



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**

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND  
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN  
BIBLIOTEKET

**R18:1976**

**Kostnadsstyrning av  
installationer under  
projekteringskedet —  
statistik- och beräknings-  
modeller**

**Nils Edvardson      Per Ove Hedberg**

**Olle Lindgren      Nils Redegren**

**Barbro Syrén      Lennart Trygg**

**Byggforskningen**

R18:1976

KOSTNADSSTYRNING AV INSTALLATIONER  
UNDER PROJEKTERINGSSKEDET -  
STATISTIK- OCH BERÄKNINGSMODELLER

Redogörelse för undersökningar rörande  
kostnadsstatistik - metoder och tillförlitlighet - samt metoder för kostnadsberäkningar baserade på enhetskostnader i olika skeden av projekteringen

Nils Edvardson  
Per Ove Hedberg  
Olle Lindgren  
Nils Redegren  
Barbro Syrén  
Lennart Trygg

Denna rapport avser anslag 730201-2 från Statens råd för byggnadsforskning till Hugo Theorells Ingeniörsbyrå AB och Wahlings Installationsutveckling AB

Statens råd för byggnadsforskning  
ISBN 91-540-2570-2

Liber Tryck Stockholm 1976

INNEHÅLL	SID NR
FÖRTECKNING ÖVER FIGURER OCH TABELLER	4
BEGREPPSFÖRKLARINGAR	8
LITTERATURFÖRTECKNING	13
1 BAKGRUND - MÅLSÄTTNING	16
1.1 Inledning	16
1.2 Arbetsmetodik	17
1.3 Skedesindelning	27
1.4 Klassificeringssystem	29
1.5 Korrigering av kostnader	31
2 NOGGRANNHETSBEDÖMNING OCH STATISTISKA METODER	38
2.1 Felkalkylens grunder	38
2.2 Statistisk analys	41
3 MODELL 1 TOTALA INSTALLATIONER	47
3.1 Allmänt - Sammanfattning - Rekommendation	47
3.2 Vvs-installationer	50
3.3 Elinstallationer	62
4 MODELL 2-5 RÖRINSTALLATIONER	65
4.1 Allmänt - Sammanfattning - Rekommendation	65
4.2 Modell 2	66
4.3 Modell 3	68
4.4 Modell 4	98
4.5 Modell 5	106
5 MODELL 2-4 LUFTBEHANDLINGSINSTALLATIONER	123
5.1 Allmänt - Sammanfattning - Rekommendation	123
5.2 Modell 2	124
5.3 Modell 3	127
5.4 Modell 4	153
6 MODELL 2-4 STYRINSTALLATIONER	166
6.1 Allmänt - Sammanfattning - Rekommendation	166
6.2 Modell 2	171
6.3 Modell 3	172
6.4 Modell 4	189
7 MODELL 2-4 ELINSTALLATIONER	190
7.1 Allmänt - Sammanfattning - Rekommendation	190
7.2 Modell 2	190
7.3 Modell 3	192
7.4 Modell 4	202
8 RUTINER VID KOSTNADSSTYRNING	222
9 SLUTORD	224

## FÖRTECKNING ÖVER FIGURER OCH TABELLER

<u>Figur/Tabell</u>	<u>Innehåller</u>	<u>Sid nr</u>
1.3:1	Sättaramskedet	28
1.3:2	Hållaramskedet	30
1.5:1	Proc. fördelning av kostnader enligt index H63	34
1.5:2	Entreprenadindex H63/E2, E3 1970-75	35
2.2:1	Fördelningarna av y (kostnaden) för för givna värden på X (t ex dimension)	45
3.1:1	Kostnadssammanställning, sjukhem	49
3.2:1	Kostnad VVS, kontor, kr/m <sup>3</sup>	52
3.2:2	Kostnad VVS, kontor, kr/m <sup>3</sup>	53
3.2:3	Kostnad VVS, kontor, kr/m <sup>2</sup>	54
3.2:4	Kostnad VVS, kontor, kr/anställd	55
3.2:5	Kostnad VVS, kontor, kr/anställd	55
3.2:6	Kostnad värme, kontor, kr/m <sup>3</sup>	56
3.2:7	Kostnad värme, kontor, kr,h/kcal	56
3.2:8	Kostnad luftbehandling, kontor, kr/m <sup>3</sup>	57
3.2:9	Kostnad VVS, sjukhem, kr/m <sup>3</sup>	58
3.2:10	Kostnad VVS, sjukhem, kr/m <sup>2</sup>	58
3.2:11	Kostnad VVS, sjukhem, kr/vårdplats	59
3.2:12	Effektbehov värme, kontor, kcal/h,m <sup>3</sup>	60
3.2:13	Kostnad värme, kontor, kr/m <sup>3</sup>	60
3.2:14	Kostnad värme, kontor, öre, h/kcal	61
3.3:1	Kostnad EL, kontor, kr/m <sup>3</sup>	63
3.3:2	Kostnad ställverk, trafo, kr/m <sup>2</sup>	64
4.3:1	Kostnad radiatorer, kr	71
4.3:2	Kostnad radiatorer+koppl.ledn., kr	72
4.3:3	Kostnad sanitetsenheter, kr	73
4.3:4	Kostnad sanitetsalternativ, kr	74
4.3:5	Sköljrum typ A+B	75
4.3:6	Sköljrum typ C	76
4.3:7	Sköljrum typ D	77
4.3:8	Sköljrumsalternativ, kr	78
4.3:9	Rörkostnader, kr/m	79
4.3:10	Rörkostander, kr/m	80
4.3:11	Rörkostnader, kr/m	81

4.3:12	Rörkostnader, kr/m	82
4.3:13	Isoleringskostnad, rör, kr/m	83
4.3:14	Värmegrupp, typ 1	84
4.3:15	Värmegrupp, typ 2	85
4.3:16	Värmegrupp, typ 3	86
4.3:17	Kostnad värmegrupp 1-3, kr	87
4.3:18	Värmegrupp, typ 4	88
4.3:19	Värmegrupp, typ 5	89
4.3:20	Kostnad värmegrupp 4-5, kr	90
4.3:21	Kostnad pumpmontage, kr/st	91
4.3:22	Kostnad ventilmontage, kr/ventil	92
4.3:23	Kostnad montage och inkoppling av värmeväxlare, kr/apparat	93
4.3:24	Kostnad montage av kärl och cisterner, kr/apparat	94
4.3:25	Kostnad stålrör SIS 1330, kr/m	95
4.3:26	Kostnad rostfria rör SIS 2333, kr/m	96
4.3:27	Kostnad montage av rörsmide, kr/m	97
4.5:1	Lamellhus, våningsplan, radiatorsystem	110
4.5:2	Lamellhus, källarplan, värme	111
4.5:3	Lamellhus, våningsplan, vatten, avlopp	112
4.5:4	Lamellhus, källarplan, vatten, avlopp	113
4.5:5	Lamellhus, specifikt effektbehov	114
4.5:6	Lamellhus, kostnader, värme, kr	115
4.5:7	Lamellhus, kostnader, värme, kr/läg.het	116
4.5:8	Lamellhus, kostnader, värme, öre,h/kcal	117
4.5:9	Lamellhus, kostnader, vatten, avlopp, kr	118
4.5:10	Lamellhus, kostnader, vatten, avlopp, kr/läg.het	119
4.5:11	Lamellhus, kostnader, vatten, avlopp, kr/m <sup>2</sup> (by)	120
4.5:12	Kostnad, värme, öre,h/kcal	121
4.5:13	Kostnad, vatten, avlopp i källare och mark, kr/läg.het	122
5.3:1	Modell 3, luftbehandling	132
5.3:2	Kostnad, enhetsaggregat, kr,h/m <sup>3</sup>	133
5.3:3	Kostnad, enhetsaggregat, kr,h/m <sup>3</sup>	134
5.3:4	Kostnad, enhetsaggregat, kr,h/m <sup>3</sup>	135
5.3:5	Kostnad, enhetsaggregat, kr,h/m <sup>3</sup>	136
5.3:6	Kostnad, enhetsaggregat, kr,h/m <sup>3</sup>	137
5.3:7	Kostnad, enhetsaggregat, kr,h/m <sup>3</sup>	138

5.3:8	Kostnad, enhetsaggregat, kr,h/m <sup>3</sup>	139
5.3:9	Kostnad, enhetsaggregat, kr,h/m <sup>3</sup>	140
5.3:10	Kostnad, oisol. förd.-kanaler, kr/m	141
5.3:11	Kostnad, oisol. förd.-kanaler, kr/m	142
5.3:12	Kostnad, oisol. förd.-kanaler, kr/m	143
5.3:13	Kostnad, oisol. kanalsystem, kr/m	144
5.3:14	Kostnad, oisol. kanalsystem, kr/m	146
5.3:15	Kostnad, isol. kanalsystem, kr/m	147
5.3:16	Kostnad, isol. kanalsystem, kr/m	149
5.3:17	Årskostnad, cirk. kanaler, kr/m,år	150
5.3:18	Årskostnad, rekt. kanaler, kr/m,år	151
5.3:19	Kostnad, blandningsboxar, kr/st	152
5.4:1	Modell 4, luftbehandling	156
5.4:2	Kostnad, oisol. kanaler, kr/m	157
5.4:3	Kostnad, oisol. kanaler, kr/m	158
5.4:4	Kostnad, oisol. kanaler, kr/m	159
5.4:5	Isoleringskostnad, kanaler, kr/m	160
5.4:6	Isoleringskostnad, kanaler, kr/m	161
5.4:7	Isoleringskostnad, kanaler, kr/m	162
5.4:8	Spjällkostnad, kr/st	163
5.4:9	Donkostnad, kr/st	164
5.4:10	Kostnader, detaljer, kr/st och kopplingskanaler, kr/m	165
6.1:1	Gränsdragning, EL-STYR	168
6.3:1	Kostnad, styrventiler, kr	176
6.3:2	Kostnad, motorgrupper, kr/st	177
6.3:3	Kostnad, styr, värme, kr	178
6.3:4	Kostnad, styr, luftbehandling, kr	180
6.3:5	Kostnad, styr, luftbehandling, kr	182
6.3:6	Kostnad, styr, luftbehandling, kr	184
6.3:7	Kostnad, övervakningsfunktioner, kr	186
6.3:8	Kostnad, övervakningsanläggning, kr	188
7.3:1	Modell 3, elinstallationer	194
7.3:2	Kostnad, 1-fasenheter, kr	195
7.3:3	Kostnad, 3-fasenheter, belysning, kr	197
7.3:4	Kostnad, 1-fasenheter och central, kr	199
7.3:5	Kostnad, ställverk, trafo, kr/kVA	200
7.3:6	Kostnad, ansl av motor, kr/kW	201
7.4:1	Modell 4, elinstallationer	210



