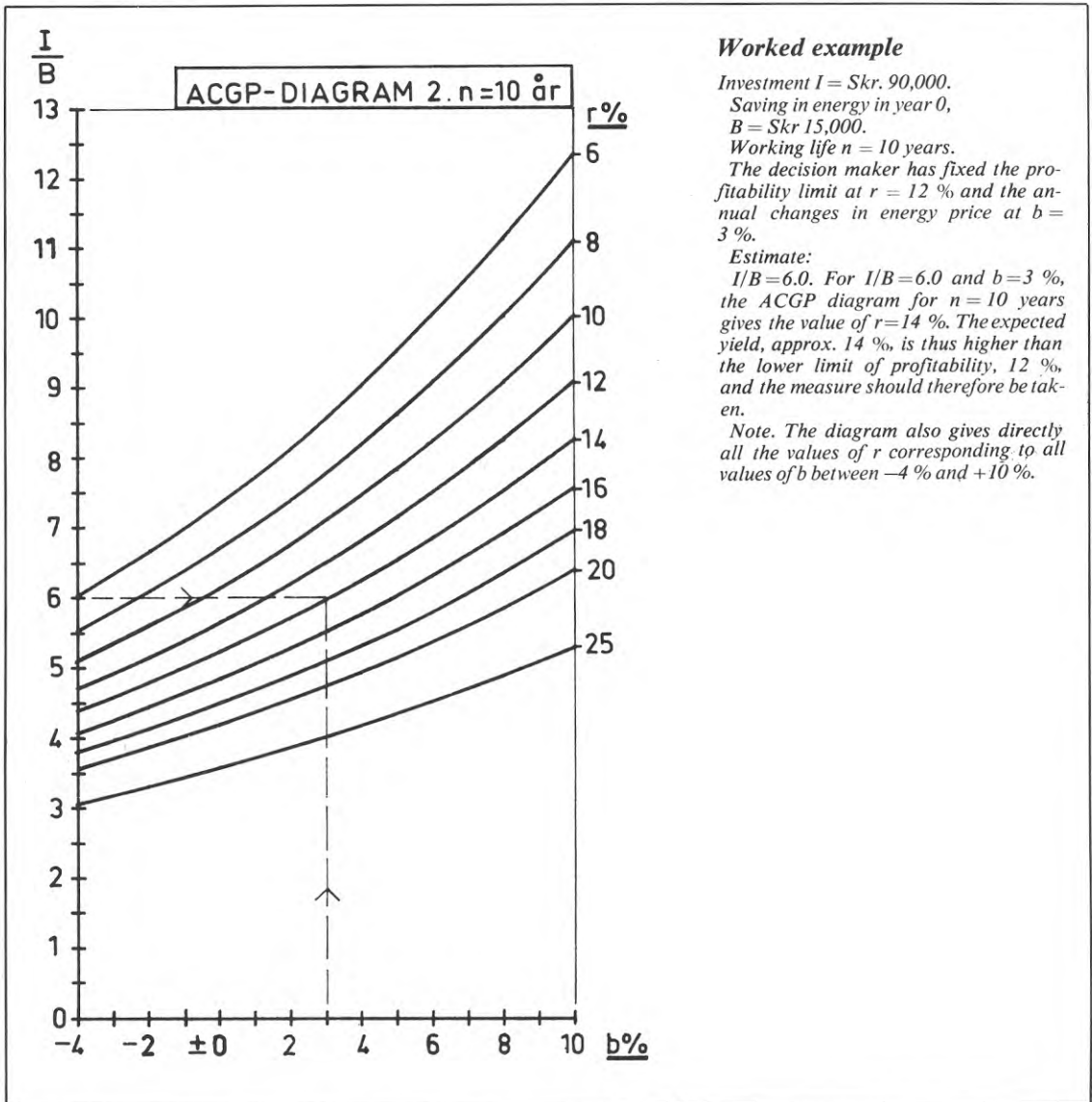
The report is in Swedish with summaries in Swedish and English.

Distribution:

Svensk Byggtjänst  
Box 1403, S-111 84 Stockholm  
Sweden

### The ACGP diagrams

Naturally, the number of parameters whose magnitudes are unknown complicates estimating. All kinds of estimates can however be made using the ACGP diagram for the appropriate working life as the only aid.



### Worked example

Investment  $I = \text{Skr. } 90,000$ .

Saving in energy in year 0,

$B = \text{Skr } 15,000$ .

Working life  $n = 10$  years.

The decision maker has fixed the profitability limit at  $r = 12\%$  and the annual changes in energy price at  $b = 3\%$ .

Estimate:

$I/B = 6.0$ . For  $I/B = 6.0$  and  $b = 3\%$ , the ACGP diagram for  $n = 10$  years gives the value of  $r = 14\%$ . The expected yield, approx.  $14\%$ , is thus higher than the lower limit of profitability,  $12\%$ , and the measure should therefore be taken.

Note. The diagram also gives directly all the values of  $r$  corresponding to all values of  $b$  between  $-4\%$  and  $+10\%$ .

Rapport R40:1975

Lösamhetskalkyler vid energibesparande åtgärder  
för befintliga byggnader

Ulf Järnefors

Denna rapport hänför sig till forskningsprojekt 288 vid Statens institut för byggnadsforskning. Projektet har finansierats med anslag från Statens råd för byggnadsforskning. Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm  
ISBN 91-540-2464-1

LiberTryck Stockholm 1975

## INNEHÅLL

|  |    |
|--|----|
| 1. Sammanfattning.....                   | 5  |
| 2. Beteckningar.....                     | 6  |
| 3. Begreppsförklaringar.....             | 7  |
| 4. Energibesparande åtgärder.....        | 8  |
| 5. Krav betr kalkylmetoder.....          | 10 |
| 6. System ACGP.....                      | 11 |
| 7. Utförandet av lönsamhetskalkyler..... | 18 |
| 8. Exempel på lönsamhetskalkyler.....    | 20 |

BILAGA 1. ACGP-diagram 1-7

BILAGA 2. Energiförluster genom fönster





# 1. SAMMANFATTNING

Med hjälp av föreliggande material kan:

- Lönsamhetskalkyler utförs för alla energibesparande åtgärder oavsett siffervärden på investeringar, besparingar, kostnader o dyl. Den enda begränsningen gäller åtgärdens brukstid (livslängd) för vilken av praktiska skäl beräkningsalternativen har satts till 5 st nämligen 5, 10, 15, 20 och 30 år.
- Lönsamhetskalkyler utförs utan speciella hjälpmedel. Själva kalkylarbetet består av elementära matematiska beräkningar kompletterade med avläsningar av siffervärden som erhålls genom enkla konstruktioner i bifogade ACGP-DIAGRAM.
- Kalkylresultat erhålls med en noggrannhet och säkerhet som direkt svarar mot noggrannheten och säkerheten hos kalkylens ingångsvärden.
- Beslutsfattare genom prognossättning och fastställande av gränsvärde för lönsamhet på ett adekvat sätt påverka kalkylresultat och dess utvärdering.
- Kalkylutfallet vid andra prognosvärden än de givna mycket lätt undersökas.
- Lönsamhetskalkyler utförs efter det att läsaren tagit del av:
  4. Energibesparande åtgärder
  7. Utförandet av lönsamhetskalkyler
  8. Något eller några exempel på lönsamhetskalkyler

## 2. BETECKNINGAR

|            |                                |   |   |
|------------|--------------------------------|---|---|
| A          | $A_1$ $A_2$ .... kr            | = | kostnad under år 0  |
| B          | $B_1$ $B_2$ .... kr            | = | besparing under år 0  |
| C          | $C_1$ $C_2$ .... kr            | = | värde vid slutet av år 0 av kostnader under brukstiden  |
|            | $^{\circ}\text{C}$             | = | grader Celsius  |
| E          | $\text{kWh/m}^2$               | = | energiförlust för fönster per normalår  |
| F          | $\text{kWh/m}^2$               | = | energiförlust för fönster per tusen gradtimmar  |
| I          | $I_1$ $I_2$ .... kr            | = | investering i energibesparande åtgärd   |
|            | K                              | = | grader Kelvin   |
|            | Q                              | = | värmeförbrukningstal för en ort i tusen gradtimmar per normalår                                   |
|            | W                              | = | watt  |
| <hr/>      |                                |   |   |
| a          | $a_1$ $a_2$ %                  | = | årliga förändringar av kostnader  |
| b          | $b_1$ $b_2$ %                  | = | årliga förändringar av besparingar  |
| k          | $\text{W(m}^2 \cdot \text{K)}$ | = | värmegenomgångskoefficient  |
| $k_p$      | $\text{W(m}^2 \cdot \text{K)}$ | = | värmegenomgångskoefficient vid p st fönsterglas   |
|            | m år                           | = | ett valfritt år inom brukstiden n år  |
|            | n år                           | = | brukstid (livslängd)  |
|            | p st                           | = | antal glas i fönster  |
|            | q %                            | = | nuvärderäntefot (endast i beräkningar)  |
|            | r %                            | = | internräntefot  |
| $\Delta t$ | $^{\circ}\text{C}$             | = | medelvärde av temperaturskillnader mellan inne- och uteluft under normalårets uppvärmningssäsong. |
|            | x %                            | = | reduktion av energiförluster per normalår p g a solvärmeinläckning.                               |

### 3. BEGREPPSFÖRKLARINGAR

|  |  |
|--|--|
| ACGP   | Annual changes with geometric progression $d$ v $s$ årliga förändringar med geometrisk progression.                          |
| ACGP-DIAGRAM                                   | Se bilaga 1  |
| Avkastning av investerat kapital, $r$ %        | Se internräntefot.   |
| Beslutsfattare                                 | Person vilken som regel får svara för konsekvenser av fattade beslut och ställningstaganden.                                 |
| Brukstid, $n$ år                               | Den tidsrymd under vilken en åtgärd förväntas avge de vid kalkyltillfället utlovade energibesparingarna.                     |
| Framtida kostnader och besparingar. A och B kr | Dessa uttrycks i form av årsmedeltal och antas i själva kalkylen utfalla vid slutet av resp år.                              |
| Internräntefot, $r$ %                          | (Förväntad) avkastning av investerat kapital   |
| Investering, I kr                              | Insats av kapital år 0 för att genomföra en energi- besparande åtgärd.   |
| Livslängd                                      | Se brukstid  |
| Låneräntefot, %                                | Årlig avgift i % till kreditinstitut e dyl för rätten att få disponera kapital   |
| Lönsamhet                                      | Här avses endast strikt ekonomisk lönsamhet  |
| Nuvärderäntefot, $q$ %                         | Används endast i själva beräkningarna. Se pkt 6.9  |
| Parameter                                      | Benämning på kalkylstorhet vars storleksförändringar direkt påverkar kalkylresultatet.                                       |
| System ACGP                                    | Sammanfattande benämning på de metoder som tillämpar ACGP under någon eller några faser av kalkylarbetet.                    |
| År 0   | Den tidsperiod om ett år, normalt i nutiden, vid vars slut kalkyl, beslut och investering utförs, fattas resp verkställs.    |
| År 1, år 2..... år $n$                         | Anger 1:a, 2:a ..... $n$ :te året efter år 0.  |
| Årliga förändringar                            | Årliga lika stora procentuella förändringar mellan år 0 och år $n$ $d$ v $s$ årliga förändringar med geometrisk progression. |

## 4. ENERGIBESPARANDE ÅTGÄRDER

### 4.1 Indelning ur kalkylsynpunkt

Alla energibesparande åtgärder kan hänföras till någon av de två efterföljande kategorierna:

- åtgärder för vars genomförande ingen investering erfordras
- åtgärder för vars genomförande en investering erfordras

Lönsamhetskalkyler kan ej utföras för åtgärder utan investering. Dessa följs dock alltid av energibesparingar och i vissa fall även av framtida kostnader. Ingen anledning finns dock att i detta material behandla dessa åtgärder.

Lönsamhetskalkyler kan alltid utföras för åtgärder för vars genomförande en investering erfordras. Bland sådana åtgärder för befintliga byggnader kan nämnas:

- injustering och driftskontroll av oljeeldade värmecentraler
- sänkning av rumstemperaturen efter inreglering av värmesystem
- minskning av luftomsättningen
- minskning av tappvarmvattenförbrukningen
- tilläggsisolering av vindsbjälklag
- tilläggsisolering av ytterväggar
- utbyte av 2-glasfönster mot 3-glas eller 4-glasfönster
- återvinning av värme ur frånluft

### 4.2 Uttryck för lönsamhet

Lönsamhet uttrycks i efterföljande material genom avkastning av investerat kapital  $d$  v s internräntefoten  $r$  %.

Detta uttryck är det i särklass mest användbara och lättaste att förstå förutom att det speglar lönsamheten på ett korrekt sätt. Vissa svårigheter vid beräkningen elimineras helt genom användandet av bifogade diagram enligt de i pkt 7 lämnade anvisningarna.

ANM. Lönsamhet uttryckt genom återbetalningstidens längd är alltid inkorrekt med undantag för de tillfällen när återbetalningstiden beräknas bli lika lång som brukstiden.

### 4.3 Statsmakternas målsättning

Av Sveriges totala energikonsumtion har under de senaste åren ca 40 % använts till uppvärmning, ventilation o dyl av befintliga byggnader. Ingen del av denna förbrukning kan sägas ha nyttjats direkt i produktionen. Importen av olja utgör numera en svår påfrestning på vår handelsbalans, varför det ur statsmakternas synpunkt är ytterst angeläget att åtgärder vidtas så att denna del av landets energiförbrukning minskas.

För att stimulera enskilda beslutsfattare till genomförandet av energibesparande åtgärder ger staten numera i varierande utsträckning både lån och bidrag. Hänsyn till dessa måste självklart tas i lönsamhetskalkylerna. Se pkt 7. Någon anledning att här gå igenom de aktuella låne- och bidragsreglerna finns dock ej. Dessa kan nämligen komma att ändras i framtiden. Däremot torde följande sammanfattning vara odiskutabel:

Statsmakternas målsättning är största möjliga energibesparing

#### 4.4 Beslutsfattaress utvärdering

Energibesparande åtgärder genomförs som regel efter samråd med beslutsfattare. Denne kan vara verksam inom stat, kommun, näringsliv eller på annat sätt. Gemensamt för alla beslutsfattare torde vara att graden av förväntad lönsamhet är det främsta motivet vid genomförandet av en energibesparande åtgärd.

När lönsamheten uttrycks med hjälp av internräntefoten,  $r$  %, kan beslutsfattare, om så önskas även för varje separat åtgärd, uppställa ett gränsvärde  $r$  % enligt:

Gränsvärdet för lönsamhet,  $r$  %, fastställt av en beslutsfattare innebär att lönsamhet av denne anses föreligga vid värden på  $r$  % som är lika med eller större än det angivna gränsvärdet.

Beslutsfattare syns ofta vilja ta hänsyn till risktagande, vinst samt oförutsedda omständigheter genom att fastställa ett gränsvärde för lönsamhet,  $r$  %, som ligger ett antal %-enheter över låneräntefoten. Låneräntefoten är den årliga avgiften i procent till kreditinstitut e dyl för rätten att få disponera kapital. Vi inser även att:

Det lägsta acceptabla gränsvärdet för lönsamhet är när internräntefoten,  $r$  %, är lika stor som låneräntefoten.

För praktiskt taget samtliga energibesparande åtgärder finns utförandeformer som innebär alternativa investeringar vilka i sin tur följs av olika stora besparingar. Som regel ger härvid en större investering en högre grad av energibesparing.

Vi kan nu formulera följande huvudregel för beslutsfattaress utvärdering:

- Endast alternativ vilkas beräknade internräntefot,  $r$  %, är större än det fastställda gränsvärdet för lönsamhet kan bli aktuella för utförande.
- Av dessa alternativ väljs det som ger den största energibesparingen d v s som regel det vars internräntefot,  $r$  %, ligger närmast det aktuella gränsvärdet.
- I tveksamma fall bör även investeringens storlek för resp alternativ beaktas. Härvid bör det alternativ väljas som erfordrar den lägsta investeringen.

## 5. KRAV BETR KALKYLMETODER

Efterföljande framställning avser lönsamhet ur strikt ekonomisk synpunkt i samband med investeringar. Den förväntade lönsamheten torde normalt väga tyngst av de omständigheter som ingår i beslutsunderlaget för en investering.

Det är dock väsentligt att framhålla att även andra omständigheter, som ej kan uttryckas i ekonomiska termer, kan ha betydelse vid beslutsfattandet.

Storleken hos lönsamheten vid en energibesparande åtgärd påverkas bl a av följande 6 st parametrar.

- investerat kapital
- brukstid
- årliga besparingar och årliga kostnader
- förändringar under brukstiden av storleken hos årliga besparingar resp årliga kostnader
- restvärde
- räntefot

En kortfattad diskussion av dessa parametrar utförs i pkt 6.2-6.8

Med brukstid förstås den tidsrymd under vilken en investering förväntas avge de vid kalkyltillfället utlovade energibesparingarna.

Vi uppställer nu följande huvudkrav betr metoder för kalkyl av lönsamhet:

Alla parametrar som på ett väsentligt sätt kan påverka storleken hos den verkliga lönsamheten d v s den lönsamhet som erhålls genom en efterkalkyl vid brukstidens slut skall även vara representerade i investeringskalkylen d v s i förkalkylen vid brukstidens början.