7.4:2	Modell 4, elinstallationer	211
7.4:3	Kostnad, ledningsstege, teleränna, kr/m	212
7.4:4	Kostnad, tomrör, kr/m	213
7.4:5	Ledningskostnad, EKKL, EKK, kr/m	215
7.4:6	Ledningskostnad, EKKL, EKK, kr/m	216
7.4:7	Ledningskostnad, EKKJ, kr/m	217
7.4:8	Ledningskostnad, AKKJ, FKKJ, kr/m	218
7.4:9	Centralkostnad, kr/st	220

## BEGREPPSFÖRKLARINGAR

Ackord	ersättning som helt eller delvis är beroende av prestationen.
Ackord, bland-	ersättning som delvis är beroende av prestationen.
Ackord, rakt	ersättning som är direkt proportionell mot prestationen.
Administration	organisation, ledning, planering, samordning, beslutsfattande och upphandling samt kontroll.
Á-kostnad	direkt proportionell kostnad för en delprestation.
Alternativkostnad	den kostnad som skulle ha belastat objektet vid en sämre alternativ användning av resursen.
Anbudsunderlag	administrativa föreskrifter, beskrivningar, mängdförteckningar, ritningar och övriga handlingar som ligger till grund för anbud.
Anläggning	avser vanligen byggnad, kraftstation, oljeborrhorn etc.
Anläggningsdel	se "Byggnadsdel".
Anläggningskostnad	se "Anskaffningskostnad".
Annuitet	summan av avbetalning och ränta i slutet av vissa bestämda perioder vid avbetalning av en skuld. Ofta avpassas amorteringsdelen så att annuiteten under hela avbetalningstiden är lika stor.
Anskaffningskostnad	huvudrubrik för total kostnad - såväl indirekt som direkt kostnad - för en byggnad eller annan anläggning, som har samband med dennas uppförande inklusive utredning och projektering.
Á-pris	pris - exklusive mervärdesskatt - för enhet av arbete, avsett att användas för exempelvis beräkning av tillägg till och avdrag från kontraktssumman; priset kan avse antingen samtliga kostnader, inklusive kostnader för räntor och administration samt vinst, för i kontraktshandlingarnas mening färdig enhet av arbete, eller en eller flera delar av kostnaderna; á-prisets omfattning bör framgå av á-prislistans innehåll eller på annat sätt.

Arbete	inbegriper såväl arbetsprestation som därvid använda hjälpmedel, material och varor (materiel).
Arbetskostnad	såväl direkt arbetslön som lönekostnader och diverse till arbetet direkt knutna kostnader.
Arbetslön	Kan vara fast timlön eller ackordslön jrf även "Ackord".
Beräkningsmodell	modell för beräkning och sammanställning av kostnader. I denna utredning avses att beräkningen baseras på å-priser för installationsdelar. Jfr "Enhetskostnadskalkylmodell".
Brukstid	det antal år som en byggnad eller byggnadsdel fyller sin funktion både tekniskt och ekonomiskt.
BSAB-systemet (Byggandets Samordning AB)	informations- och redovisnings-system för byggandet.
Budget	handlingsprogram för framtida verksamhet, uttryckt i ekonomiska termer, t ex en sammanställning av beräknade inkomster och utgifter för en viss period. Differens mellan budgeterat och verkligt belopp kallas budgetavvikelse.
Byggherre	den person, det företag eller den myndighet för vars räkning ett byggnadsarbete utförs.
Byggnadsdelar	fysiska, materiella delar avgränsbara med avseende på delarnas primära tekniska egenskaper i produkten.
Byggprocessen	det totala skeendet för uppförande av en byggnad, omfattande utredning, projektering, byggande och idrifttagning.
Delkostnad	kostnad avseende byggnadsdel, vara, arbete, olika direkta kostnader etc uttryckt i kr per mängdenhet, byggnadsdel, vara etc (enhetskostnad).
Delram	avgränsad och definierad del av totalkostnadsramen.
Direkt kostnad	kostnad som direkt kan påföras viss kostnadsbärare.
Driftkostnad	kostnad för den löpande driften.
Efterkalkyl	kalkyl som görs i efterhand för att fastställa den faktiska kostnaden.

Enhetskostnad	delkostnad
Enhetskostnads-kalkylmodell (kalkylmodell)	modell för beräkning och sammanställning av enhetskostnader baserade på å-priser för installationsdelar.
Entreprenadindex H63	indexmetod gällande beräkning av kostnadsförändringar för husbyggnadsentreprenader.
Entreprenadsumma	kontraktssumman med tillägg och avdrag exklusive mervärdeskatt.
Ekonomisk livslängd	den tidrymd som det lönar sig ekonomiskt att utnyttja en anläggningstillgång.
Funktionskrav	förutsättningar för att dels tänkt verksamhet kan bedrivas i byggnaden dels fordringar enligt gällande lagar och förordningar uppfylls.
Förfrågningsunderlag	det underlag beställaren tillhandahåller för utarbetande av anbud.
Förkalkyl	kostnadsberäkning före ett arbets utförande, baserad på antagna eller uppskattade kostnader.
Hjälpmateriel	materiel som används vid produktionen men inte ingår i den färdiga produkten.
Hålla ram	val av produkter så att största totala nytta erhålls inom angiven kostnadsram, d v s ingen produkt eller produktgrupp får utbytas så att den totala nyttan minskar vid bibehållen ram.
Hållaramskedet	det skede, vari den egentliga projekteringen äger rum. Projektörerna skall i detta skede kostnadsstyra - hålla ram - mot byggherrens valda system och sätta kostnadsram.
Index	statistiska relationstal som kan användas för att uttrycka förhållandet mellan olika värden eller kvantiteter för en och samma företeelse vid olika tidpunkter eller på skilda orter.
Indirekt kostnad	kostnad som indirekt kan påföras viss kostnadsbärare.
Installationskostnad	total kostnad - såväl indirekt som direkt kostnad - för en installation exklusive utredning och projektering.

Investering	kapitalanvändning
Investeringskalkyl	kalkyl som avser att belysa investeringsprojektets lönsamhet.
Investeringskostnad	kostnad för hela investeringen, eller, där så anges för en del därav. Investeringskostnaden omfattar förutom anskaffningskostnaden även kostnader för maskiner, särskild utrustning och lös inredning liksom eventuell kostnad för personal, utbildning och liknande följdkostnader.
Kalkyl	beräkning och sammanställning av kostnader, för ett bestämt objekt, en viss tidsperiod, en viss avdelning, eller en viss verksamhetsgren.
Kostnad	kalkylerat penningbelopp för produktionsfaktorer (varor, tjänster, kapital etc).
Kostnadsstyrning	styrning av produktbestämning med hänsyn till kostnader så att ett önskat förhållande kostnad - värde för produkten erhålls.
Marknadsfaktor	de förhållanden som vid upphandlingstidpunkten orsakas av tillgång och efterfrågan på arbete och arbetskraft, stor eller liten konkurrens, materialtillgång etc marknadsfaktorn uttrycker med andra ord relationen mellan pris och kostnad.
Material	avser produktens kemiska sammansättning och struktur t ex trä, järn, plåt. Används även i allmän betydelse.
Materiel	varor
Nytta, värde	nyttjarens bedömning av en produkt, och vad den i vidaste mening innebär för honom.
Optimering	bästa förhållande mellan samverkande faktorer.
Parameter	hjälpstorhet för att skriva om ett funktionssamband i annan lämpligare form.
Pris	det penningbelopp som produktionsfaktorerna (varor, tjänster, kapital etc) betingar vid tillfället för köp eller försäljning.
Produktionsmängd	total mängd material inklusive spill etc som åtgår för att erhålla fullt färdig konstruktion.