Ingen beslutsfattare torde kunna bestrida att ett uppfyllande av ovan angivna krav syns vara rimligt.

Vi uppställer ytterligare ett krav betr metoder för kalkyl av lönsamhet:

Om någon i kalkylen ingående parameter ej kan fastställas med önskad noggrannhet vid kalkyltillfället skall kalkylresultatet utformas så att beslutsfattare själv på ett enkelt och överskådligt sätt kan pröva lönsamhetsutfallet vid olika prognoser över den aktuella parameterens storlek.

De flesta beslutsfattare torde anse att ett uppfyllande av detta krav är önskvärt.



## 6. SYSTEM ACGP

### 6.1 Huvudegenskaper

ACGP betyder annual changes with geometric progression d v s årliga förändringar med geometrisk progression.

System ACGP är resultat av ett utvecklingsarbete som utförts under åren 1973-75 av Ulf Järnefors, Stockholm.

Tillämpningen av system ACGP på energibesparande åtgärders lönsamhetskalkyler karakteriseras bl a av att:

- investeringar, besparingar och kostnader anges i löpande priser
- framtida förändringar under brukstiden uttrycks i form av årliga förändringar.
- kalkyl utförs med hjälp av ACGP-diagram varigenom beslutsfattare själv kan pröva lönsamheten vid olika prognoser över årliga förändringar av besparingar och kostnader.

Med löpande priser förstås det vid varje tidpunkt verkliga (aktuella) priset. I den nya kalkylmetoden ingår således inget försök att, genom att förändra räntefotens storlek, fånga in konsekvenser av framtida inflation, teknisk-ekonomisk utveckling, skatter o dyl.

Uppenbart är även att alla omräkningar med hjälp av realränta tillförs kalkylen felkällor vilkas storlek ej kan påvisas och till vilkas konsekvenser beslutsfattare således ej kan ta ställning.

Med årliga förändringar förstås årligt lika stora procentuella förändringar d v s själva förändringen adderas till intäkten eller kostnaden med en periodicitet av ett år. Principen är alltså densamma som gäller vid ränta på ränta.

I arbetet med investeringskalkyler enligt system ACGP ingår ofta 3 st personer:

- utredare som sammanställer tekniska och ekonomiska förutsättningar
- kalkylator som utför själva lönsamhetskalkylen
- beslutsfattare som utvärderar kalkylresultatet

Dessa personers normala arbetsuppgifter kan givetvis integreras på flera olika sätt. Det primära är dock att beslutsfattare aktivt bör delta i kalkylarbetet.

I pkt 6.2 till 6.9 kommer att visas att:

Genom att komplettera kända kalkylmetoder med system ACGP uppfylls båda kraven enl pkt 5.

## 6.2 Investering

Smärre energibesparande åtgärder utförs ofta genom en enstaka investering vid en tidpunkt som ligger i nära anslutning till kalkyltillfället.

Vid mer omfattande åtgärder utförs ofta delinvesteringar under en tidsperiod av två eller flera år.

För alla energibesparande åtgärder gäller självklart regeln:

Ju noggrannare det investerade kapitalet kan fastställas desto säkrare blir resultatet av lönsamhetskalkylen.

Det exaktaste sättet att fastställa storleken på en investering torde vara anbud till fasta priser.

## 6.3 Brukstid

Brukstiden,  $n$  år, d v s den tidsrymd under vilken en åtgärd förväntas avge de vid kalkyltillfället utlovade energibesparingarna fastställs som regel av utredare. Hänsyn bör härvid även tas till lånevillkoren d v s till amorteringstidens längd. Ur praktisk synpunkt bör man söka begränsa antalet alternativ betr brukstidens längd. I detta material används 5 st olika brukstider nämligen  $n = 5$  år, 10 år, 15 år, 20 år och 30 år. Beräkningar med längre brukstid än 30 år är som regel ej meningsfulla.

Ur beräkningsteknisk synpunkt finns ett villkor betr brukstidens längd. Detta villkor behandlas närmare i pkt 6.8 och 7.5. Vi förutsätter i den efterföljande framställningen att alla investeringar rörande samma projekt sker vid ett enstaka tillfälle d v s kalkyl, beslut och investering sker inom en relativt kort tidsrymd i nutiden infallande vid slutet av en tidsperiod av ett år. Denna tidsperiod kallar vi år 0. (En serie investeringar under ett antal år kan nämligen alltid räknas om till en enstaka investering. Den därvid använda metoden redovisas dock ej här.) De första åren av brukstiden benämns år 1, år 2 och år 3 och det sista året är  $n$ .

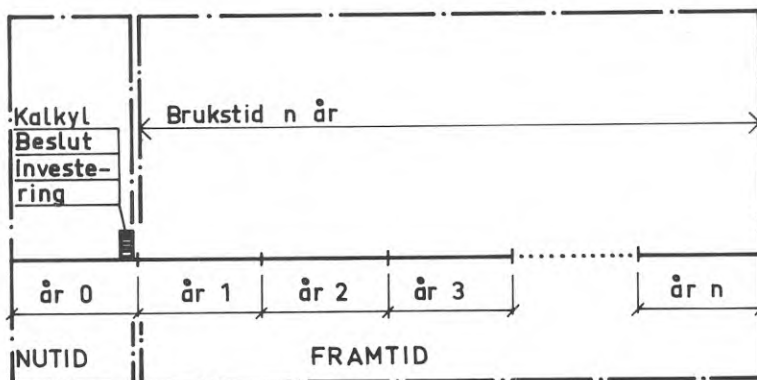


FIG 1

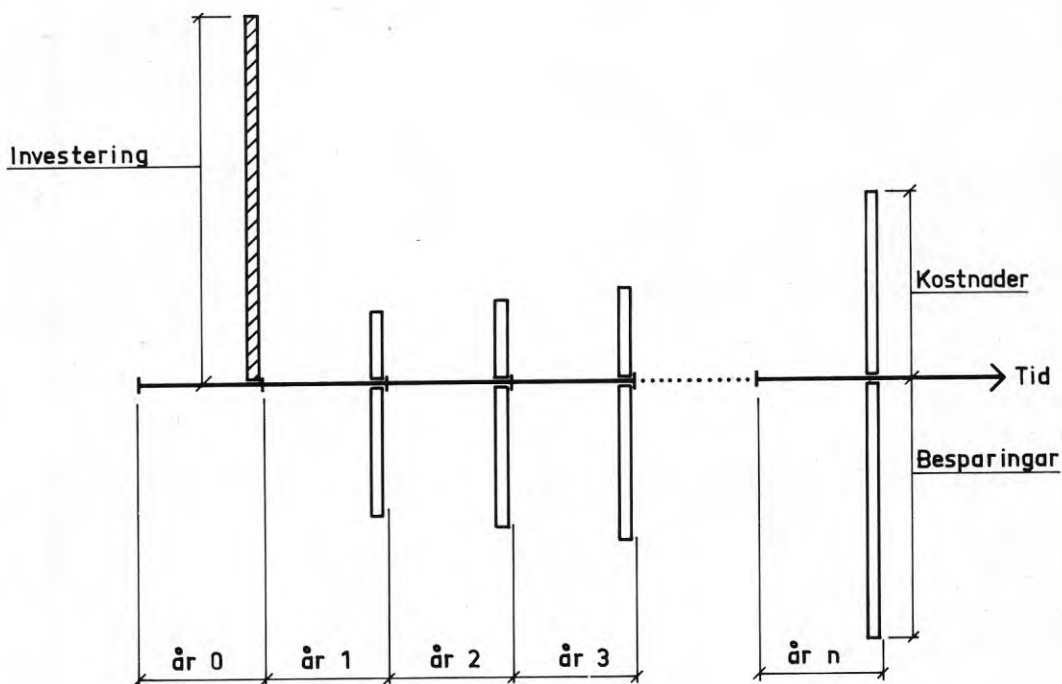
#### 6.4 Årliga besparingar och årliga kostnader

Dessa uttrycks i form av årsmedeltal vilka antas utfalla vid slutet av resp år normalt under hela brukstiden.

För alla efterföljande kalkyler gäller:

Årliga kostnader avser ej kostnader för investerat kapital.

I FIG 2 illustreras dels investerat kapital (investering) dels årliga besparingar och årliga kostnader med hänsyn till storleks- och tidsaspekter.



I FIG 2 representerar streckad stapel för investeringen att dess storlek alltid kan fastställas med önskad noggrannhet medan ofyllda staplar för besparingar och kostnader visar att deras storlekar som ju ligger i framtiden är ovissa.

## 6.5 Årliga förändringar

Årliga förändringar är det centrala begreppet i system ACGP.

Med årliga förändringar förstås årliga lika stora procentuella förändringar mellan år 0 och år n.

I en investeringskalkyl räknas de årliga förändringarna från år 0 till år n d v s från investeringstillfället (kalkyltillfället) till det sista året under brukstiden.

Man inser lätt följande viktiga samband vid en brukstid av 2 år eller längre:

En årlig förändring av ex 5 % motsvaras i en investeringskalkyl inte bara av de årsmedeltal som ökar med 5 % år från år utan även av en oändlig mängd andra årsmedeltalsserier. Villkoret är att summa nuvärde är detsamma för alla årsmedeltalsserierna.

Härav följer att man i en investeringskalkyl kan ersätta vilken årsmedeltalsserie som helst med ett värde år 0 samt en årlig förändring.

Man kan således för en valfri del av en årsmedeltalsserie som t ex kan hämtas ur statistiskt material beräkna den årliga förändring som motsvarar denna serie insatt i en investeringskalkyl. Alla sådana beräkningar kan utföras med önskad noggrannhet.

Denna möjlighet att med stor noggrannhet beräkna årliga förändringar ur statistiskt material kan vara ett värdefullt underlag vid beslutsfattares prognossättning.

Denna del av system ACGP beskrivs dock ej ytterligare i detta material.

## 6.6 Restvärde

Restvärdet behandlas som regel i investeringskalkyler som en intäkt d v s här som en besparing. Man bör dock observera att restvärdet kan vara negativt.

Speciellt vid längre brukstider kan det vara svårt att uppskatta storleken på restvärdet som ju utfaller vid brukstidens slut. Dess inverkan på lönsamheten är även i de flesta fall relativt obetydlig.

P g härav sätts ofta restvärdet lika med noll.

### 6.7 Förändringar under brukstiden av storleken hos årliga besparingar resp årliga kostnader

I FIG 2 har illustrerats att storleken år 1 till år n av årliga besparingar och årliga kostnader är oviss.

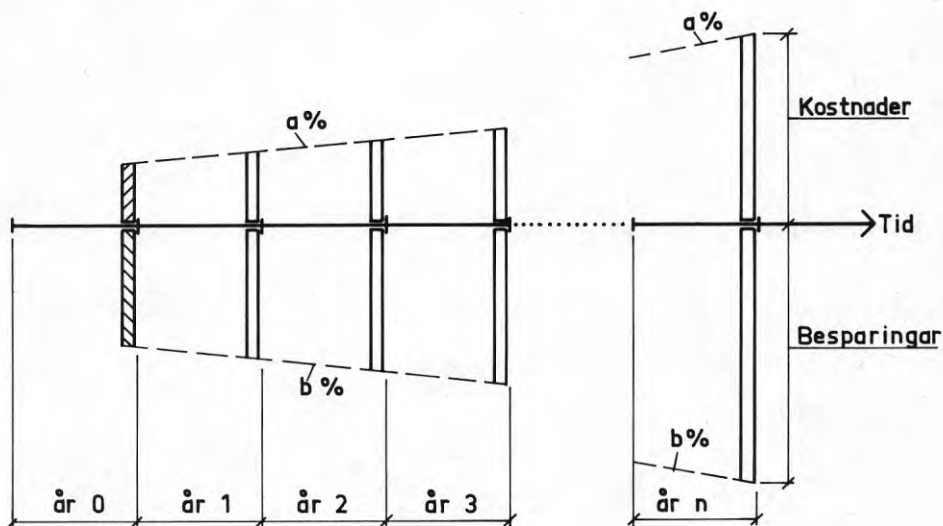
Men för deras storlek år 0 d v s i nutiden gäller:

Genom anbud, beräkningar o dyl kan alltid storleken år 0 av årliga besparingar och årliga kostnader fastställas med önskad noggrannhet.

Enligt pkt 6.5 kan vi dra följande slutsats:

Storleken hos årliga besparingar och årliga kostnader år 1 till år n d v s i framtiden kan alltid uttryckas genom deras storlek år 0 samt prognoserade årliga förändringar under brukstiden.

Vi benämner de prognoserade årliga förändringarna för:  $a\%$  vid årliga kostnader och  $b\%$  vid årliga besparingar. Sambandet under brukstiden  $n$  år illustreras i FIG 3.



I FIG 3 representerar streckade staplar för besparingar och kostnader år 0 att deras storlek alltid kan fastställas med önskad noggrannhet medan ofyllda staplar för intäkter och kostnader år 1 - år n visar att dessa storlekar som ju ligger i framtiden är ovissa.

Beslutsfattare kan givetvis ställa olika prognoser för de årliga förändringarna,  $a\%$  och  $b\%$ .

## 6.8 Ränfefot

I alla investeringskalkyler som avser en tidsperiod (brukstid) längre än ett år måste en räntefot  $d$   $v$   $s$  en ränta uttryckt i % per år ingå.

Det är av utomordentlig vikt för korrektheten i beräkningarna att alla räntefotsbegrepp används i sitt rätta sammanhang. Bland de benämningar som finns på räntor  $d$   $v$   $s$  avkastning i kr per år kan nämnas:

|                |                |             |
|----------------|----------------|-------------|
| Kalkylränta    | Realränta      | Internränta |
| Nominell ränta | Effektiv ränta | Låneränta   |

Av dessa 6 st räntebegrepp används i system ACGP som regel endast internränta och låneränta. För att inga missförstånd skall uppstå lämnas här följande begrepps-förklaringar:

|  |
|--|
| <p>Internräntefot. Vid förkalkyl: Förväntad avkastning i % av <math>r</math> % investerat kapital.<br/>Vid efterkalkyl: Avkastning i % av investerat kapital</p> |
|--|

|   |
|---|
| <p>Låneräntefot. Årlig avgift i % till kreditinstitut e dyl för rätten att få disponera över kapital.</p> |
|---|

Internräntefoten,  $r$  %, kan alltid entydigt beräknas för:

|   |
|---|
| <p>En följd av år där för varje år villkoret att besparingarna är större än kostnaderna uppfylls.</p> |
|---|

Uppfylls ej detta villkor finns det två eller flera internräntefötter.

ANM. I viss ekonomisk litteratur uppges att:

"Internräntemetodens användning för beslutsunderlag förutsätter att intäkter som uppstår under investeringsobjektets livslängd kan reinvesteras med en avkastning uppgående till internräntan."

|   |
|---|
| <p>Det är emellertid lätt att visa att detta villkor ej existerar vid en korrekt tillämpning av internräntefotsmetoden.</p> |
|---|

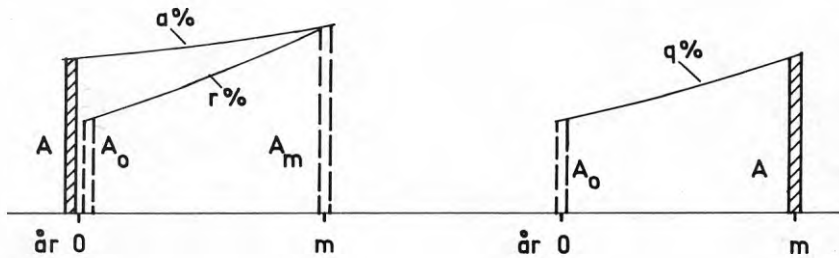
Låneräntefoten fastställs som regel av bank eller kreditinstitut.



## 6.9 Beräkningar

Storleken på internräntefoten  $r\%$  för en viss investering fastställs genom nuvärdeberäkning med räntefoten  $r\%$  av årliga besparingar och årliga kostnader under år 1 till år  $n$ . Rätt värde på  $r\%$  erhålls när summa nuvärde av besparingar minus summa nuvärde av kostnader är lika med investerat kapital.

I pkt 6.7 har visats hur årliga kostnader och årliga besparingar år 1 till år  $n$  kan uttryckas genom deras storlek år 0 samt en årlig förändring  $a\%$  resp  $b\%$ . Vi betecknar en kostnad år 0 med  $A_0$ . Härav följer att dess storlek år  $m$  ( $m$  är ett valfritt år inom brukstiden  $n$  år) som vi betecknar med  $A_m$  även kan uttryckas genom  $A_0$  och en årlig förändring  $a\%$ . Nuvärdet av  $A_m$  beräknat med räntefoten  $r\%$  betecknar vi med  $A_m^0$ . Vi önskar nu uttrycka  $A_m^0$  med hjälp av den kända storheten  $A_0$  samt en  $s$  k nuvärderäntefot  $q$  ( $q$  används endast i beräkningstekniska sammanhang). Se FIG 4 där genom streckning av staplar framgår att  $A_0$ 's storlek är känd medan  $A_m$  och  $A_0$ 's storlekar är ovissa.