Produktmängd	mängd av produkt som bl a kan definieras enligt BSAB-systemets Produkttabell 1 och Produkttabell 2.
Projektkostnad	investerings- och driftkostnad.
Projektörer	specialister inom olika fack som anlitas för att utforma t ex en byggnad så att den motsvarar byggherrens krav och myndigheternas föreskrifter.
Regressionsanalys	studium av en eller flera variablers inverkan på undersökningsvariabeln t ex kostnadsvariabeln.
Skede	avgränsad del av byggprocessen.
Spridning	variation för olika data, t ex mängd, pris, kostnad.
Statistik	undersökning av massföreteelser på grundval av sifferuppgifter.
Statistikmodell	modell för beräkning av kostnader där underlaget utgörs av kostnadsuppgifter grundade på erfarenhet eller statistik för en definierad verksamhet.
Systemskiss	skiss över ett installationssystem inpassning i en byggnad.
Sätta ram	fastställd kostnadsram inom vilken angivna krav på produkter och resurser skall innehållas.
Sättaramskedet	det skede, vari görs den kostnadsanalys, som föregår systemval och ramsättning.
Teknisk livslängd	den tidrymd under vilken en anläggnings tekniska data eller prestation med rimliga insatser kan hållas på en godtagbar nivå.
Totalkostnad	se "Anskaffningskostnad".
Variabel	en storhet som kan antaga olika värden och som har ett funktionssamband med en eller flera andra variabler.
Varor	materiel, jfr även material.
Värde	se "Nytta".
Årskostnad	summan av årliga kapitalkostnader (avskrivning + ränta) och årliga drift-, underhålls- och städningskostnader (fortsättningskostnader).

## LITTERATURFÖRTECKNING

- Att styra projekt.  
K-kontur 3-4 (1972)
- Barret, A  
Kostnadskalkylering och kostnadsstyrning  
1961-75, en litteraturinventering.  
Statens råd för byggnadsforskning,  
Stockholm 1976  
T2:1976
- Kostnadskalkyl på förslagshandlingar.  
Byggmästaren 49 (1970)
- Brunskog, Erik  
Kostnadsberäkningar och kostnadsstyrning -  
systematik och metod.  
KFAI Stockholm 1969.
- BSAB-systemet  
Byggandets Samordning AB  
Stockholm 1972.
- Byggnadsstyrelsen, Anvisning nr 6  
April 1967  
Kalkylering och kostnadsstyrning av projekt
- Byggnadsstyrelsen. Rapport 13:3  
Produkt- och resursdata.
- Byggnadsstyrelsen. Rapport 78.  
Metoder för kostnadsstyrning.
- Byggnadsstyrelsen. Rapport 79.  
Årskostnader.
- Byggnadsstyrelsen, Rapport 99  
Analys av årskostnader (mars 1973)
- Davis  
Belfield  
Everest  
Spon's mechanical and electrical services  
price book.
- Dinning, Thomas N.  
Factored system för Pricing Piping Instal-  
lations.
- Edvardson, Nils G.  
Kostnadsstyrning av installationsanläggning-  
ar.  
Installationsledare AB 1972, Stockholm
- Eriksson, Rolf  
Kostnader för byggnadsdelen - missvisande  
beslutsunderlag,  
Byggnadsindustrin nr 28, 1973.
- Ett informationssystem för byggprocessen.  
5-företagsgrupper Byggförlaget 1970.

- Frics, James N.  
Guide to cost planning and cost control.  
The Architect's Journal 3 nov. 1965.
- Greger, I.  
Eriksson, B.  
Morberg, G.  
Kostnadsstyrning.  
Byggmästaren 48 (1969)
- Ischebeck, M.  
Moderne Methoden des Rechnungswesens in  
Heizungs- und Sanitärbereichen.
- Isotalo, S.  
Mildner, E.  
Kostnadsåterföring i byggprocessen.  
Byggmästaren 6 (1967)
- Karlsson, G.  
Nytt kalkylsystem  
Elektriska Installatörsorganisationen.
- Kommunförbundet  
K-Konsult  
Sätta ram - hålla ram.  
Planering, genomförande och uppföljning av  
byggprojekt.  
Kommunaktiebolaget Stockholm 1971.
- Kostnadsstyrning av byggande  
Styrgrupp, Statens råd för byggnadsforskning  
(sept. 1973).
- Kostnadsstyrning av installationer  
Programgrupp, Statens råd för byggnadsforsk-  
ning (febr. 1973).
- Käck, G.  
Att beräkna kostnaderna med statistisk kalkyl.  
Husbyggaren 10 (1968)
- Lindgren, O.  
Tidig upphandling av rörledningsanläggningar  
(dec. 1973).
- Lundgren, Sture.  
Sätta ram och hålla ram med tyngdpunkt på in-  
stallationssidan.  
Byggnadsstyrelsen 1972.
- Nordisk kontakt om statsbyggeri. Rapport 1971:4.  
Projektstyrning, byggherrens kalkylmetoder.
- Peterson, F.  
Ekonomi och VVS.  
Team 1972.
- Pühringer, J.  
Metodkalkyl. Kalkylstyrning - styrningskal-  
kyl.  
5-företagsgruppen 1971.



Renck, O.

Pettersson, K-H.

Investeringskalkyler.  
Kompendium KTH.

Sophisticated cost control.

Consult. Engineering 34 (1970).

STFL-TLI kursverksamhet. 1967.

Ekonomi i byggprocessen - kalkylmetoder.

Statens Institut för byggnadsforskning, Rapport R 22:  
1972.

Installationer i vårdbyggnader - krav och strukturer.

Statens råd för byggnadsforskning. Programskrift 15.

Produktbestämningen i bebyggelseprocessen.

## 1 BAKGRUND - MÅLSÄTTNING

### 1.1 Inledning

Bakgrund. - Detta byggforskningsuppdrag är grundat på de intentioner som framlades av BFR:s programgrupp för "Kostnadsstyrning av installationer". Programgruppen hade till huvuduppgift att initiera olika utvecklings- och forskningsuppgifter rörande kostnadsstyrning av installationer. Två av de uppgifter gruppen prioriterade var kostnadsberäkningar och kostnadsstatistik. Dessa sammanslogs senare till ett uppdrag att utföras av en arbetsgrupp med deltagare från Hugo Theorells Ingeniörsbyrå AB och Wahlings Installationsutveckling AB. Att de båda uppgifterna lagts på en och samma utredningsgrupp beror huvudsakligen på att kostnadsbedömningen under projekteringsskedet ofta grundar sig på en blandning av kostnadsberäkningar och kostnadsstatistik, och att därför problemställningarna är så likartade att de bör lösas gemensamt,

Aktualitet. - Installationerna i en byggnad blir alltmer omfattande och komplicerade och tar en procentuellt allt större del av den totala såväl investerings- som årskostnaden i anspråk. Detta har medfört ökade krav på kostnadsmedvetenhet hos alla inblandade i installationsprocessen, brukare, byggherrar, projektörer, entreprenörer och förvaltare.

Kravet på kortare projekterings- och byggnadstider har ökat avsevärt under senare år. Speciellt gäller detta för produktionsanläggningar av olika slag. Detta förhållande försvårar såväl de tidiga kostnadsbedömningar (kalkyler) som skall ligga till grund för projektets budget som den senare kostnadsstyrningen. Kraven och pressen på den kostnadsansvarige i projektet eller delprojekten ökas som en följd härav.

Kravet på såväl en korrekt budget som att projekteringen skall ske mot denna betyder att man i varje skede av byggprocessen bör kunna bestämma, styra och kontrollera installationskostnaderna. För närvarande finns inte några generella modeller eller metoder för att bestämma kostnaderna för installationerna. Forsknings- och utvecklingsarbeten inom detta område har heller inte gjorts i någon större omfattning.

De kostnadsbedömningar som idag görs på ett tidigt stadium av ett projekts tillblivelse grundar sig främst på de kunskaper, erfarenheter och "statistik" som finns hos enskilda personer och företag. Vanligen anges sådana erfarenhetsvärden som total installationskostnad som funktion av byggnadsvolym, verksamhetsyta, effektenhet, produktionsenhet eller dylikt. Noggrannheten i på sådant sätt angivna totalkostnader är så gott som omöjlig att ange, vilket också kommer att framgå av redovisningen i denna rapport.

För att med tillfredsställande noggrannhet kunna bestämma, styra och kontrollera ett projekts kostnader, krävs kunskap om de verkliga kostnaderna för alla olika delar av en installation samt vilka faktorer som påverkar dessa kostnader. Denna kunskap kan erhållas endast genom ett kontinuerligt kalkyleringsförfarande. Man erhåller då ett underlag som kan användas för bedömning av kostnader i olika skeden och på olika noggrannhetsnivåer samt kan utveckla metoder för styrning och kontroll av installationskostnaderna.

Målsättning. - Målsättningen med denna rapport har varit att utarbeta riktlinjer för bestämning, styrning och kontroll av installationskostnader. Härmed avses ej installationernas årskostnader eller projekterings- och övriga byggherrekostnader.

Framtaget material gör inga anspråk på att vara fullständigt och täcka alla tänkbara installationslösningar, utan är i första hand avsett som ett förslag till hur beräkningsmodeller skall byggas upp för att vara användbara och ge rimlig noggrannhet.

De kostnadsexempel ("figurer") som redovisas i denna rapport är baserade på för varje exempel särpräglade förutsättningar. Utan att känna till dessa och övriga kostnadspåverkande faktorer kan "figurernas" kostnadsuppgifter ej användas med betryggande säkerhet. Alla kostnadsdata skall följaktligen i första hand ses som exemplifiering på utformning och användning av de kostnadsmodeller som redovisas i rapporten.

Rapporten vänder sig i första hand till installationsprojektörer som ett hjälpmedel för kostnadsbedömningar. Framtaget material är avsett att användas under själva projekteringen för att ge möjlighet till en kontinuerlig kontroll av hur olika systemlösningar och produktval påverkar installationskostnaden. Vidare är förhoppningen att materialet skall kunna vara till hjälp vid kontakter och kostnadsdiskussioner med beställare, arkitekter och andra inom byggnadsbranschen.

## 1.2 Arbetsmetodik

Statistikmodeller. - Syftet med denna del av utredningen har varit att utarbeta modeller för hur kostnadsstatistik bör byggas upp för att kunna användas vid kostnadsbedömningar i samband med beslut om ett projekts tillblivelse. Utredningsarbetet har koncentrerats till att klarlägga vilka uppgifter som skall ingå i statistiken och vilken detaljeringsgrad som erfordras.

För att statistik skall kunna utnyttjas för kostnadsbedömningar måste de kostnadspåverkande faktorerna på lämpligt sätt ingå som variabler i den valda modellen. Exempel på sådana variabler är effekter, flöden, dimensioner, väldefinierade verksamheter m m. Vidare är någon form av koppling till byggnadens utformning nödvändig. Utsträckning av ledningsnäten, val av centralutrustning och platsutrustning m m påverkar i hög grad kostnaderna.

De uppgifter om statistikmodeller som insamlats avsågs att analyseras med hänsyn till bl a nedanstående punkter.

- . Indelning av de olika statistikobjekten i olika nivåer med hänsyn till bl a
  - systemtyper
  - effekter
  - flöden
  - byggnadstyper
- . Sättet för insamling av data
- . Sättet för bearbetning av data
- . Typ av källmaterial som använts (anbud - lägsta pris, medelpris eller efterkalkyl)
- . Hur statistiken strukturerats. Motiv för valt system
- . Om sättet att utforma statistik påverkade sättet att få anbudspriser uppdelade
- . Vem som samlat in, bearbetat och tillhandahållit statistikuppgifterna
- . Hur statistiken hölls aktuell

Med utgångspunkt från bl a analysen av svaren på ovanstående frågor skulle kraven på och sättet att utforma statistikmodeller formuleras.

De förfrågningar och kontakter som gjorts med ovanstående målsättning gav ett negativt resultat. Den statistik som förs- eller kom till vår kännedom - är baserad på de konventionella, enkla variablerna effekter, flöden, byggnadsvolymer kombinerat med enkla uppgifter om anläggningens tekniska utformning såsom t ex egen panncentral, fjärrvärmanslutning, fuktning, kyla etc.

Beräkningsmodeller. - Den del av utredningen som gäller kostnadsberäkningar, baserade på enhetskostnader, har för samtliga de aktuella installationerna bedrivits enligt följande plan.

- Insamling av så många modeller som möjligt från marknaden d v s från byggherrar, projektörer, entreprenörer och förvaltare.
- Modellerna som insamlas skall gälla sättaram- och hållaramskedet. I samband med att material erhållits har nyttjaren intervjuats med avseende på erfarenheter m m.
- Analys av modellerna med hänsyn till bl a nedanstående punkter.
  - Kostnadsberäkningarnas detaljeringsgrad med hänsyn till olika projekteringsskeden.
  - Systemprinciper för kostnadsberäkningsmodeller.
  - Hur väljs kostnadsberäkningstillfällen?
  - Krav på ritningar och beskrivningar med hänsyn till kostnadsberäkningar.
  - Hur skall kostnadsstyrningsimpulser snabbast påverka projekteringen?
  - Jämförelseförfarande mellan kostnadsberäkningar och budget.
  - Erforderligt underlag och ingångsdata vid kostnadsberäkningar.
  - Upphandlingsformens inverkan på kostnadsberäkningarna.
  - Påslag vid kostnadsberäkningar för fel och brister i handlingar m m.
  - Påslag för komponenter, delar, tillbehör etc med olika detaljeringsgrad i kostnadsberäkningen!
  - Konsekvenser för kostnadsberäkningsmodellerna vid eventuell budgetändring.
  - Hur har totalkostnadsaspekten beaktats i kostnadsberäkningarna?
  - Noggrannhets- och detaljeringsgrader i förhållande till säkerhetskrav vid kostnadsstyrning.

Med utgångspunkt från analysen har klarlagts hur många beräkningsmodeller som erfordras inom varje installationsavsnitt. Målsättning och krav på modellerna har därefter formulerats.

### 1.2.1 Intervjuer

I början av utredningsarbetet har en hel del kontakter knutits såväl internt inom företagen som externt med representanter för olika förvaltningar etc. Avsikten har främst varit att undersöka vilka direkta kalkylmetoder som används vilka eventuella modeller för kostnadsstyrning som finns samt hur kostnadsstatistik insamlas och bearbetas. För att vid dessa intervjuer erhålla jämförbara svar har ett frågeformulär utarbetats. Frågorna har varit avsedda att täcka såväl kostnadsberäkningar som kostnadsstatistik, vilket betyder att inte alla frågor varit tillämpliga på samtliga intervjuade personer.

Internt har dels personer på respektive kalkylavdelning, vilka är vana att utföra kostnadsberäkningar i olika skeden av projekteringen, intervjuats, dels projektledare och motsvarande, vilka huvudsakligen arbetar med kontroll och styrning av installationskostnader under projekterings-tiden. Externa intervjuer har gjorts på SPRI:s byggnadsavdelning och Byggnadsstyrelsens kalkylavdelning, de två instanser som normalt redovisar alla kostnader för de byggnadsobjekt, som där planeras och projekteras.

Enligt byggnadsingenjör Klas Lundberg på SPRI:s byggnadsavdelning görs kostnadssammanställningar för samtliga objekt som byggs i Landstingens regi, d v s sjukhus, sjukhem o dyl, men materialet bearbetas inte statistiskt.

Installationskostnaderna redovisas i kr/m<sup>2</sup> (verksamhetsyta) och kr/m<sup>3</sup> (byggnadsvolym). Kostnadsbedömningar grundar sig huvudsakligen på verksamheten i lokalen och görs av ett fåtal personer med goda kunskaper i och lång erfarenhet av kostnadsfrågor. Sådana kostnadsbedömningar uppgavs ge en "nittioprocentig" noggrannhet. För närvarande pågår inom SPRI ett arbete med att dokumentera arbetsmetodiken enligt ovan så att den blir tillgänglig och användbar även för utomstående.

Enligt ingenjör Sture Lundgren, tidigare vid Byggnadsstyrelsens kalkylavdelning, följs samtliga KBS-projekt upp från kostnadssynpunkt. Statistikuppgifter används vid kostnadsberäkningar under hela projekterings-tiden som komplement till kalkyler baserade på å-kostnader. Statistikuppgifterna hålls aktuella genom bl a entreprenadindex H 63.

Byggnadsstyrelsen kräver kontinuerlig kostnadsredovisning av sina konsulter under projekterings-tiden. Man kräver också att kalkylerna grundar sig på verkliga mängder så att angivna kostnader kan kontrolleras. Man godtar således inte procentuella påslag för fel och brister i underlaget.

De uppgifter och det material som erhållits vid intervjuerna har studerats och beaktats i det fortsatta utredningsarbetet.

De standardfrågor som ställts vid de olika intervjuerna framgår nedan.

Intervjufrågor rörande kostnadsberäkningar och kostnadsstatistik

1. Förekommer organiserad insamling av statistikuppgifter?  
Förekommer slumpmässig insamling av statistikuppgifter?
2. För vilka objekt insamlas statistikuppgifter?  
På vilka parametrar grundas statistikuppgifterna?  
Vilka objekt kan anses lämpliga för statistisk behandling?  
Vilka objekt kan anses olämpliga för statistisk behandling?
3. För vilka installationer insamlas statistikuppgifter?  
På vilka parametrar grundas statistikuppgifterna?  
Vilka installationer kan anses lämpliga för statistisk behandling?  
Vilka installationer kan anses olämpliga för statistisk behandling?
4. Hur utnyttjas statistiken?  
till kostnadsberäkningar?  
till kostnadsstyrning?
5. Vilken noggrannhet har statistikuppgifterna?
6. Hur hålls statistiken aktuell?
7. I vilka skeden utförs kostnadsberäkningar baserade på mängder?
8. Vilket underlag krävs i de olika skedena?
9. Hur ändras beräkningarnas detaljeringsgrad i de olika skedena?
10. Vilken noggrannhet i beräkningarna kan man förvänta sig i de olika skedena?

11. Beräknas ingående komponenter med olika detaljeringsgrad beroende på hur frekventa de är?
12. Hur ändras påslaget i de olika skedena?
13. Vilken noggrannhet kan erhållas i påslaget?
14. Hur jämförs kostnadsberäkningar utförda vid olika tidpunkter med hänsyn till prisutvecklingen?

#### 1.2.2 Insamling av material

Parallellt med intervjuer av personer som har erfarenhet av kostnadsberäkningar har tillgängligt material insamlats. Vid sidan av å-priser för olika produkter har kostnadssammanställningar för olika installationer i nyproducerade byggnader varit lättast att erhålla. Några modeller för beräkning av kostnader för större enheter i olika installationer fanns vid detta tillfälle ej tillgängliga. Däremot kunde man i många fall ange en eller flera viktiga kostnadspåverkande faktorer till vilka hänsyn bör tas vid upprättande av modeller. De mest systematiserade beräkningarna av enhetskostnader för mindre enheter har utförts av Elektriska Installatörsorganisationen (EIO). EIO:s kalkylnyckel för anbuds-kalkylering och EIO:s cirkapriskurant för beräkning av kostnader vid tillkommande och avgående mängder torde idag, vid sidan av Rörledningsfirmornas Riksförbunds kalkylnormer, så som de anges i R:s nettoprislista, blad 0.10 och 0.11, vara de mest utvecklade kalkylsystemen av entreprenörsmodell för noggranna kostnadsberäkningar på färdiga bygghandlingar. R:s kalkylnorm, kalkylnyckeln och även cirkapriskuranten ger stor noggrannhet vid kostnadsberäkningar i slutet av hållaramskedet och redovisas som modell 4 i denna utredning.