Vi inser att:  $A_m = A \left(1 + \frac{a}{100}\right)^m$

Nuvärdet av  $A_m$  d v s  $A_0$  är dels  $A \left(1 + \frac{a}{100}\right)^m \left(1 + \frac{r}{100}\right)^{-m}$  dels  $A \left(1 + \frac{q}{100}\right)^{-m}$

Vi kan nu lösa  $q$  och finner:

$$q = \frac{r-a}{1 + \frac{a}{100}}$$

Detta enkla uttryck är huvudformeln vid beräkningar enligt system ACGP.

Vi kan med hjälp av denna formel med önskad noggrannhet beräkna storleken på internräntefoten  $r\%$  vid:

| kända värden på:     | prognoserade värden på:   |
|----------------------|---------------------------|
| investerat kapital   | årliga förändringar av    |
| brukstid             | besparingar och kostnader |
| årliga besparingar   |                           |
| och årliga kostnader |                           |
| år 0                 |                           |

I pkt 7 kommer att visas hur beslutsfattare med hjälp av ACGP-DIAGRAM kan pröva lönsamhetsutfallet vid olika prognoser. Härigenom konstateras att system ACGP uppfyller båda de krav betr kalkylmetoder som formulerats i pkt 5.

$$G + k = a$$



#### 7.4 Villkor betr brukstidens längd

Internräntefoten,  $r$  %, kan alltid entydigt beräknas för:

En följd av år där för varje år villkoret att besparingarna är större än kostnaderna uppfylls.

Vid tveksamma fall bör man kontrollera att villkoret uppfylls helt enkelt genom att beräkna storleken  $\bar{n}$  av besparingar och kostnader. Härvid används givna prognoser över årliga förändringar. Om beräkningen visar att kostnader  $\bar{n}$  är större än besparingar  $\bar{n}$  måste en kortare brukstid väljas. Storlekar  $\bar{n}$  erhålls genom att multiplicera resp storlekar  $\bar{n}$  med en faktor som erhålls ur nedanstående tabell.

Ex.  $a = 8$  %,  $n = 15$  år,  $A = 1.000$  kr. Kostnad år  $n = 3,17 \cdot 1000 = 3.170$  kr

| a, b<br>etc % | Brukstid $\bar{n}$ år |          |          |          |          |
|---------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
|               | $n = 5$               | $n = 10$ | $n = 15$ | $n = 20$ | $n = 30$ |
| - 4           | 0,82                  | 0,66     | 0,54     | 0,44     | 0,29     |
| - 3           | 0,86                  | 0,74     | 0,63     | 0,54     | 0,40     |
| - 2           | 0,90                  | 0,82     | 0,74     | 0,67     | 0,55     |
| - 1           | 0,95                  | 0,90     | 0,86     | 0,82     | 0,74     |
| + 0           | 1,00                  | 1,00     | 1,00     | 1,00     | 1,00     |
| 1             | 1,05                  | 1,10     | 1,16     | 1,22     | 1,35     |
| 2             | 1,10                  | 1,22     | 1,35     | 1,49     | 1,81     |
| 3             | 1,16                  | 1,34     | 1,56     | 1,81     | 2,43     |
| 4             | 1,22                  | 1,48     | 1,80     | 2,19     | 3,24     |
| 5             | 1,28                  | 1,63     | 2,08     | 2,65     | 4,32     |
| 6             | 1,34                  | 1,79     | 2,40     | 3,21     | 5,74     |
| 7             | 1,40                  | 1,97     | 2,76     | 3,87     | 7,61     |
| 8             | 1,47                  | 2,16     | 3,17     | 4,66     | 10,06    |
| 9             | 1,54                  | 2,37     | 3,64     | 5,60     | 13,27    |
| 10            | 1,61                  | 2,59     | 4,18     | 6,73     | 17,45    |

#### 7.5 Beräkningsmetodik

Beräkningsmetodiken framgår av efterföljande exempel som enligt tabell nedan finns av 3 skilda typer.

| Besparingar  | Kostnader   | ACGP-DIAGRAM | Exempel              |
|--------------|-------------|--------------|----------------------|
| 1 parameter  | saknas      | alt 3        | 4, 6, 7, 8, 9 och 10 |
| 1 "          | 1 parameter | alt 1, alt 2 | 1, 2 och 3           |
| 2 parametrar | 1 "         | alt 1, alt 3 | 5                    |

Syftet med ex 1-10 är endast att illustrera beräkningsmetodiken. Inga i dessa exempel givna värden på investeringar, besparingar, kostnader etc samt ställda prognoser över årliga förändringar eller angivna gränsvärden för lönsamhet får således ens uppfattas som uttryck för författarens personliga åsikter.

## 8. EXEMPEL PÅ LÖNSAMHETSKALKYLER

ÅTGÄRD: INJUSTERING OCH DRIFTSKONTROLL AV OLJEELDADE VÄRMECENTRALER

Ex 1

Injustering av en värmecentral för ca 100 lägenheter beräknas ge en oljebesparing år 0 som motsvarar B kr.

Investering, I kr, samt kostnad år 0 för driftskontroll, A kr, har erhållits genom anbud. Brukstiden n år har fastställts genom utredning.

Kalkylens syfte:

Beräkning av internräntefoten, r %, vid angivna förutsättningar och prognoser.

Förutsättningar enl anbud, beräkningar och utredning

I = 10.000 kr

B = 7.000 "

A = 2.000 "

n = 10 år

Information från beslutsfattare

Prognos över årliga förändringar av kostnader. a = 10 %

" " " " " energipris. b = -2 %

Gränsvärde för lönsamhet. r = 14 %

Kalkyl

Som villkor för att kalkylresultatet skall bli korrekt gäller: Besparingarna skall vara större än kostnaderna även under det sista året av brukstiden. Besparingarna år 10 =  $0,82 \cdot 7.000 = 5.740$  kr. Kostnaderna år 10 =  $2,59 \cdot 2.000 = 5.180$  kr.

Villkoret är alltså uppfyllt.

Kalkylen består av beräkning av de I-värden som svarar mot olika r-värden.

Det sökta r-värdet erhålls vid I = 10.000 kr. Om I vid r = 25 % är större än 10.000 kr är det sökta r-värdet större än 25 %. Om I vid r = 6 % är mindre än 10.000 kr är det sökta r-värdet mindre än 6 %.

Kalkylförfarandet framgår av nedanstående tabell. Genom a = 10 %, b = -2 % samt det r-värde som prövas, erhålls genom alt 1 och alt 2 i FIG 6 värden på C/A och  $(I + C)/B$ .

|                 |             |          |
|-----------------|-------------|----------|
|                 |             | r = 25 % |
| alt 1: a = 10 % | C/A =       | 5,30     |
|                 | C =         | 10.600   |
| alt 2: b = -2%  | $(I+C)/B =$ | 3,30     |
|                 | I+C =       | 23.100   |
|                 | I =         | 12.500   |

Kalkylresultat

Den sökta internräntefoten är större än 25 %

Utvärdering av kalkylresultat

Åtgärden bör genomföras.

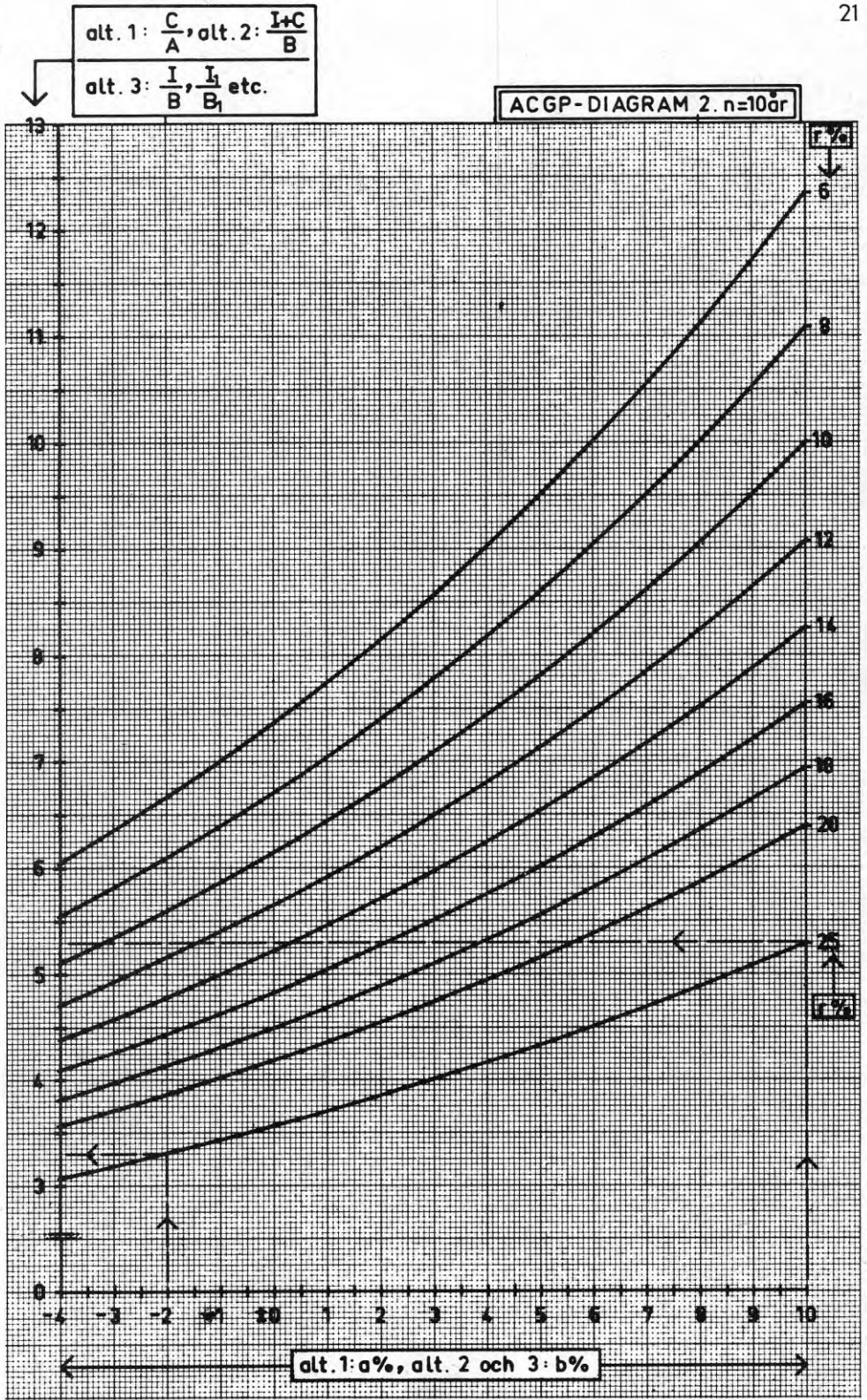


FIG 6



ÅTGÄRD: INJUSTERING OCH DRIFTSKONTROLL AV OLJEELDADE VÄRMECENTRALER

Ex 2

Injustering av värmepannan till en villa om ca  $120 \text{ m}^2$  bostadsyta beräknas ge en oljebesparing år 0 som motsvarar B kr. Investering, I kr, samt kostnad år 0 för driftskontroll, A kr, har erhållits genom anbud. För brukstiden n år föreligger 2 st utredningsalt.

Kalkylens syfte

Beräkning av internräntefoten, r %, vid angivna förutsättningar och prognoser.

Förutsättningar enl anbud, beräkningar och utredning

I = 200 kr  
 B = 210 "  
 A = 125 "  
 n = 10 år alt n = 5 år

Information från beslutsfattare

Prognos över årliga förändringar av kostnader. a = 9 %  
 " " " " " energipris b = 1 %  
 Gränsvärde för lönsamhet. r = 12 %

Kalkyl

Som villkor för att kalkylresultatet skall bli korrekt gäller: Besparingarna skall vara större än kostnaderna även under det sista året av brukstiden. Besparingarna är: år 10 =  $1,10 \cdot 210 = 231$  kr, år 5 =  $1,05 \cdot 210 = 221$  kr. Kostnaderna är: år 10 =  $2,37 \cdot 125 = 296$  kr, år 5 =  $1,54 \cdot 125 = 193$  kr. För att villkoret skall uppfyllas måste en brukstid, n = 5 år, väljas.

Kalkylen består av beräkning av de I-värden som svarar mot olika r-värden. Det sökta r-värdet erhålls vid I = 200 kr. Man finner att det ligger inom diagrammets område d v s är mindre än 25 % men större än 6 %.

Kalkylförfarandet framgår av nedanstående tabell. Genom a = 9 %, b = 3 % samt de r-värden som prövas, erhålls genom alt 1 och alt 2 i FIG 7 nedanstående värden på C/A och (I+C)/B.

|                        | r = 20 % | r = 10 % | r = 12,4 % |
|------------------------|----------|----------|------------|
| alt 1: a=9%, C/A =     | 3,78     | 4,86     | 4,56       |
| C =                    | 473 ✓    | 608      | 570        |
| alt 2: b=1%, (I+C)/B = | 3,08     | 3,90     | 3,67       |
| I+C =                  | 647 ✓    | 819      | 771        |
| I =                    | 174      | 212      | 201        |

Kalkylresultat

Den sökta internräntefoten är 12,4 %

$$I = B - A$$

Utvärdering av kalkylresultat

Åtgärden bör genomföras.



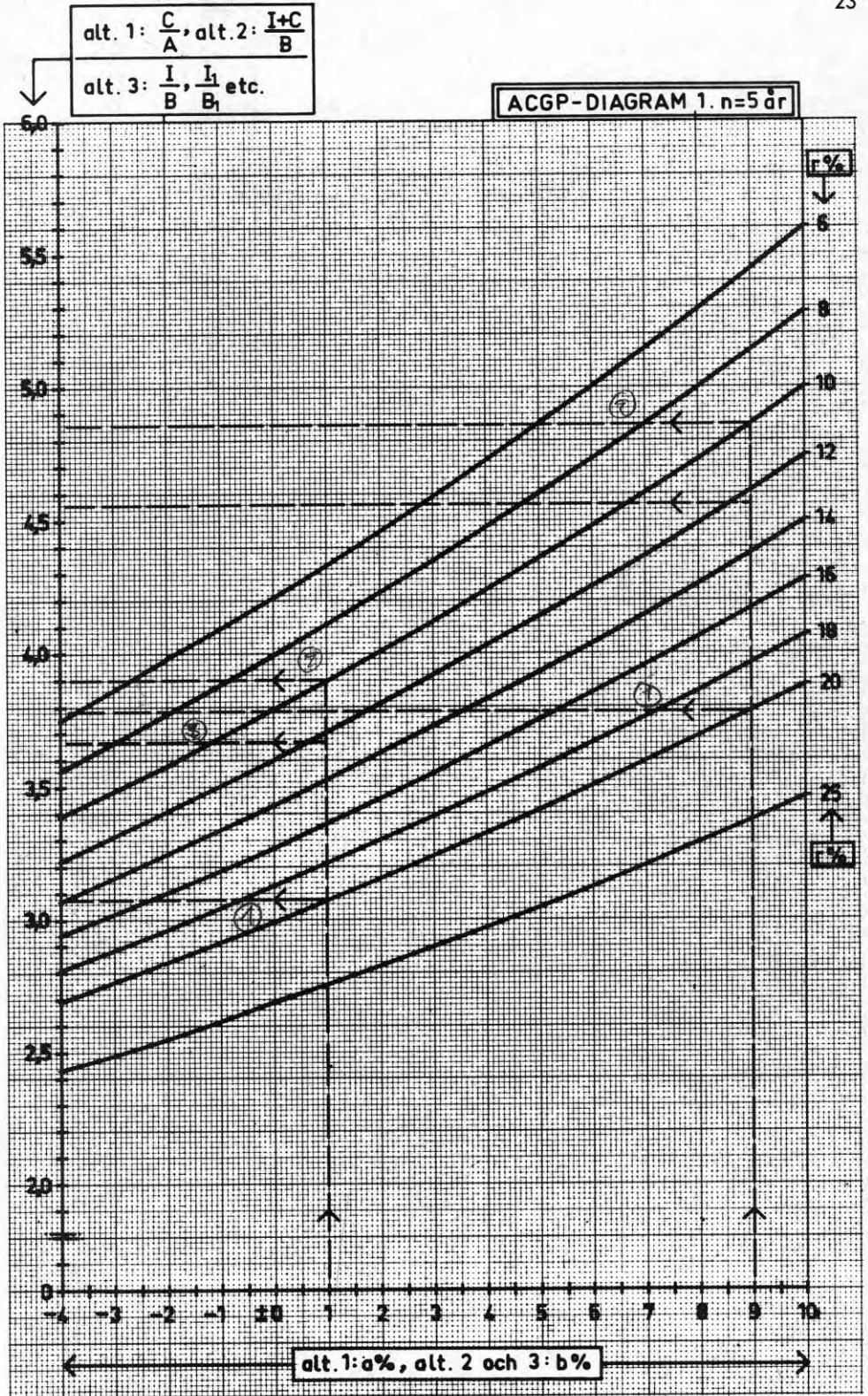


FIG 7

## ÅTGÄRD: SÄNKNING AV RUMSTEMPERATUREN

## Ex 3

Genom inreglering av värmesystemet för ett bostadshus beräknas rumstemperaturen kunna sänkas med 2°C vilket motsvarar en energibesparing per lägenhet och år 0 av B kr. Investering, I kr, samt kostnad år 0 för efterjustering - allt per lägenhet - har erhållits genom anbud. Brukstiden n år har fastställts genom utredning.