Materialet i kalkylnyckeln och cirkapriskuranten utgör vidare en god grund vid beräkning av kostnader för större enheter, modell 3.

En utomordentligt stor fördel med dessa två branschorganisationers offentliga kalkylsystem är - förutom tillgängligheten för alla parter -

att de allmänt används vid entreprenadkalkyler  
 att ständigt aktuella materielprislistor finns tillgängliga  
 att arbetskostnaderna bygger på kollektivavtalet  
 att kalkylmetoderna är accepterade av alla parter.



Statistikmodeller där systematisk kontroll utförs och där de kostnadspåverkande faktorernas inverkan på valda variabler studeras har ej kunnat erhållas. Däremot har en mängd tumregler och erfarenhetsdata kunnat inhämtas.

I de flesta fall utnyttjas dessa tumregler och erfarenhetsvärden med viss försiktighet. Man är medveten om den stora spridningen, men man har ofta en viss känsla för bakomliggande kostnadspåverkande faktorerers inverkan på "modellens" resultat.

Motsvarande enhetlighet - eller öppenhet - återfinns inte inom områdena luftbehandlings- och styrinstallationer. Speciellt när det gäller luftbehandlingsområdet är detta såväl förvånande som beklagligt. Förhållandet har givetvis påverkat detta utredningsarbete i negativ riktning. Om några kostnadsuppgifter i databladen avsevärt avviker från någons erfarenhet är det inte uteslutet att orsaken är att finna i ovanstående förhållande.

På styrsidan har man tidigare på flera håll försökt systematisera och kostnadsberäkna delar av styrsystem. Med hänsyn till den stora mängd varierande styrsystem som finns har man dock i många fall återgått till kalkyler baserade på ingående enskilda komponenter.

Vad gäller den s k modell 5 - snabbkalkylmetod för beräkning av kostnader för rörinstallationer i speciellt bostadshus - har såväl idé som basmaterial erhållits från AB Nordiska Värme Sana (NVS). NVS har därvid inte angivit några begränsningar i vår rätt att använda deras material. Vi har emellertid i denna rapport begränsat oss till att ange sättet för snabbkalkylens uppbyggnad samt några exempel på de olika typer av diagram som kan utarbetas. Direktör John M Åkerlund har härvid varit oss till stor hjälp.

### 1.2.3 Formulering av modeller

Efter inventering och analys av befintligt material har beräknings- och statistikmodeller utarbetats för styrning av installationskostnader under sättram- och hållaramskedena.

Till grund för modelluppbyggnaden ligger de kalkylmetoder och prislistor för varor och arbeten, som för närvarande finns tillgängliga för olika typer av installationer.

Med utgångspunkt från detta underlag har kostnaderna för allt större installationsenheter byggts upp med hänsyn till funktion och standardnivåer och med angivande av de ingående faktorer, som i första hand påverkar kostnaderna. Varje sådan uppbyggd enhet innebär en förenkling av den ursprungliga kalkylen och en försämring av den noggrannhet som kostnaden kan anges med i en slutkalkyl grundad på färdiga handlingar.

Uppbyggnaden av dessa modeller för olika tidsskeden har lett fram till allt större installationsenheter som kostnadsbärare och dessa har i sin tur lagts till grund för hur statistikmodellerna bör byggas upp. Detta innebär att vi i stort sett frångått den typ av statistikmodeller som idag finns tillgängliga och som huvudsakligen utnyttjar kostnadsbärare, som är att hänföra direkt till byggnaden, exempelvis byggnadsyta och byggnadsvolym, och ej till installationerna.

Målsättningen med och kraven på modellerna har varit flera. Den främsta målsättningen har varit att kunna minimera tidsåtgången för och fastställa felet i de kostnadsbedömningar, som görs i olika skeden av projekteringen. De krav som ställs på modellen är bl a att den indelning av de olika installationerna som görs skall vara praktiskt användbar för nyttjaren. Exempelvis skall den ge möjlighet till kostnadsbedömning av alternativa lösningar, när det gäller såväl system, produkter som material.

Att vi anser att man i ett så tidigt skede som möjligt i ett projekts tillblivelse bör göra kostnadsberäkningar baserade på uppmätta eller uppskattade mängder beror på att vi inte funnit exempel på någon tillförlitlig statistikmodell som kan ges en generell tillämpning.

Därest en byggmästare eller ett bostadsföretag bygger identiskt lika bostäder eller ett landsting identiska vårdanläggningar kan givetvis dessa parter skaffa sig en egen statistik över dessa kostnader - så sker också. De kostnadspåverkande faktorerna är emellertid fler och har större betydelse än många tror. Man kan t ex lätt medelst basmaterialet till modell 5, avsnitt 4.5 visa att kostnaderna för identiskt samma värmeinstallation i en och samma lägenhetstyp är 32% dyrare i en 2-vånings- än en 6-våningsbyggnad. Även byggnadens längd är en kostnadspåverkande faktor. Dessa förhållanden har, såvitt vi förstår, inte tidigare beaktats vid statistisk bearbetning.

Med identiskt samma sanitära utrustning kan man vidare få kostnaderna att variera med  $\pm 10\%$  vid olika placering av våtenheterna. Med andra ord - den arkitektoniska lösningen av huset påverkar ofta kostnaderna mer än installationens systemlösning.

Statistikmodeller samt aktualisering av statistik för installationer med hänsyntagande till alla kostnadspåverkande faktorer är ej möjligt för enskilda företag med normal spridning på såväl verksamhet som uppdragsgivare. Statistik torde endast med tillfredsställande noggrannhet kunna föras av företag som kontinuerligt bygger anläggningar för liknande ändamål. Man bör härvid beakta de kostnadspåverkande faktorerna i långt högre grad än vad som nu är fallet. Inte minst bör man beakta att statistik är "historia" och att "historien aldrig upprepar sig".

Observeras bör att kostnadsinformation på basis av statistik som regel bara kan ligga till grund för beslut om ett projekts tillblivelse eller ej, preliminära anslagsäskanden eller preliminära lönsamhetsanalyser. Statistikkostnader kan aldrig ligga som bas för kostnadsstyrning med viktiga alternativkostnadsanalyser.

Av ovan sagda framgår sammanfattningsvis att

- Modeller för statistikbehandling av installationskostnader går att utarbeta
- Modellerna blir som regel så komplicerade att enskilda som inte seriebygger eller -projekterar ej kan förväntas nå acceptabel noggrannhet inom ramen för en lönsam satsning.
- Statistikbehandling - därest branschen önskar statistikuppgifter - om möjligt bör ske i ett centralt organ.
- Modeller för kostnadsberäkningar baserade på olika stora enheter beroende på skede synes vara det lämpligaste.
- Dessa beräkningsmodeller i princip har generell användning för alla anläggningstyper.

#### 1.2.4 Test av modeller

Statistikmodeller. - De "modeller" (erfarenhetsdata och tumregler) som insamlats redovisar vanligen installationskostnader för hela anläggningar, således ej uppdelat på ledningsnät, central- och platsutrustning, som funktion av volymer eller ytor.

En analys av möjliga felmarginaler inom de olika delarna av en luftbehandlingsinstallation vid låsta komfort- och hygienkrav visar att maximala felet vid användning av denna typ av modell ligger vid 40 å 50%. Med hänsyn till att felet för ledningsnät, plats- och centralutrustning för till- och frånluftssystem sällan sammantaget verkar å samma håll kan medelfelet beräknas. Vid välde-finierade verksamheter med fastlagda krav på luftbehandlingen erhålls ett medelfel i en sådan modell av storleksordningen 10-20%.

I utredningen ges förslag till hur kostnadsdata bör bearbetas och hur kostnadsstatistik kan byggas upp så att maximalfelet och medelfelet kan reduceras. Några test av statistikmodeller har ej utförts emedan tillräckligt mycket material med redovisade verksamhetskrav och kostnadspåverkande faktorer ej funnits tillgängliga. En sådan analys är mycket tidskrävande och har ej heller ansetts nödvändig eftersom de förslag till uppbyggnad av statistikmodeller som redovisas - d v s val av kostnadspåverkande faktorer - ger möjlighet till framtida tester av modellerna, då också tillräckligt mycket material erhållits för att göra modellerna statistiskt tillförlitliga. Se f.ö. avsnitt 1.2.3.

Kostnadsberäkningsmodeller. - De modeller som upprättas, efter analys av de kostnadspåverkande faktorerna och därmed sammanhängande val av lämpliga variabler och parametrar samt redovisning av de grundläggande förutsättningarna, har vanligen redovisats i figurer med beräknade kostnader vid den aktuella redovisade tidpunkten. Genom detta redovisningssätt är det enligt utredningsgruppens uppfattning enklast att analysera de ingående kostnadsposterna, återföra erfarenheter samt succesivt förbättra modellerna. I materialet redovisas vanligen de fel som modellerna innehåller samt dess egenskaper och användningsområden. Redovisningen har i största möjliga utsträckning försökt täcka såväl ledningsnät som central- och platsutrustning för de olika installationsområden som behandlats. Relativt mycket arbete har nedlagts på att välja lämpliga variabler för de olika modellerna i sättaram- och hållaramskedena så att kostnadsfunktionen kunnat tecknas så lämpligt som möjligt med hänsyn dels till den detaljeringsgrad handlingarna har i förhållande till modellen, dels med hänsyn till möjligheten att vid kostnadsstyrning enkelt kunna följa olika kostnadsposter genom de olika modellerna i sättaram- och hållaramskedet.

Test av modeller med aktuella kostnader har skett för ledningsnät och platsutrustning vid ett konventionellt värmesystem med radiatorer, för sanitetsteknisk platsutrustning, för ledningsnät i en luftbehandlingsinstallation samt för 1-fas belysningsnät inom kontors- och bostadshus. De fel som noterats vid användning av modellerna har, då de verkliga förutsättningarna någorlunda överensstämmer med modellens, legat inom modellernas kalkylerade felmarginaler.

Dessa felmarginaler överensstämmer i stort med den spridning i anbudspriser som erhålles för seriösa anbud vid anbudsinfordran, d v s ca  $\pm 10\%$ . Utslagsgivande för resultatets tillförlitlighet är - liksom vid normal anbudskalkylering - att materiel och mot denna svarande arbetsvolym liksom projektets särkostnader bedöms korrekt.

### 1.3 Skedesindelning

Målsättningen med utredningen har varit att utarbeta modeller för kostnadsberäkningar i såväl projekteringskedet som det skede som föregår detta, här kallade hållaram- respektive sättaramskedet.

#### 1.3.1 Sättaramskedet

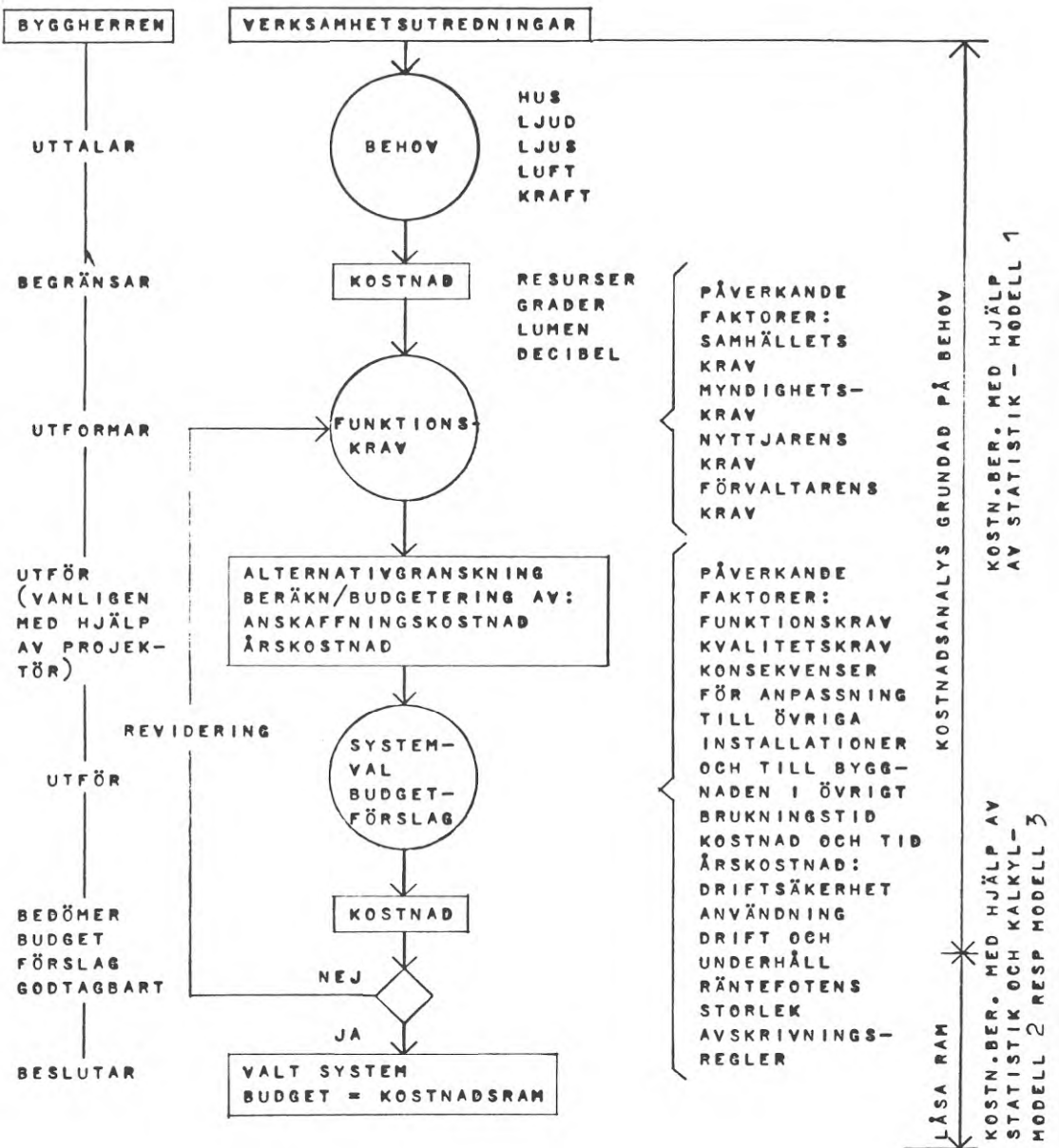
Sättaramskedet, fig 1.3:1, kan beskrivas på följande sätt:

I de verksamhetsutredningar som föregår byggprocessen analyseras behov av investeringar och görs översiktliga bedömningar av investeringskostnader för byggnader och installationer. De bedömningar som görs grundar sig vanligen på vad byggnader med liknande verksamheter har kostat. De kostnadsuppgifter som används grundar sig huvudsakligen på grovt indelad statistik som är knuten till verksamheten, exempelvis bygg- eller installationskostnad per elev, lägenhet, produkt etc.

Denna typ av kostnadsberäkning kallas i det följande MODELL 1.

Detta förskede följs av mer projektknutna utredningar baserade på byggherrens mer konkreta behov, vad gäller mark, byggnad, klimat m m. Olika alternativ till systemlösningar analyseras tekniskt och ekonomiskt och ställs i relation till resurserna.

FIG 1.3:1



SÄTTA RAM - SKEDET

De kostnadsbedömningar som görs av olika systemlösningar kan bygga både på statistik, MODELL 2, och en kalkyl baserad på förhållandevis stora enheter, såsom panncentral, undercentral, fläktrum, badrum etc, MODELL 3. Som regel sker kostnadskalkyler i detta skede med hjälp av bägge modellerna.

Den statistik det här är frågan om är ofta systemknuten, d v s den är att hänföra till värme-, luftbehandlingsinstallationen etc.

Resultatet av arbetet på kostnadssidan i sättaramskedet är en kostnadsram som fastläggs för den fortsatta projekteringen. Därefter tar hållaramskedet vid.

### 1.3.2 Hållaramskedet

I hållaramskedet, fig 1.3:2, påbörjas den egentliga projekteringen. Syftet med kostnadsstyrningen i detta skede är att se till att projektkostnaden, d v s investeringskostnaden, årskostnaden etc, hålls inom den givna kostnadsramen. Vid sidan av en driftkalkyl måste därför investeringskostnaden hållas under kontroll. Projektets detaljeringsgrad ökar under projekteringen, varför kostnadsberäkningarna efter hand blir noggrannare, MODELL 3, beroende på den mer detaljerade uppdelningen av anläggningen i enheter.

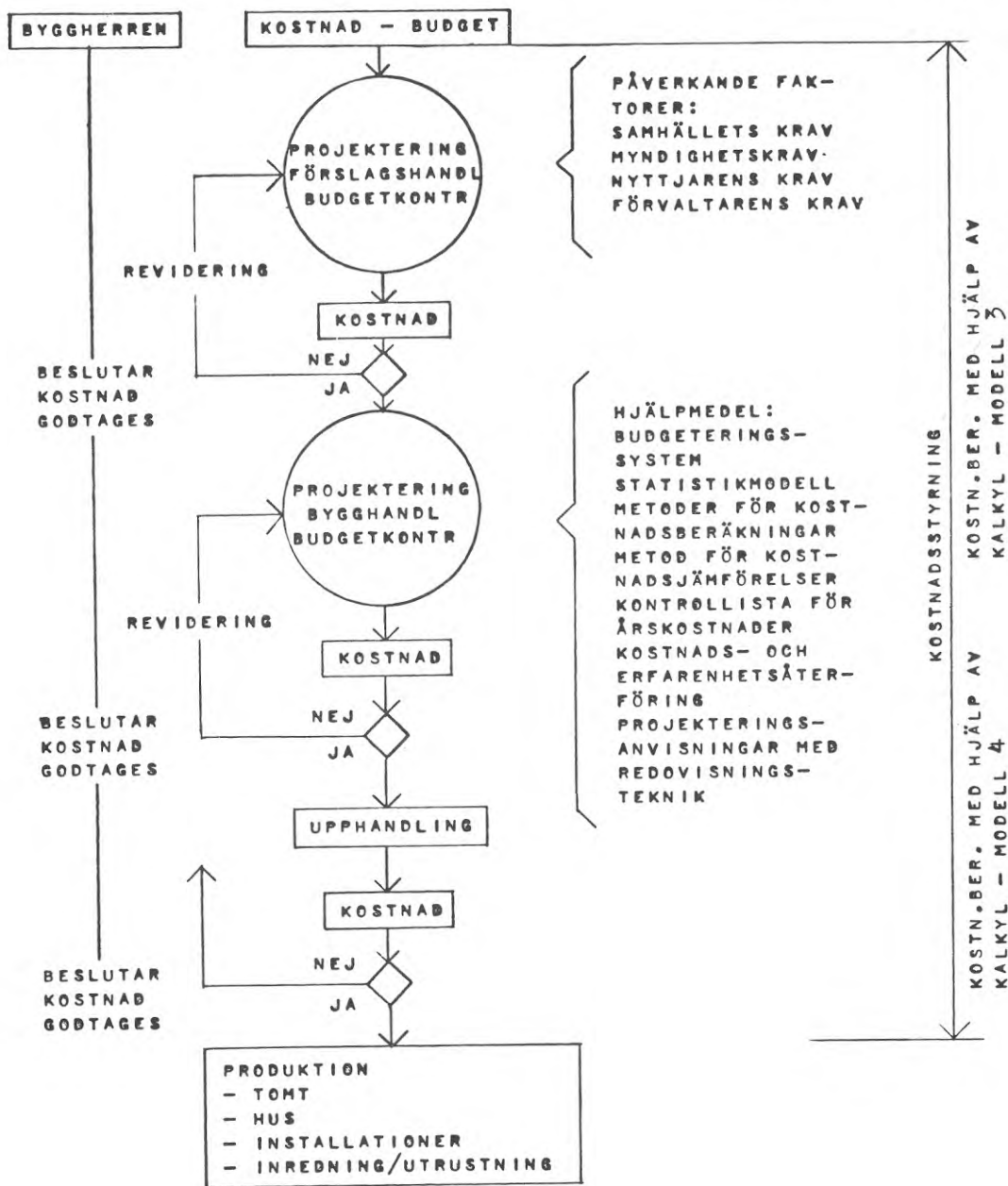
En kostnadskalkyl på färdiga bygghandlingar bör ha samma noggrannhet som en anbuds-kalkyl, MODELL 4, och därför så långt möjligt utföras enligt de principer som gäller för entreprenörer vid anbuds-kalkylering.