Kalkylens syfte

Beräkning av internräntefoten,  $r$  %, vid angivna förutsättningar och prognoser.

Förutsättningar enl anbud, beräkningar och utredning

I = 250 kr  
 B = 170 "  
 A = 6 "  
 n = 10 år

Information från beslutsfattare

Prognos över årliga förändringar av kostnader. a = 8 %  
 " " " " " energipris b = ± 0 %  
 Gränsvärde för lönsamhet. r = 10 %

Kalkyl

Som villkor för att kalkylresultatet skall bli korrekt gäller: Besparingarna skall vara större än kostnaderna även under det sista året av brukstiden. Man inser utan kontrollräkning att detta villkor uppfylls för alla rimliga prognosvärden för a och b.

Kalkylen består av beräkning av de I-värden som svarar mot olika r-värden.

Det sökta r-värdet erhålls vid I = 250 kr. Om I vid  $r = 25$  % är större än 250 kr är det sökta r-värdet större än 25 %. Om I vid  $r = 6$  % är mindre än 250 kr är det sökta r-värdet mindre än 6 %.

Kalkylförfarandet framgår av nedanstående tabell. Genom a = 8 %, b = ± 0 % samt det r-värde som provas erhålls genom alt 1 och alt 2 i FIG 8 nedanstående värden på C/A och (I+C)/B.

|                           |             |
|---------------------------|-------------|
|                           | $r = 25 \%$ |
| alt 1. a = 8 %, C/A       | = 4,90      |
|                           | C = 29      |
| alt 2. b = ± 0 %, (I+C)/B | = 3,55      |
|                           | I+C = 604   |
|                           | I = 575     |

Kalkylresultat

Den sökta internräntefoten är större än 25 %

Utvärdering av kalkylresultat

Åtgärden bör genomföras

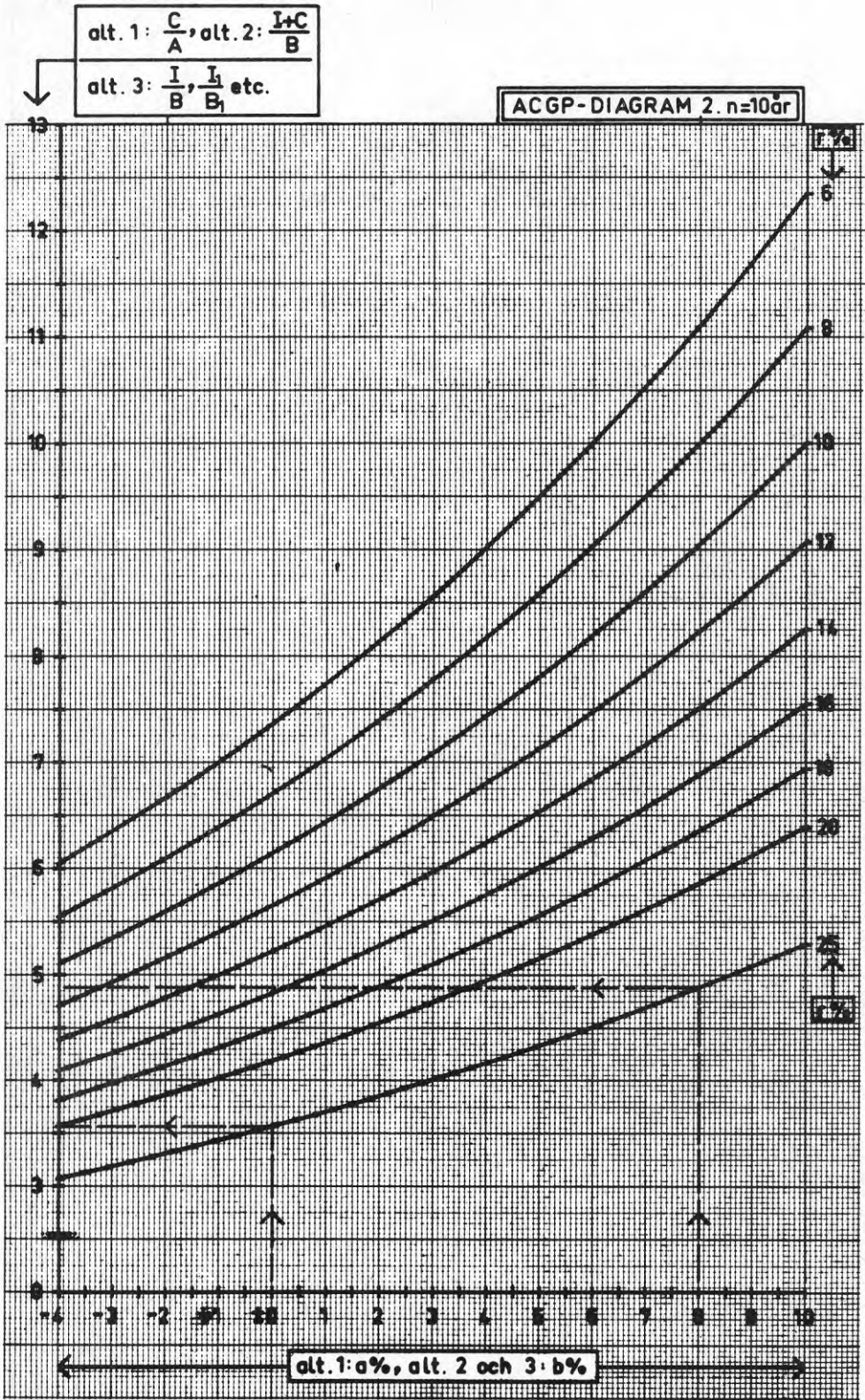


FIG 8

## ATGÄRD: MINSKNING AV LUFTOMSÄTTNINGEN

Ex 4

Genom fönstertätning  $m$  i ett bostadshus beräknas luftomsättningen kunna minska med 0,2 omsättningar per timme, vilket motsvarar en energibesparing per lägenhet och år 0 av  $B$  kr. Investering per lägenhet,  $I$  kr, har erhållits genom anbud. Brukstiden  $n$  år har fastställts genom utredning.

Kalkylens syfte

Beräkning av internräntefoten,  $r$  %, vid angivna förutsättningar och prognoser.

Förutsättningar enl anbud, beräkningar och utredning

$I = 400$  kr

$B = 76$  "

$n = 15$  år

Information från beslutsfattare

Prognos över årliga förändringar av energipris.  $b = 2$  %

Gränsvärde för lönsamhet.  $r = 11$  %

Kalkyl och kalkylresultat

$I/B = 5,3$

Genom värdet på  $I/B = 5,3$  samt  $b = 2$  erhålls genom alt 3 i FIG 9 det sökta  $r$ -värdet:  $r = 19,6$  %.

Utvärdering av kalkylresultat

Åtgärden bör genomföras.



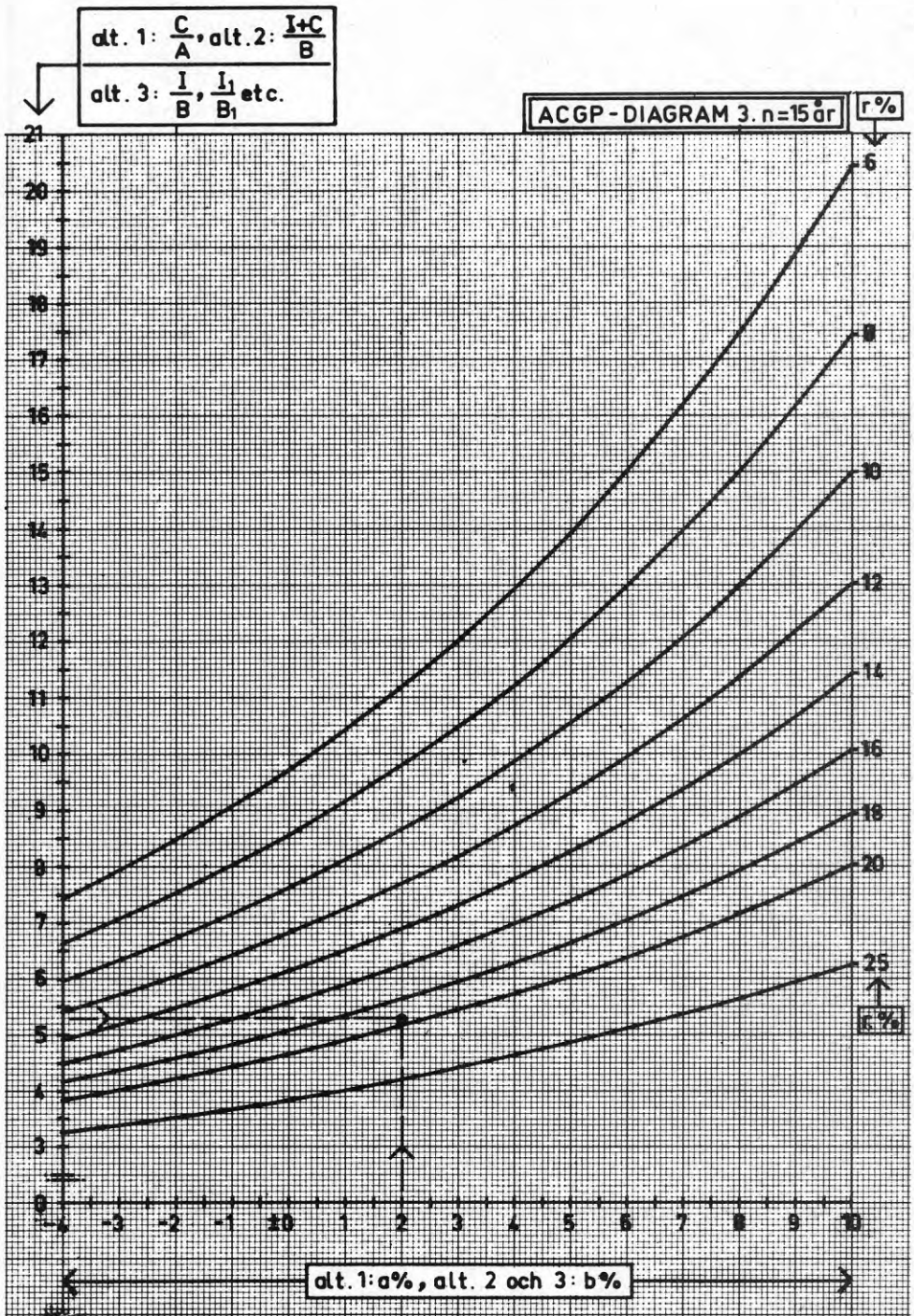


FIG 9

## ATGÅRD: MINSKNING AV TAPPVARMVATTENFÖRBRUKNING

Ex 5

Installation av en tappvarmvattenmätare för en viss lokal beräknas ge besparingen,  $B_1$  kr år 0, betr värmeenergi och,  $B_2$  kr år 0, betr vattenförbrukning. Storlek av investering,  $I$  kr, samt kostnad<sup>c</sup> år 0 för avläsning och debitering,  $A$  kr, erhålls genom anbud. Brukstiden  $n$  år har fastställs genom utredning.

Kalkylens syfte

Beräkning av internräntefoten,  $r$  %, vid angivna förutsättningar och prognoser.

Förutsättningar enl anbud, beräkningar och utredning

$I = 1.100$  kr  
 $B_1 = 90$  "  
 $B_2 = 125$  "  
 $A^c = 20$  "  
 $n = 10$  år

Information från beslutsfattare

Prognos över årliga förändringar av kostnader.  $a = 8$  %  
 " " " " " energipris.  $b_1 = 2$  %  
 " " " " " vattenpris.  $b_2 = 4$  %

Gränsvärde för lönsamhet.  $r = 12$  %

Kalkyl

Som villkor för att kalkylresultatet skall bli korrekt gäller: Besparingarna skall vara större än kostnaderna även under det sista året av brukstiden. Man inser utan kontrollräkning att i detta fall villkoret är uppfyllt.

Kalkylen består av beräkning av de  $I$ -värden som svarar mot olika  $r$ -värden. Det sökta  $r$ -värdet erhålls vid  $I = 1.100$  kr. Man finner att det ligger inom diagrammets område  $d$  v s är mindre än 25 % men större än 6 %.

Kalkylförfarandet framgår av nedanstående tabell. Genom  $a = 8$  %,  $b_1 = 2$  % och  $b_2 = 4$  % samt de  $r$ -värden som prövas erhålls genom alt 1 och alt 3 i FIG 10 värden på  $C/A$ ,  $I_1/B_1$  och  $I_2/B_2$ .

|                                | $r = 20$ % | $r = 10$ % | $r = 15$ % |
|--------------------------------|------------|------------|------------|
| alt 1: $a = 8$ % $C/A =$       | 5,85       | 9,05       | 7,20       |
| $C =$                          | 117        | 181        | 144        |
| alt 3: $b_1 = 2$ % $I_1/B_1 =$ | 4,55       | 6,75       | 5,45       |
| $I_1 =$                        | 410        | 608        | 491        |
| alt 3: $b_2 = 4$ % $I_2/B_2 =$ | 4,95       | 7,40       | 6,00       |
| $I_2 =$                        | 619        | 925        | 750        |
| $I = I_1 + I_2 - C =$          | 912        | 1.352      | 1.097      |

Kalkylresultat

Den sökta internräntefoten är 15,0 %

Utvärdering av kalkylresultat

Åtgärden bör genomföras.

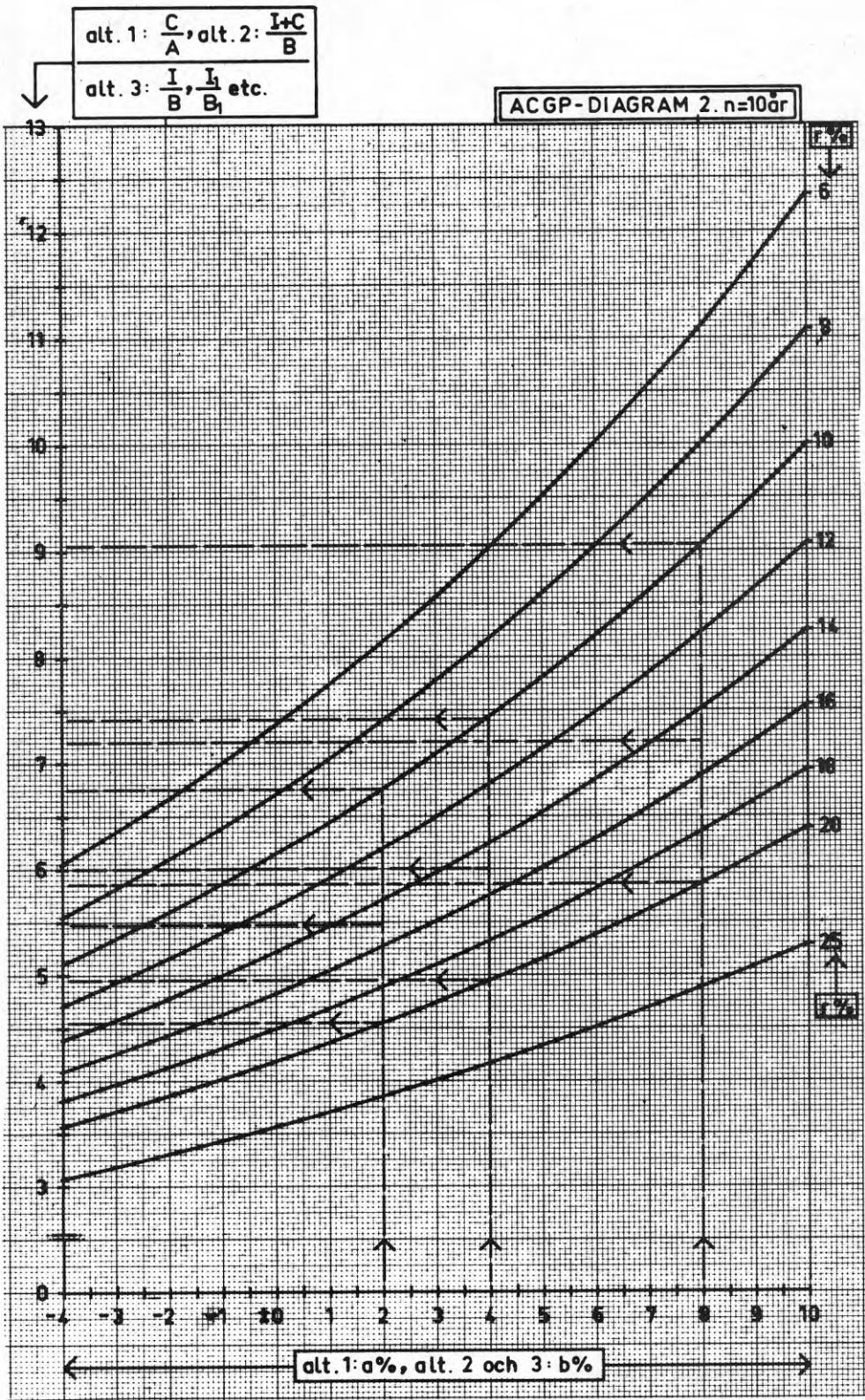


FIG 10

## ATGÅRD: TILLÄGGSISOLERING AV VINDSBJÄLKLAG

Ex 6

Vindsbjälklaget i en bef. byggnad i Stockholm består av betong och koksaska.  $k$ -värdet är ca  $0,70 \text{ W (m}^2, \text{K)}$ . Nedan angivna storlekar av investerat kapital  $I_1, I_2, \dots, I_5$  för olika tjocklekar av tilläggsisolering med mineralull har erhållits genom anbud. Värmeenergi levereras från en oljeeldad värmecentral till ett pris år 0 av 5 öre/kWh. Brukstiden  $n$  år har fastställts genom utredning.