Det är således aktuellt med två kostnadsberäkningsmodeller i hållaramskedet. Den första gäller kalkyler med utgångspunkt från större enheter, MODELL 3. Denna beräkningsmodell används som framgått ovan även i sättaramskedet. Den andra avser en kalkyl enligt entreprenörsmodell, MODELL 4. Beträffande modell 4 kommer därför i denna utredning i stor utsträckning att hänvisas till allmänt använda kalkylmetoder t ex R:s kalkyleringsnormer och EIO:s kalkylmetod för anbuds-kalkylering.

## 1.4 Klassificeringssystem

BFR:s programgrupp för "Kostnadsstyrning av installationer" skriver i sin rapport att BSAB-systemet bör utgöra grund för projekt- och komponentindelning m m i de olika forskningsprojekten.

FIG 1.3:2



HÅLLA RAM - SKEDET



I en senare bearbetning av programskriften påpekas emellertid att BSAB-systemet idag inte är utbyggt och tillämbart för information och som system för kostnadsbärare inom hela intresseområdet.

I inledningsskedet av detta utredningsarbete gjordes en analys av BSAB-systemets användningsmöjligheter i kostnadsstyrningssammanhang. Detta gjordes i första hand för att få klarhet i huruvida den projektredovisning vi har idag och som bygger på BSAB-systemet, uppfyller de krav som ställs vid kostnadsstyrning av installationer.

Då ett projekt redovisas i handlingar, ritningar och beskrivningar, är det i stort sett nedbrutet enligt BSAB-systemet. Då anbudn grundar sig på dessa handlingar torde också kostnadsinformationen som fås den vägen till stor del vara baserad på BSAB-systemet.

Vi har emellertid funnit att BSAB-systemet inte är generellt tillämbart för praktisk för- eller anbudskalkylering eller i kostnadsstyrningssammanhang. Därför har vi i denna utredning inte bundit oss vid användandet av BSAB-systemet, men har haft det som grund vid utformningen av de olika kostnadsmodellerna delvis beroende på att det f n inte finns något annat vedertaget system för VVS-branschen.

### 1.5 Korrigerig av kostnader

De kostnader för installationer och installationsdelar som redovisas i denna rapport baseras på prisuppgifter och kostnadssammanställningar erhållna från dels tillverkare, entreprenörer, byggherrar, myndigheter, konsulter m fl, dels officiella prislistor såsom R:s och EIO:s prislistor. Dessa prisuppgifter har erhållits vid olika tidpunkter, för olika orter, vid olika konjunkturförhållanden och vid varierade konkurrenssituationer. De faktorer som mest påverkar kostnaderna redogörs för speciellt nedan.

Om de vid en viss tidpunkt, för en viss ort, insamlade kostnadsuppgifterna för en installationsdel regressionsanalyseras erhålls för då rådande förhållanden lämpliga medelkostnader. Vid uppdatering av en modell analyseras de nya sammansatta kostnadsuppgifterna och följsamheten gentemot bl a entreprenadindex under tidsperioden kan studeras. Se vidare pkt 1.5.1.

I rapporten redovisade kostnader får ej betraktas som riktpriser vid angivna förutsättningar. Kostnadssammansättningar och diagram är endast att betrakta som exempel på hur modeller kan utformas. Kostnadsnivåerna och angivna förutsättningar bör kritiskt granskas innan materialet kommersiellt utnyttjas. Se f.ö. vad som anges under 1.2.2.

#### 1.5.1 Tidspåverkan

De kostnader som redovisas i utredningsmaterialet är i stor utsträckning försedda med indextal enligt entreprenadindex H 63, vilken är en metod för beräkning av kostnadsändringar för husbyggnadsentreprenader.

Metoden har utarbetats av Kungl Byggnadsstyrelsen, Kungl Bostadsstyrelsen och Svenska Byggnadsentreprenörföreningen och syftar till att de reservationsenliga kostnadsändringar som inträffat under pågående entreprenad skall kunna beräknas och kostnadsregleras på ett enkelt sätt.

För metoden erforderliga indextal fastställs av Byggnadsstyrelsen och Bostadsstyrelsen efter samråd med vissa branschorganisationer. Indextal beräknas för varje månad med hänsyn till gällande priser.

För varje byggnad förutsätter metoden en uppdelning av kontraktssumman i följande huvudgrupper:

- A Markarbeten
- B Stomarbeten
- C Stomkompletteringsarbeten
- D Målningsarbeten
- E VVS-arbeten
- F Elarbeten
- G Hissar och rulltrappor
- H Övriga installationsarbeten

De grupper som är aktuella i denna utredning är E och F vilka har följande underindelning:

- E VVS-arbeten
  - E1 Yttre rörarbeten
  - E2 Inre rörarbeten
  - E3 Ventilation
  - E4 Speciella VVS-installationer
- F Elarbeten
  - F1 Yttre elarbeten
  - F2 Högspännings- och transformatoranläggningar
  - F3 Lågspänningsanläggningar
  - F4 Telesignalanläggningar

Indextal fastställles för de olika grupperna (ej E4) varje månad. Hänsyn tas då till avtalsenliga ändringar av arbetslöner, ändringar av sociala avgifter, ändringar av material-, maskin-, transport- och allmänna kostnader samt till att en fast oreglerad del ingår. Emellertid tas ej hänsyn till ändringar av traktamenten och resekostnader i samband med traktamenten. Sådana ändringar verifieras vid kostnadsreglering. De kostnader som redovisas i denna utredning har hänförts till grupperna E2, E3, E4 samt F3.

E2 omfattar inre rörarbeten för värmeinstallationer, dock ej större panncentraler, som hänföres till E4, vidare gas-, vatten- och avloppsinstallationer jämte tillhörande armatur och apparater samt stuprörs- och servisledning.

E3 omfattar luftbehandling med tillhörande fläktrum, apparatdelar, plåtkanaler, övrig ventilationsmateriel samt styrentreprenad vid upphandling av enbart regulatorer.

Till E4 hänföres sådana VVS-installationer som med avseende på kostnadsfördelningen väsentligt avviker från huvudgrupperna E1-E3, panncentraler, kylanläggningar, sprinkler, tryckluftanläggningar m m.

F3 omfattar installationsarbeten för kraft och belysning i lågspänningsanläggningar samt för kompletta styrentreprenader (regulatorer, ledningsnät, apparatskåp).

Hur den procentuella fördelningen av kostnaden för materiel, löner, allmänna kostnader och oreglerad del antas i metoden framgår av tabell 1.5:1 som gäller för förvaltningsbyggnader år 1973.

I BFR rapporten R19:1975 "Tidig upphandling av rörledningsanläggningar enligt arvodesmetoden" har varugrupsfördelningen hos ett antal olika rörinstallationer redovisats.

Av detta material framgår att stora skillnader i fördelningen kan finnas såväl mellan skenbart likartade objekt, som mellan varugrupsanalyser utförda på basis av dels anbuds-kalkyler, dels efterkalkyler.

I fig 1.5:2 visas hur entreprenadindex för grupp E2 och E3 har utvecklats under åren 1970-1975.