Kalkylens syfte

Beräkning av internräntefoten,  $r$  %, för olika isoleringstjocklekar vid angivna förutsättningar och prognoser.

Förutsättningar enl anbud och utredning

|                     |                              |
|---------------------|------------------------------|
| 50 mm tilläggsisol. | $I_1 = 19,30 \text{ kr/m}^2$ |
| 100 " "             | $I_2 = 23,65 \text{ "}$      |
| 150 " "             | $I_3 = 30,95 \text{ "}$      |
| 200 " "             | $I_4 = 35,80 \text{ "}$      |
| 250 " "             | $I_5 = 40,30 \text{ "}$      |
| $n = 30 \text{ år}$ |                              |

Information från beslutsfattare

Prognos över årliga förändringar av energipris.  $b = 4 \%$

Gränsvärde för lönsamhet.  $r = 9 \%$

Kalkyl

Beräkningar sker enligt tabell nedan.

| Tilläggsisol. | Investering                  | Bjälklagets $k$ -värde          | Besparing                   | I/B etc          |
|---------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------|
| 0 mm          | -                            | $0,70 \text{ W(m}^2, \text{K)}$ | -                           | -                |
| 50 "          | $I_1 = 19,30 \text{ kr/m}^2$ | 0,32 "                          | $B_1 = 1,43 \text{ kr/m}^2$ | $I_1/B_1 = 13,5$ |
| 100 "         | $I_2 = 23,65 \text{ "}$      | 0,21 "                          | $B_2 = 1,84 \text{ "}$      | $I_2/B_2 = 12,9$ |
| 150 "         | $I_3 = 30,95 \text{ "}$      | 0,16 "                          | $B_3 = 2,03 \text{ "}$      | $I_3/B_3 = 15,2$ |
| 200 "         | $I_4 = 35,80 \text{ "}$      | 0,12 "                          | $B_4 = 2,18 \text{ "}$      | $I_4/B_4 = 16,4$ |
| 250 "         | $I_5 = 40,30 \text{ "}$      | 0,10 "                          | $B_5 = 2,25 \text{ "}$      | $I_5/B_5 = 17,9$ |

Genom värden på  $I_1/B_1$ , etc i tabell ovan samt  $b = 4 \%$  erhålls genom alt 3 i FIG 11 de sökta  $r$ -värdena.

Kalkylresultat

|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| 50 mm tilläggsisol. | $r = \text{ca } 10,4 \%$ |
| 100 " "             | $r = \text{ca } 10,9 \%$ |
| 150 " "             | $r = \text{ca } 9,3 \%$  |
| 200 " "             | $r = \text{ca } 8,6 \%$  |
| 250 " "             | $r = \text{ca } 7,9 \%$  |

Utvärdering av kalkylresultat

Atgården bör genomföras med en tilläggsisoleringstjocklek av 150 mm.



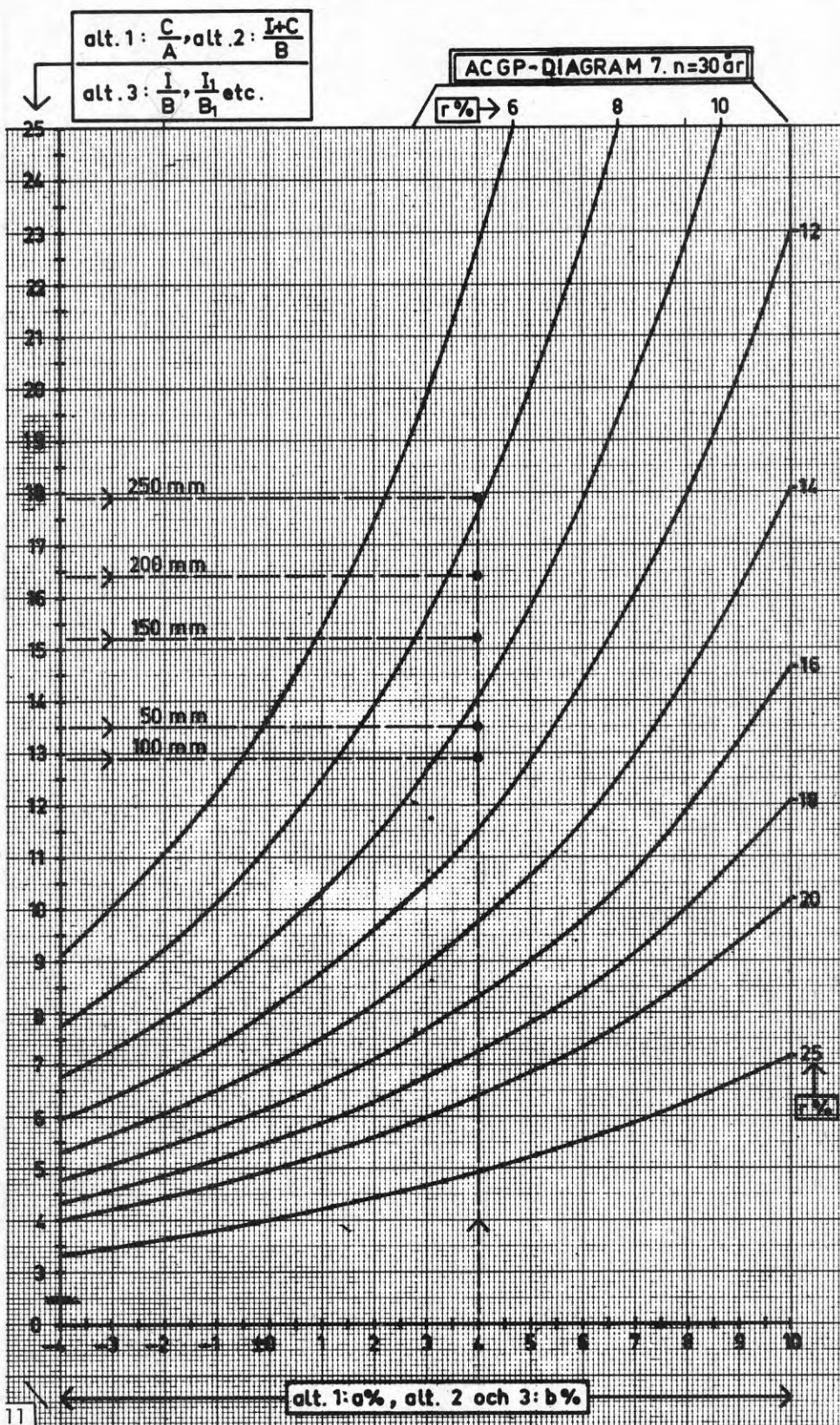


FIG 11

## ATGÅRD: TILLÄGGSISOLERING AV YTTERVÄGGAR

Ex 7

Ytterväggen i en befintlig byggnad i Stockholm utgörs av 1 1/2-stens tegel in- och utvändigt putsbeklädd. Fasadputsens är i stort behov av renovering. Väggen värmegenomgångskoefficient är ca 1,10 W(m<sup>2</sup>.K). Nedan angivna storlekar av investerat kapital: I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub> etc för tilläggsisol + regler, I<sub>5</sub> för ytskikt av färgade asbestcementplattor samt I<sub>6</sub> för renovering av bef utvändigt puts inkl ställningar har erhållits genom anbud.<sup>6</sup>Värmeenergi levereras från ett fjärrvärmenät till ett pris år 0 av 5 öre/kWh. Brukstiden n år har fastställts genom utredning.

Kalkylens syfte

Beräkning av internräntefoten, r %, för olika isoleringstjocklekar vid angivna förutsättningar och prognoser.

Förutsättningar enl anbud och utredning

|                          |                |                          |
|--------------------------|----------------|--------------------------|
| 50 mm tilläggsisolering. | I <sub>1</sub> | = 46,0 kr/m <sup>2</sup> |
| 70 " " "                 | I <sub>2</sub> | = 52,0 " "               |
| 95 " " "                 | I <sub>3</sub> | = 61,0 " "               |
| 120 " " "                | I <sub>4</sub> | = 68,0 " "               |
| Ytskikt                  | I <sub>5</sub> | = 75,0 " "               |
| Renovering av utv puts   | I <sub>6</sub> | = 90,0 " "               |
| n = 30 år                |                |                          |

Information från beslutsfattare

Prognos över årliga förändringar av energipris. b = 3 %.  
Gränsvärde för lönsamhet. r = 11 %

Kalkyl

Beräkningar sker enl tabell nedan. Där angivna värden på I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub> etc är ursprungliga värden minus (I<sub>6</sub> - I<sub>5</sub>) d v s minus 15 kr/m<sup>2</sup>

| Tilläggsisolering | Investering                           | Ytterväggens k-värde      | Besparing                               | I/B etc                               |
|-------------------|---------------------------------------|---------------------------|---|---------------------------------------|
| 0 mm              | -                                     | 1,10 W(m <sup>2</sup> .K) | -                                       | -                                     |
| 50 "              | I <sub>1</sub> = 31 kr/m <sup>2</sup> | 0,39 "                    | B <sub>1</sub> = 3,55 kr/m <sup>2</sup> | I <sub>1</sub> /B <sub>1</sub> = 8,7  |
| 70 "              | I <sub>2</sub> = 37 " "               | 0,31 "                    | B <sub>2</sub> = 3,95 " "               | I <sub>2</sub> /B <sub>2</sub> = 9,4  |
| 95 "              | I <sub>3</sub> = 46 " "               | 0,25 " "                  | B <sub>3</sub> = 4,25 " "               | I <sub>3</sub> /B <sub>3</sub> = 10,8 |
| 120 "             | I <sub>4</sub> = 53 " "               | 0,20 " "                  | B <sub>4</sub> = 4,50 " "               | I <sub>4</sub> /B <sub>4</sub> = 11,8 |

Genom värden på I<sub>1</sub>/B<sub>1</sub> etc enl tabell ovan samt b = 3 % erhålls genom alt 3 i FIG 12 de sökta r-värdena.

Kalkylresultat

|                    |               |
|--------------------|---------------|
| 50 mm tilläggsisol | r = ca 14,3 % |
| 70 " " "           | r = ca 13,4 % |
| 95 " " "           | r = ca 11,7 % |
| 120 " " "          | r = ca 10,8 % |

Utvärdering av kalkylresultat

Åtgärden bör genomföras med en tilläggsisoleringstjocklek av 95 mm.

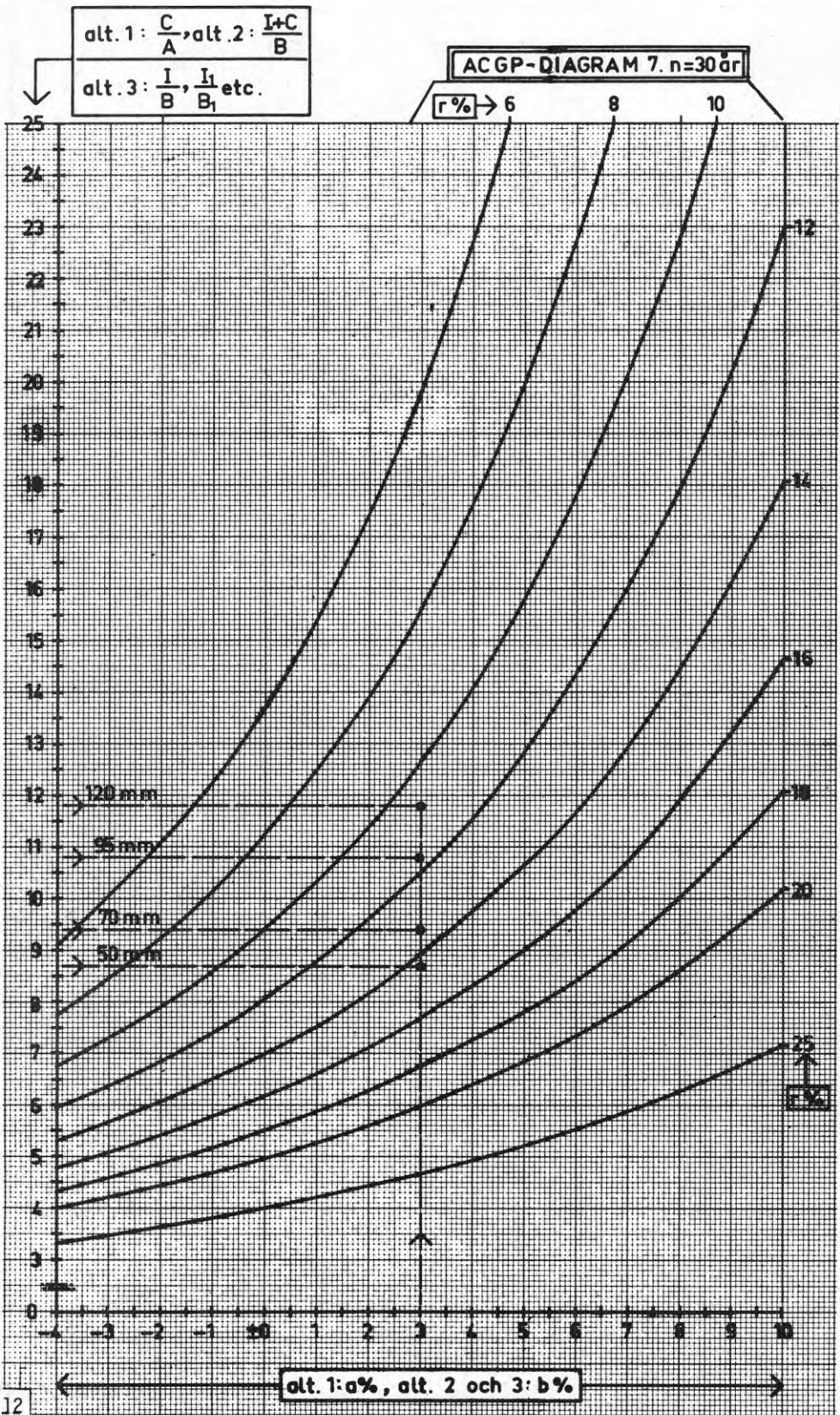


FIG. 12

alt. 1: a%, alt. 2 och 3: b%

## ATGÅRD: UTBYTE AV 2-GLASFÖNSTER MOT 3-GLAS ELLER 4-GLASFÖNSTER

Ex 8

För en fastighet i Stockholm finns ett stort antal 2-glasfönster mot norr. Dessa är i stort behov av renovering. Nedan angivna storlekar av investerat kapital:  $I_3$  resp  $I_4$  för utbyte till 3-glas resp 4-glasfönster samt  $I_1$  för renovering av bef 2-glasfönster har erhållits genom anbud. Fastigheten är eluppvärmd till ett pris år 0 av 12 öre/kWh. Brukstiden  $n$  år har fastställts genom utredning.

Kalkylens syfte

Beräkning av internräntefoten,  $r$  %, för utbyte till 3-glas resp 4-glasfönster vid angivna förutsättningar och prognoser.

Förutsättningar enligt anbud och utredning

|                    |                               |
|--------------------|-------------------------------|
| Renovering         | $I_1 = 250$ kr/m <sup>2</sup> |
| Utbyte till 3-glas | $I_3 = 500$ "                 |
| Utbyte till 4-glas | $I_4 = 700$ "                 |
| $n = 30$ år        |                               |

Information från beslutsfattare

Prognos över årliga förändringar av energipris.  $b = 7$  %  
Gränsvärde för lönsamhet.  $r = 10$  %

Kalkyl

Beräkningar sker enl bilaga 1 samt tabell nedan. Där angivna värden på  $I_3$  resp  $I_4$  är ursprungliga värden minus  $I_1$  d v s minus 250 kr/m<sup>2</sup>.

|        | $k$<br>W(m <sup>2</sup> .K) | $x$<br>% | $F$<br>kWh/m <sup>2</sup> | $E$<br>kWh/m <sup>2</sup> | Investering<br>kr | Besparing<br>kr/år 0 | I/B              |
|--------|-----------------------------|----------|---------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|------------------|
| 2-glas | 2,6                         | 7,5      | 2,4                       | 240                       | -                 | -                    | -                |
| 3-glas | 1,7                         | 7,5      | 1,5                       | 150                       | $I_3 = 250$       | $B_3 = 10,8$         | $I_3/B_3 = 23,1$ |
| 4-glas | 1,3                         | 7,5      | 1,1                       | 110                       | $I_4 = 450$       | $B_4 = 15,6$         | $I_4/B_4 = 28,8$ |

Genom värden enl ovan på  $I_3/B_3$  och  $I_4/B_4$  samt  $b = 7$  % erhålls genom alt 3 i FIG 13 de sökta  $r$ -värdena.

Kalkylresultat

|  |                        |
|--|------------------------|
| Utbyte av 2-glasfönster mot 3-glasfönster. | $r = \text{ca } 8,9$ % |
| " " 2- " " 4- "                            | $r = \text{ca } 7,3$ % |

Utvärdering av kalkylresultat

Något ekonomiskt motiv för åtgärdens genomförande finns ej.



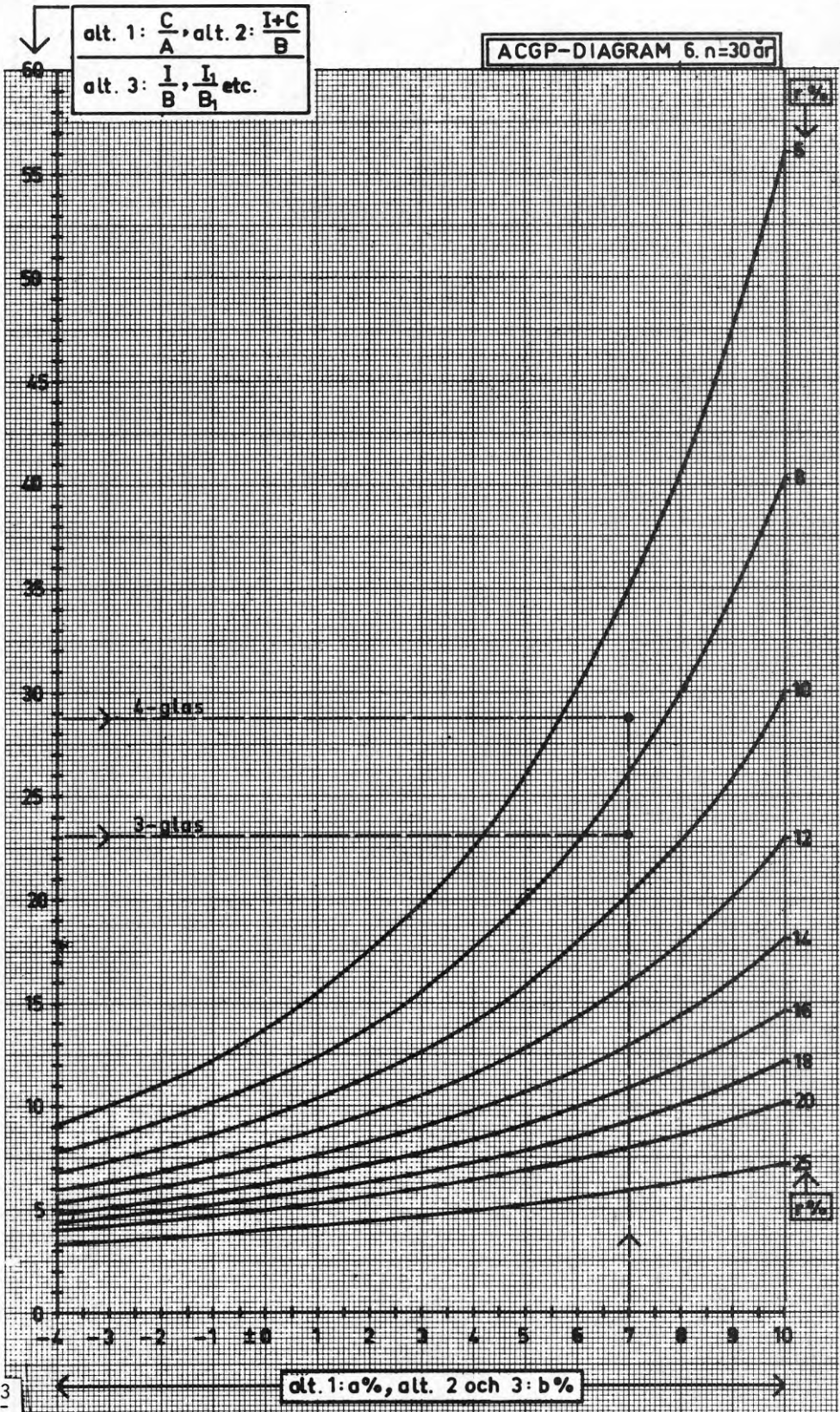


FIG 13

## ATGÅRD: UTBYTE AV 2-GLASFÖNSTER MOT 3-GLASFÖNSTER

## Ex 9

En nybyggd bostadsfastighet i Stockholm som är försedd med 2-glasfönster har en fasad mot söder som utan sol- eller bullerdämpande hinder i form av träd, vägbankar o dyl gränsar mot en större trafikled. Nedan angiven storlek av investerat kapital,  $I$  kr, för utbyte till 3-glasfönster med bullerdämpande egenskaper har erhållits genom anbud. Värmeenergi levereras från en oljeeldad värmecentral till ett pris år 0 av 6 öre/kWh. Brukstiden  $n$  år samt gränsvärdet för lönsamhet,  $r$  %, har fastställts genom utredning.

Kalkylens syfte

Beräkning av den del av investeringen,  $I_1$  kr, som kan motiveras genom 3-glasfönstrets energibesparande egenskaper.

Förutsättningar enl anbud och utredning

Utbyte till 3-glas.  $I = 580 \text{ kr/m}^2$

$n = 30$  år

Gränsvärde för lönsamhet.  $r = 10$  %

Information från beslutsfattare

Prognos över årliga förändringar av energipris.  $b = 2$  %

Kalkyl

Beräkningar utförs enl bilaga 1 samt tabell nedan.

|        | $k$<br>$W(m^2 \cdot K)$ | $x$<br>% | $F$<br>$kWh/m^2$ | $E$<br>$kWh/m^2$ | Investering<br>kr | Besparing<br>kr/år 0 |
|--------|-------------------------|----------|------------------|------------------|-------------------|----------------------|
| 2-glas | 2,6                     | 40       | 1,56             | 156              | -                 | -                    |
| 3-glas | 1,7                     | 40       | 1,04             | 104              | $I_1$             | $B_1 = 3,1$          |

Genom  $b = 2$  % samt  $r = 10$  % erhålls genom alt 3 i FIG 14:  $I_1/B_1 = 11,5$  d v s  $I_1 = 11,5 \cdot 3,1 = \text{ca } 36 \text{ kr}$ .

Kalkylresultat

Den sökta investeringen är ca  $35 \text{ kr/m}^2$

Utvärdering av kalkylresultat

Investeringens genomförande kan motiveras genom

- Energibesparing som motsvarar ca  $35 \text{ kr/m}^2$
- Bullerdämpning som måste värderas till ca  $545 \text{ kr/m}^2$

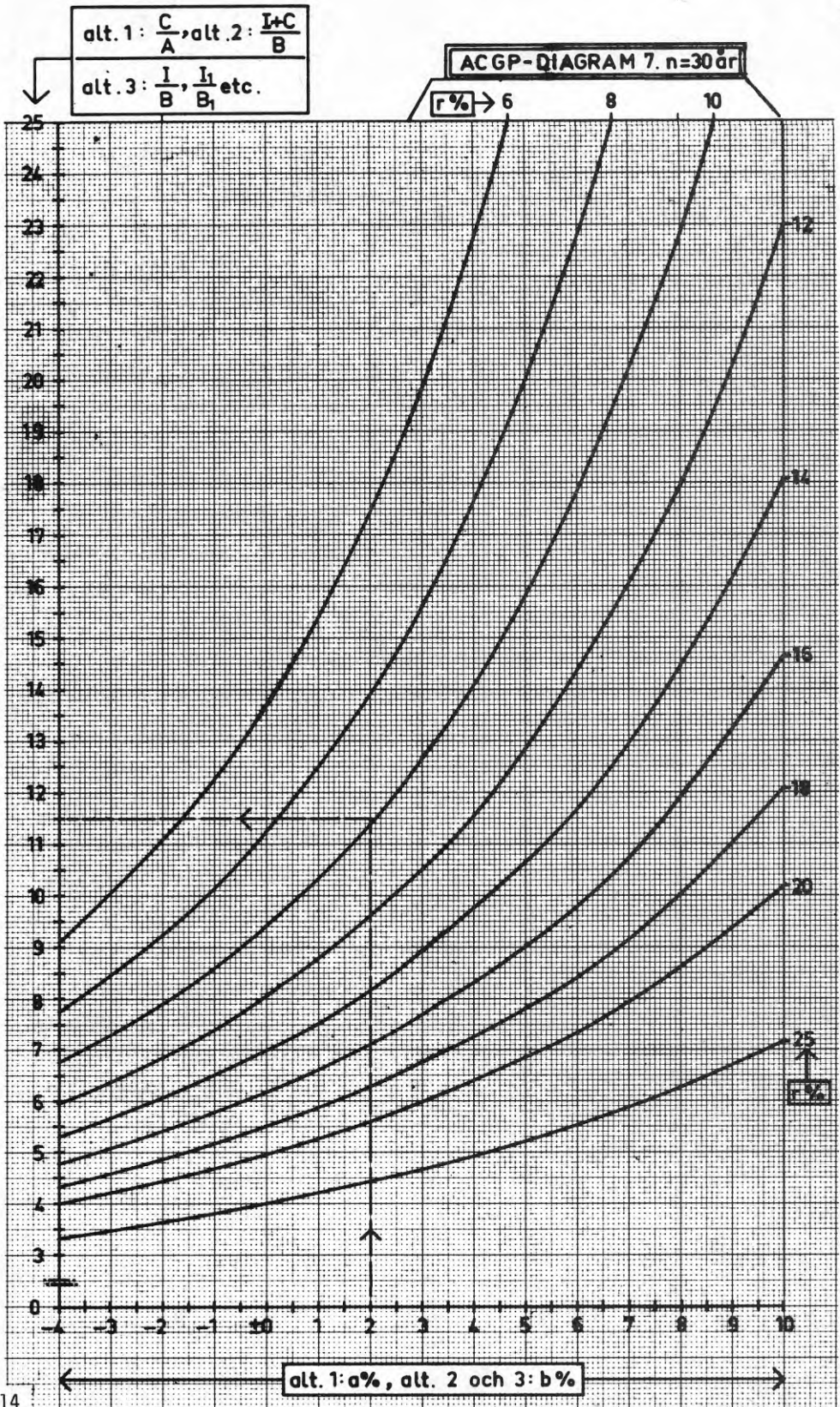


FIG 14

## ATGARD: ATERVINNING AV VÄRME UR FRÅNLUFT-

Ex 10

För ett befintligt sjukhus har anbud infordrats på en anläggning för återvinning av värmeenergi ur frånluften. Återvinningsanläggningen skall bestå av luftvärmare i till- och frånluft samt mellanliggande cirkulationskrets.

Två stycken anbudsgivare I och II har lämnat alternativa anbud med luftvärmare av 6, 8 resp 10 djup. I-6, I-8 etc. Besparingen år 0 är värdet av återvunnen värmeenergi minus kostnad för uppoffrad elenergi. Besparingarna för resp alt ingick i anbudet. Inga väsentliga skillnader fanns i övrigt mellan de sex alternativen. Brukstiden n år har fastställs genom utredning.

Kalkylens syfte

Beräkning av internräntefoten,  $r$  %, för resp alt vid angivna förutsättningar och prognoser.

Förutsättningar enligt anbud och utredning

|                       | ANBUD |       |        |       |       |       |
|-----------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
|                       | I - 6 | I - 8 | I - 10 | II-6  | II-8  | II-10 |
| Investering, I tkr    | 431,0 | 472,0 | 517,0  | 323,0 | 347,0 | 378,0 |
| Besparing år 0, B tkr | 102,6 | 112,5 | 114,8  | 67,3  | 84,7  | 87,9  |

$n = 10$  år

Information från beslutsfattare

Prognos över årliga förändringar av värmeenergi- och elenergipris.  $b = 3$  %  
Gränsvärde för lönsamhet.  $r = 12$  %

Kalkyl och kalkylresultat

Beräkningar utförs enl tabell nedan. Genom värden på I/B samt  $b = 3$  % erhålls genom alt 3 i FIG 15 de sökta  $r$ -värdena.

| I/B      | ANBUD |       |        |      |      |       |
|----------|-------|-------|--------|------|------|-------|
|          | I - 6 | I - 8 | I - 10 | II-6 | II-8 | II-10 |
| I/B      | 4,20  | 4,20  | 4,50   | 4,80 | 4,10 | 4,30  |
| $r$ % ca | 23,5  | 23,5  | 21,5   | 19,7 | 24,3 | 22,8  |

Utvärdering av kalkylresultat

Alla alternativ ligger betydligt över gränsvärdet för lönsamhet.

- Om energibesparingens storlek prioriteras bör alt I-8 väljas.
- Om investeringens storlek prioriteras bör alt II-8 väljas.

Ovanstående utvärdering kan synas korrekt men uppenbarligen kan större energibesparing erhållas utan att det av beslutsfattare fastställda gränsvärdet för lönsamhet underskrids. Jämför pkt 4.4.

Samtliga anbud bör därför förkastas. Vid ny anbudsfordran bör helt enkelt anges att kvoten mellan anbudssumma och energibesparing (I/B) skall ligga så nära som möjligt men ej över värdet 6,5, samt att företrädare ges åt det anbud som innebär den högsta energibesparingen år 0.



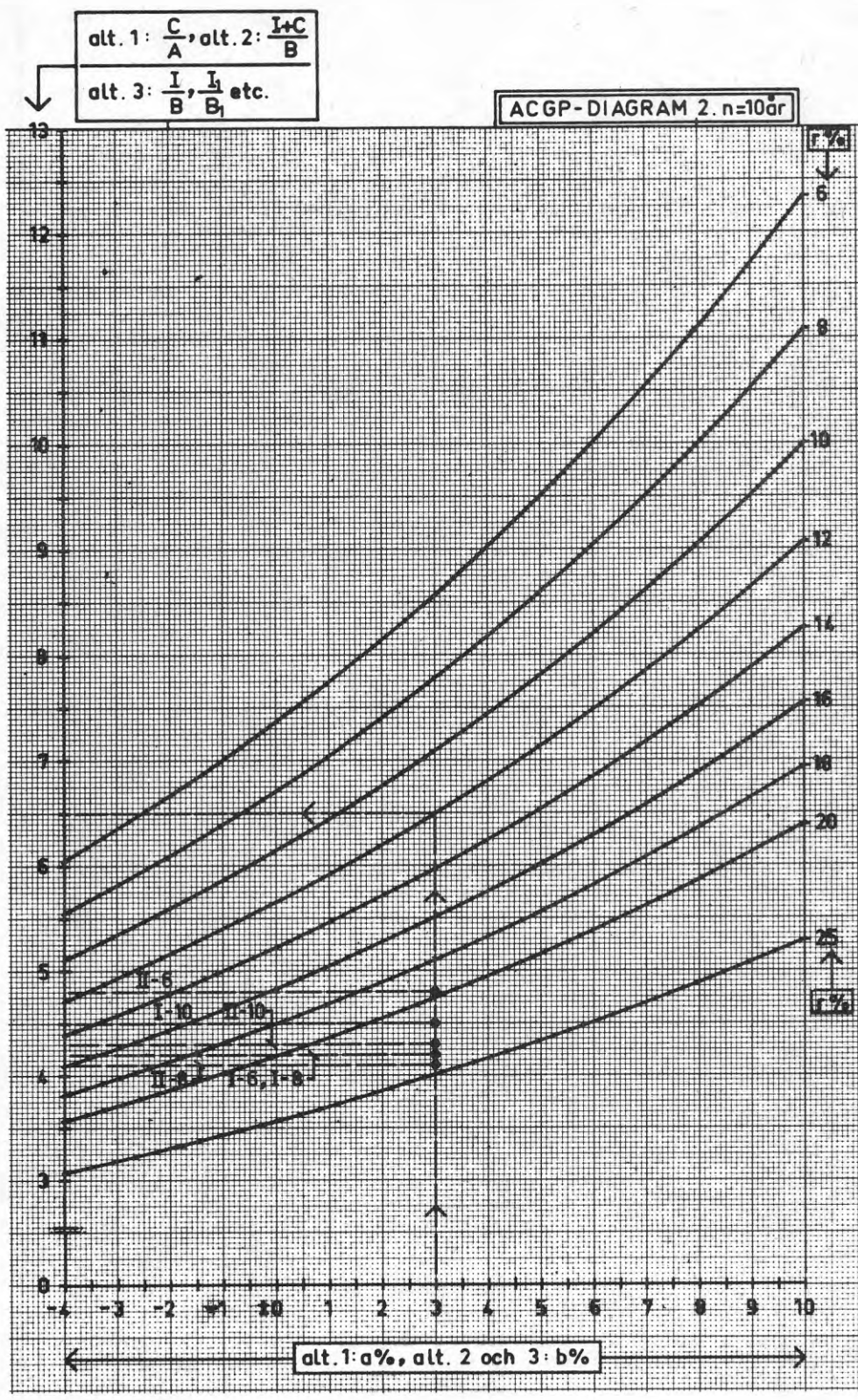
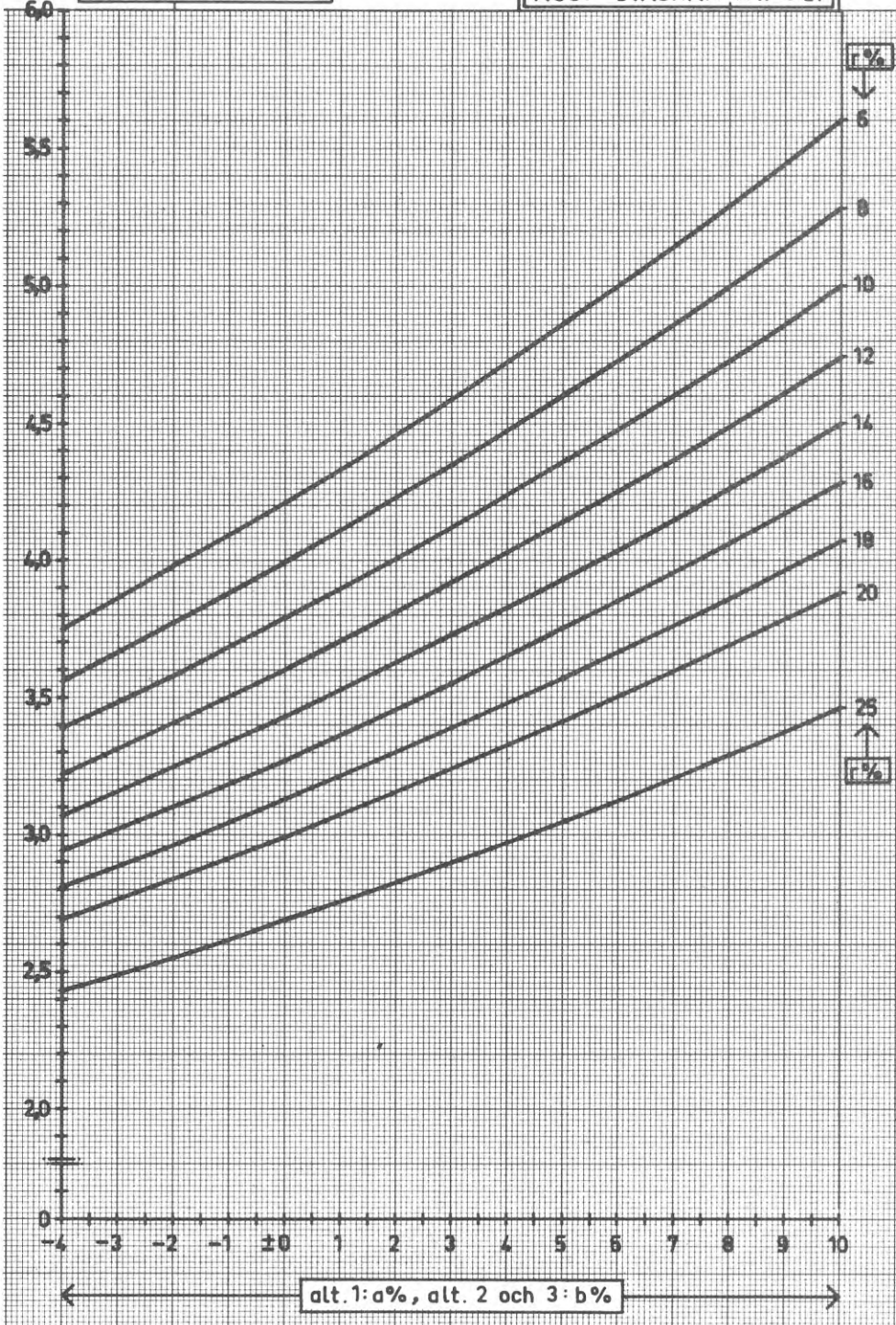


FIG 15

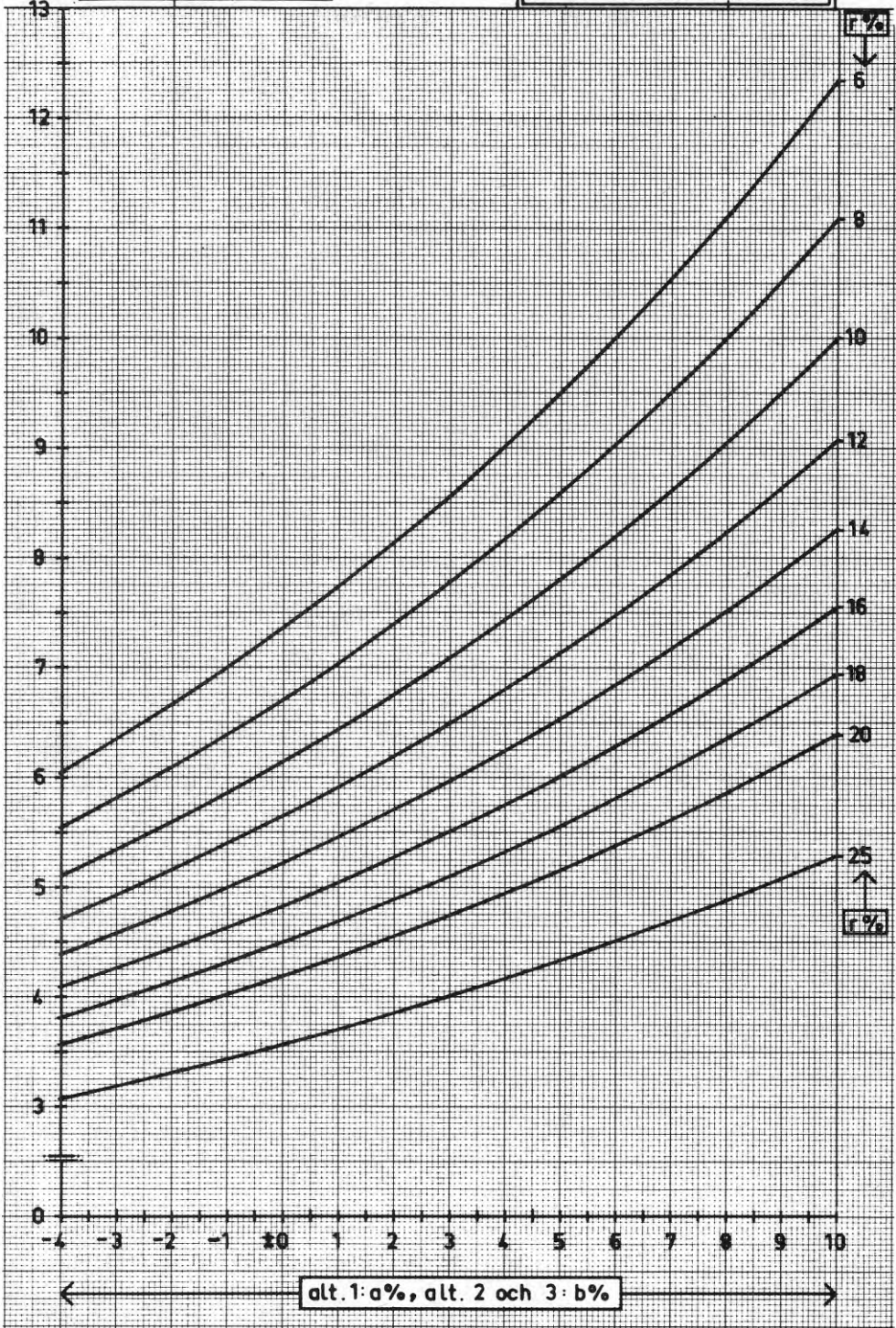
alt. 1:  $\frac{C}{A}$ , alt. 2:  $\frac{I+C}{B}$   
 alt. 3:  $\frac{I}{B}, \frac{I_1}{B_1}$  etc.

ACGP-DIAGRAM 1. n=5 år

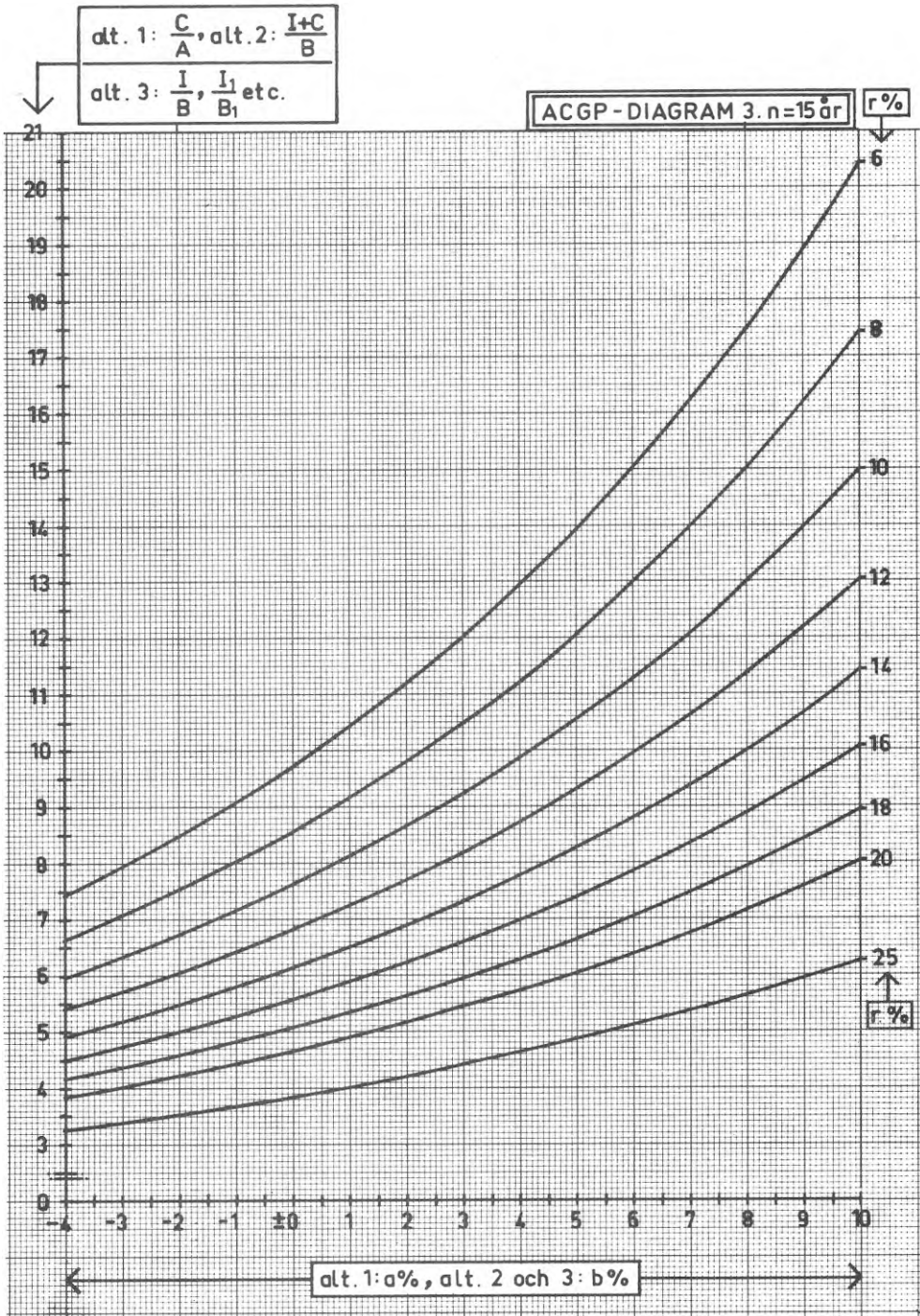


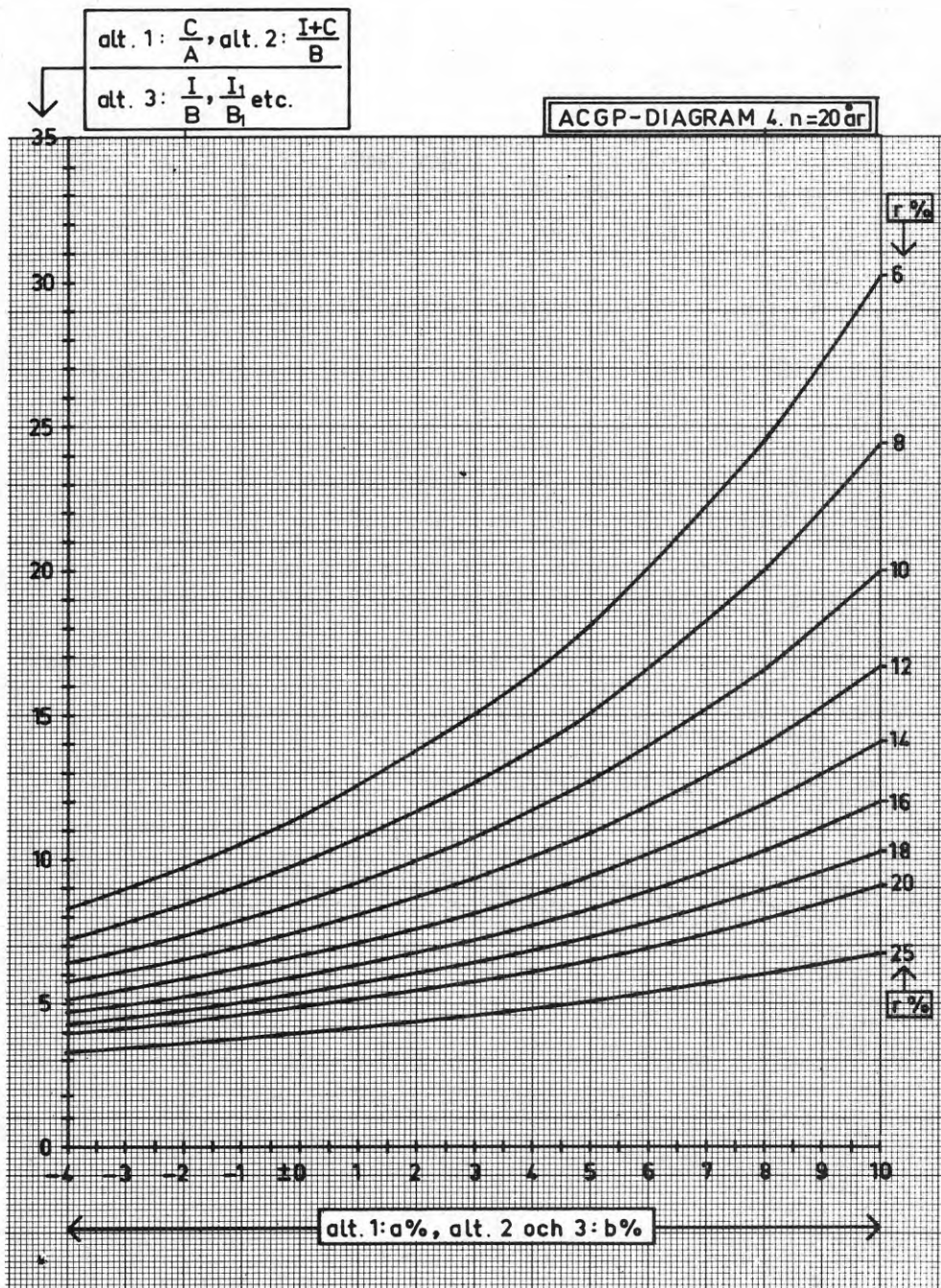
alt. 1:  $\frac{C}{A}$ , alt. 2:  $\frac{I+C}{B}$   
 alt. 3:  $\frac{I}{B}$ ,  $\frac{I}{B_1}$  etc.

ACGP-DIAGRAM 2. n=10år



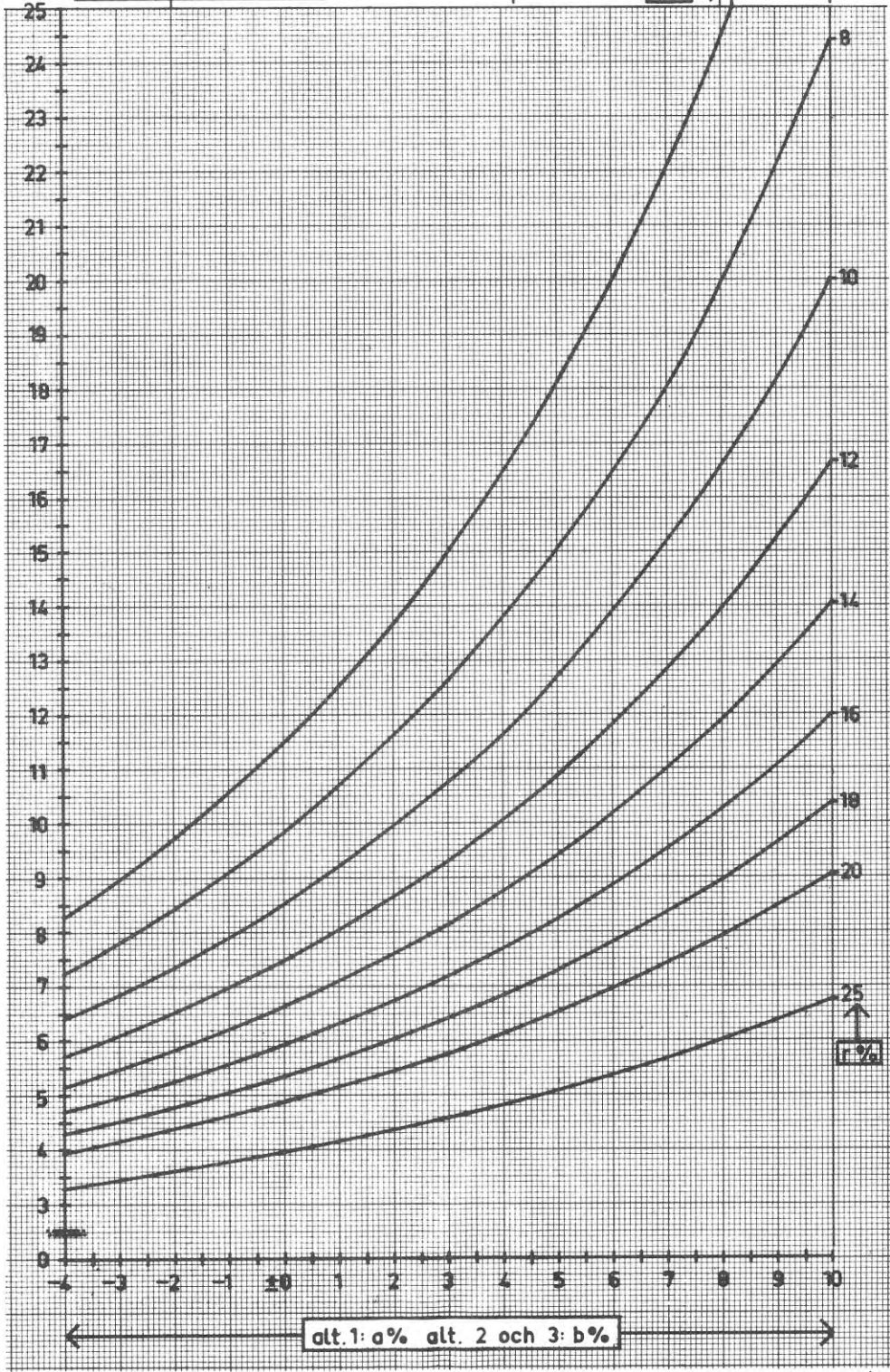




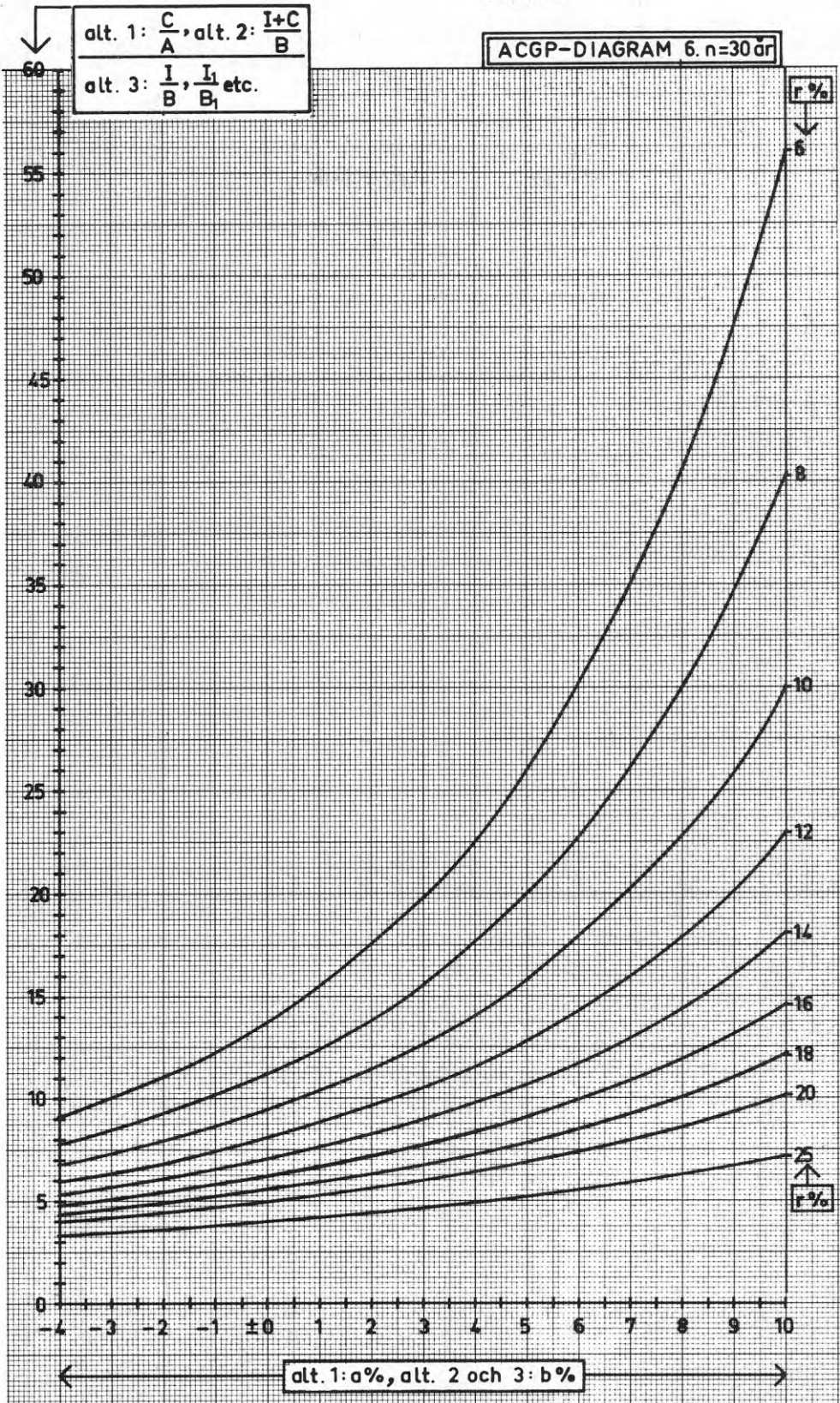


alt. 1:  $\frac{C}{A}$ , alt. 2:  $\frac{I+C}{B}$   
 alt. 3:  $\frac{I}{B}$ ,  $\frac{I_1}{B_1}$  etc.

ACGP-DIAGRAM 5. n=20 år  
 $r\% \rightarrow 6$



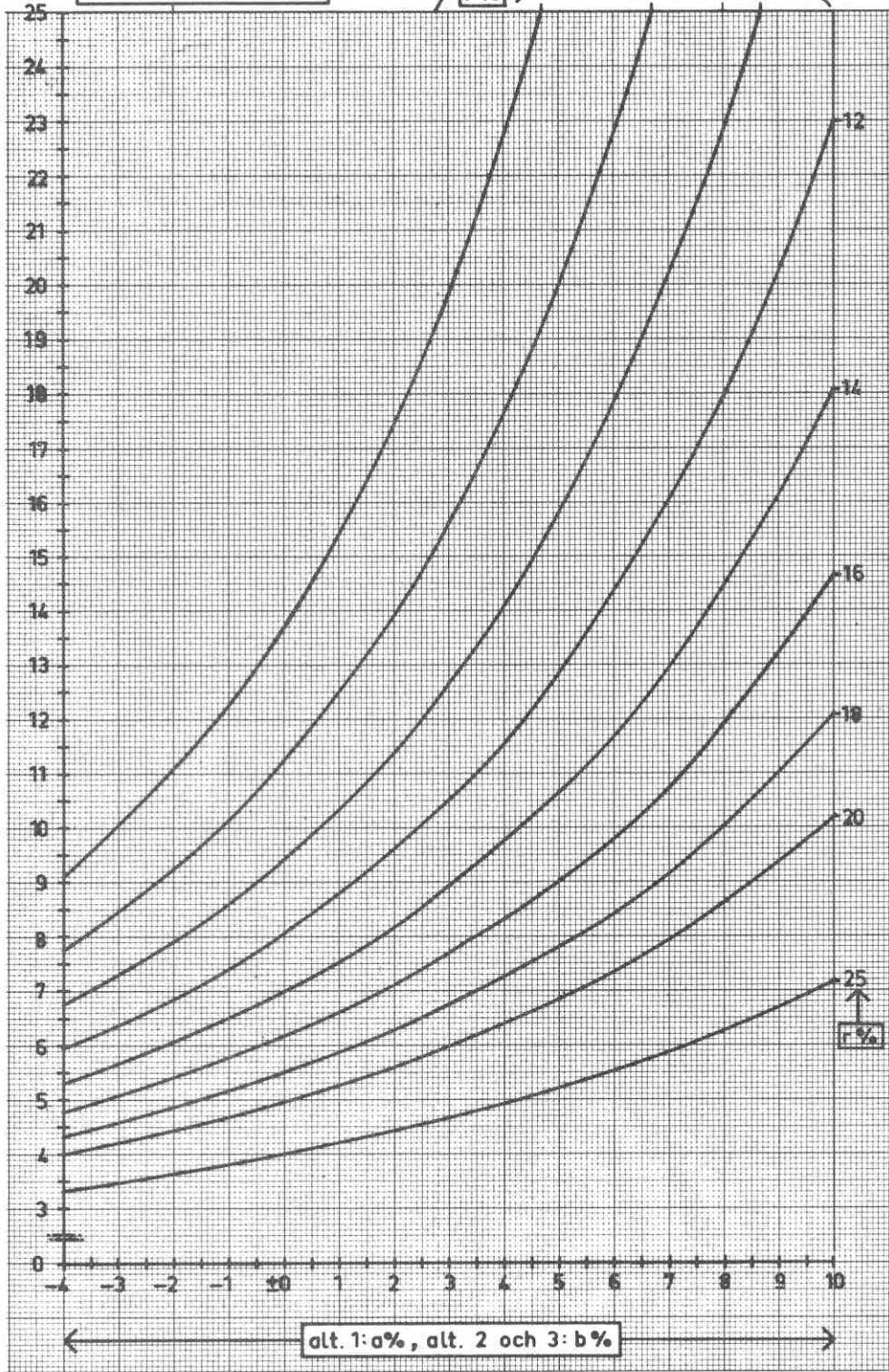






alt. 1:  $\frac{C}{A}$ , alt. 2:  $\frac{I+C}{B}$   
 alt. 3:  $\frac{I}{B}$ ,  $\frac{I_1}{B_1}$  etc.

ACGP-DIAGRAM 7. n=30 år



## BILAGA 2.

## ENERGIFÖRLUSTER GENOM FÖNSTER.

1. Syfte

Syftet med efterföljande material är att ange en beräkningsmodell för fönsters årsvärmebehov som tar hänsyn till:

- antal fönsterglas ( 2 st eller flera)
- fastighetens belägenhet d v s orten
- solvärmeinläckning
- sänkning av rumstemp vid fler än 2 st fönsterglas

2. Förutsättning för tillämpning

Beräkningsmodellen kan endast tillämpas om följande villkor är uppfyllt.

Värmeanläggningen skall fungera så att temperaturen i alla aktuella rum under hela uppvärmningssäsongen kan hållas vid avsett värde oavsett värmeinläckningens storlek.

3. Antal fönsterglas

Värmeegenomgångskoefficienten, k-värdet, minskar med antalet glas. Tabellen nedan visar endast riktvärden.

|         |                               |                |
|---------|-------------------------------|----------------|
| 2-glas. | k = 2,6 W(m <sup>2</sup> · K) | (enl Höglund)  |
| 3-glas  | k = 1,7     "                 | ( " " )        |
| 4-glas  | k = 1,3     "                 | ( uppskattat ) |

4. Fastighetens belägenhet

Värmeförbrukningstal, Q, för de flesta större orter i Sverige finns i litteraturen. Observera att Q här uttrycks i tusental gradtimmar.

5. Solvärmeinläckning

Som bas vid efterföljande beräkningar används 2-glas fönster d v s det fönster som hittills varit standard vid de flesta byggnadsprojekt i Sverige med undantag av växthus.

Med stöd av Höglund: Fönsterteknik, görs följande antagande:

Solvärmeinläckning per normalår minskar med 10 % för varje glas utöver 2-glas

Solvärmeinläckningens storlek är en funktion av bl a:

- det väderstreck mot vilket fönstret är orienterat
- ortens latitud och klimat
- solskyddsanordningar o dyl
- hinder mot strålning såsom byggnader, träd etc

## 5. Solvärmeinläckning (forts)

En sammanvägning av dessa faktorer måste göras från fall till fall per byggnadsprojekt. Solvärmeinläckningens storlek kan därför anses vara oviss varför den betecknas med  $x$  och ges definitionen:

$x$  = reduktion i % av energiförluster per normalår p g a solvärmeinläckning

Betr storleken av  $x$  i Stockholm se exemplet i pkt 9.

## 6. Sänkning av rumstemperaturen

Rumskomforten under uppvärmningssäsongen beror dels på rumsluftens temperatur dels på temperaturen hos rummets begränsningsytor. Den lägsta yttemperaturen finns som regel på fönsters insidor. Genom att denna är relativt låg så har den förhållandevis stor inverkan på rumskomforten.

Med stöd av utredningar utförda inom Statens institut för byggnadsforskning görs följande antagande:

Varje fönsterglas utöver 2-glas möjliggör en sänkning av rumstemperaturen med  $1^{\circ}\text{C}$  utan att rumskomforten härigenom försämras.

Energibesparingens storlek kan beräknas genom att större delen av energibehovet för uppvärmning av en byggnad är direkt proportionell mot temperaturskillnaden mellan inneluft och uteluft.

## 7. Beteckningar

$E$  = energiförlust i  $\text{kWh}/\text{m}^2$  fönsteryta och normalår

$F$  = " " " " " " " " tusen gradtimmar

$Q$  = värmeförbrukningstal för en ort i tusental gradtimmar per normalår

$p$  = antal fönsterglas, lägst 2 st

$k_p$  = värmegenomgångskoefficient  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  vid  $p$  st fönsterglas

$\Delta t$  = medelvärde av temp.skillnaden mellan inne- och uteluft under normalårets uppvärmningssäsong

$x$  = reduktion i % av energiförluster per normalår p g a solvärmeinläckning.

## 8. Beräkningsformler

Den aktuella beräkningsmodellen uttrycks genom:

$$E = Q \cdot F \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$F = k_p \cdot \left(1 - \frac{\Delta t}{100}\right)^{p-2} \cdot \left(1 - \frac{x}{100} \cdot 0,9^{p-2}\right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

## 9. Beräkningsexempel för en fastighet i Stockholm

Hur stor blir minskningen i energiförlust per  $m^2$  fönsteryta och normalår om 2-glasfönster mot nordväst byts mot 3-glasfönster?

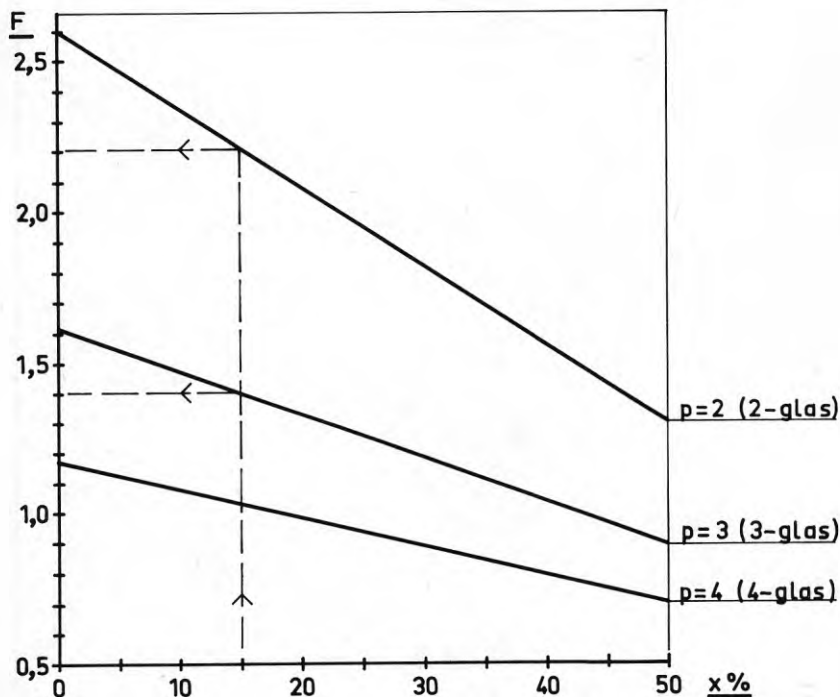
x-värden enl nedan avser Stockholm:

Enl Pleijel = byggnad med fri horisont

Riktvärden = försök till uppskattning av praktiska medelvärden

| Fönster mot       | Enl Pleijel | Riktvärden |
|-------------------|-------------|------------|
| norr              | x = 19      | x = 5-10   |
| nordost, nordväst | x = 27      | x = 10-15  |
| öster, väster     | x = 43      | x = 15-20  |
| sydost, sydväst   | x = 68      | x = 20-30  |
| söder             | x = 78      | x = 30-40  |

Om i Stockholm  $\Delta t$  sätts =  $20^{\circ}$  och i pkt 3 angivna k-värden används kan ekv (2) uttryckas i form av nedanstående diagram.



Sätts  $x = 15\%$  och  $Q = 100$  erhålls:

$$\text{Minskningen i energiförlust} = (2,2 - 1,4) \cdot 100 = \underline{80 \text{ kWh/m}^2 \text{ o normalår}}$$









R40: 1975

Denna rapport hänför sig till forskningsprojekt 288 vid Statens institut för byggnadsforskning. Projektet har finansierats med anslag från Statens råd för byggnadsforskning. Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.

Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm  
Grupp: byggprojektering

Pris: 15 kronor + moms