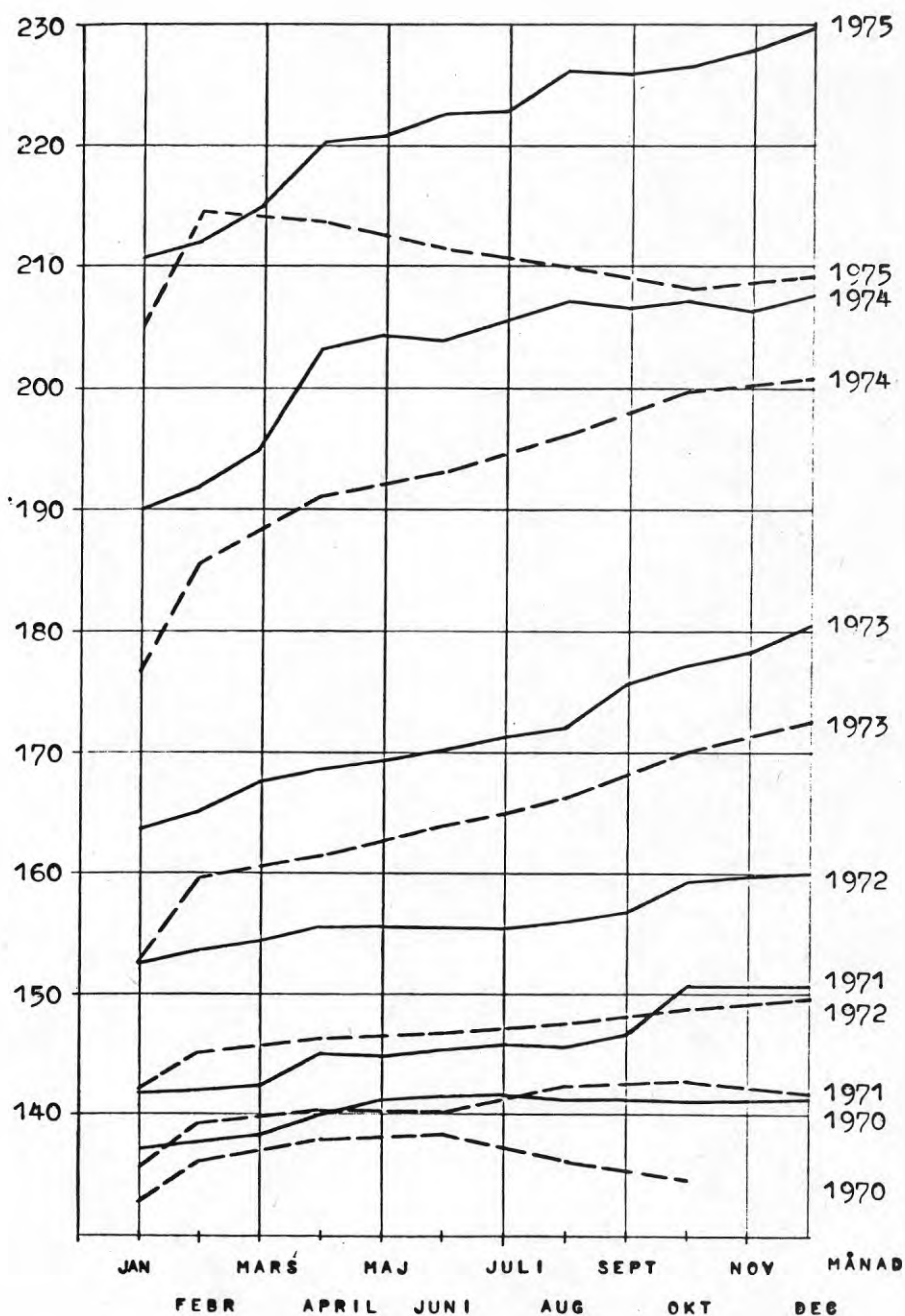
TABELL 1.5:1 Procentuell fördelning av kostnaden för materiel, löner, allmänna kostnader och oreglerad del hos dels VVS-installation, dels elektrisk lågspänningsanläggning inom förvaltningsbyggnad år 1973.

	Mtrl	Löner	Allm. kostn.	Oregl. del
<u>VVS-arbeten</u>				
E1 Yttre rörarbeten	63	15	12	10
E11 Ång-, värme-, varmvattenledningar	64	14	12	10
E12 Gas-, kallvatten-, avloppsledningar	61	17	12	10
E2 Inre rörarbeten	57	21	12	10
E21 Värme	59	19	12	10
E22 Gas, vatten, avlopp	55	23	12	10
E3 Ventilation	32	46	12	10
<u>El-arbeten</u>				
F3 Lågspänningsanl.	35	37	18	10

ENTREPRENADINDEX H63 FÖR VVS-ARBETEN  
EXKL SKATT (MATERIEL + ARBETEN)  
INDEX = 100 1963-01-01

FIG 1.5:2

— E2, INRE RÖRARBETEN TREND 9,3%/ÅR 70-75  
- - - E3, VENTILATION TREND 8,1%/ÅR 70-75



### 1.5.2 Orts- och prisgruppspåverkan

Materielkostnaderna varierar dels med den kvantitet som inköpes vid varje inköps- eller avropstillfälle, dels med avståndet mellan leverantör (grossist) och byggnadsplats - transportkostnad.

Arbetskostnaderna varierar dels med ortsgruppen, dels med avståndet mellan entreprenadfirmans hemort eller adress och byggnadsplatsen - resekostnads- och traktamentstillägg.

I de redovisade databladen har vi dels låst kostnaderna till en viss prisgrupp, dels till viss ortsgrupp, vanligen Stockholm.

Rörledningsmaterielen har kostnadsbestämts efter R:s nettoprislista, prisgrupp 2.

Materiel- och arbetskostnader för el- och i viss omfattning styrinstallationer (kablar, ledningar m m) har, i den mån så varit möjligt, baserats på EIO:s cirkapriskurant. Materielpriset i cirkapriskuranten är detsamma som cirkaprislistans kolumn A anger. Arbetskostnaden baseras på en genomsnittlig totalmultiplikator för hela landet. Se vidare pkt 7.4.

Eventuell korrigerings av databladen till andra ortsgupper respektive prisgrupper skall och kan avgöras från fall till fall. Härvid kan tabeller liknande 1.5:1 samt uppgifterna om varugruppsfördelningen i rapport R19:1975 vara till stöd.

### 1.5.3 Konjunkturpåverkan

De priser som erhålls exempelvis vid anbudsinfordran är alltid påverkade av såväl rådande konjunktur- som konkurrensförhållanden. I denna utredning redovisade kostnader är också beroende av dessa faktorer.

När det gäller kostnader för rörinstallationer är dessa beräknade enligt R:s "Kalkylerings- och debiteringsnormer" blad 0.10, vilka inte innehåller andra konjunkturberoende faktorer än materialdelen. Arbetskostnaderna baseras sig på Röravtalet, prisläge hösten 1974 och materielpriserna på R:s nettoprislista, prisgrupp 2, där ej annat har angivits. Nettoprislistan revideras av R helt i takt med materielprisernas förändring.

Även kostnaderna för elinstallationer är påverkade av rådande konjunkturförhållanden, kostnaderna är framtagna enligt EIO:s cirkapriskurant där materielpriserna regelbundet revideras med hänsyn till det aktuella prisläget på marknaden.

Kostnaderna för luftbehandlings- och styrinstallationer har erhållits från skilda håll; fabrikanternas nettoprislistor, anbudspriser m m, på vilka alla konjunkturen har ett visst inflytande. Här har vi emellertid inte samma säkerhet i tidsbestämningen som vid rör- och elinstallationskostnaderna.

I utredningsarbetet har uppgifter från många olika objekt utnyttjats och alla kostnader har nog vägts mot varandra för att i möjligaste mån eliminera extremvärden.

Användningen av entreprenadindex vid kostnadsberäkningar reducerar också de normala konjunkturvariationernas påverkan. Vid överhettning bör dock arbetskostnaderna justeras uppåt och vid avmattning eventuellt något nedåt.

#### 1.5.4 Konkurrenspåverkan

Konkurrensen på marknaden är i viss utsträckning kopplad till konjunkturläget - såväl i stort för landet som lokalt. Korrigering av kostnader med hänsyn till konkurrenssituation avgörs från fall till fall. Framtaget material kan i stort sett anses gälla för medelsvår konkurrens på marknaden. Detta emedan enhetskostnaderna baseras på EIO:s cirkapriskurant (el), med däri angivna genomsnittliga omkostnader, R:s nettoprislista (rör), med antagna genomsnittliga omkostnader. För luftbehandlings- och styrinstallationerna är kostnaderna sammanvägda från olika tillfällen.

## 2 NOGGRANNHETSBEDÖMNING OCH STATISTISKA METODER

### 2.1 Felkalkylens grunder

#### 2.1.1 Inledning

Approximation är ett centralt begrepp vid nästan all användning av matematik. Man får ofta nöja sig med närmevärden (approximativa värden) för de storheter som man behandlar. En annan typ av approximation består i att man försummar storheter, som är små i jämförelse med andra. Sådana approximationer är ofta nödvändiga för att inte den matematiska och numeriska behandlingen skall bli alltför komplicerad och svåröverskådlig.

#### 2.1.2 Felkällor

Resultatet av ett numeriskt arbete påverkas av många typer av fel. Vissa felkällor är svåra att påverka, andra kan reduceras eller rent av elimineras genom omformningar av formeluttryck eller andra ändringar av en beräkningsgång.

Fel i givna indata. - Indata kan bli vara resultat av mätningar, som påverkats av tillfälliga fel eller systematiska fel.

De tillfälliga felen är oregelbundna och beror på slumpmässiga variationer i resultaten, under det att de systematiska felen är regelbundna och kan bero på t ex fel i den använda datafångstmetoden. Stora tillfälliga fel förorsakar stora spridningar, systematiska fel ger upphov till förskjutningar i medeltalets lokalisering. Genom att öka antalet observationer kan man nedbringa inflytandet av det tillfälliga felet men inte inflytandet av de systematiska felen.

Avrundningsfel under beräkningarna. - Om den kalkyl- eller datamaskin som används, inte kan handskas med tal, som innehåller mer än t ex 6 siffror, så kan (exempelvis) inte den exakta produkten av två 6-siffriga tal användas i de fortsatta kalkylerna. Den måste avrundas. Effekten av sådana avrundningar kan bli betydande vid en omfattande kalkyl.

Exempel är, då en oändlig serie eller talföljd avbryts efter ett ändligt antal termer, eller då en derivata approximeras med en differenskvot. Ett annat exempel är då en icke-lineär funktion approximeras med en lineär funktion. Observera distinktionen mellan trunkationsfel och avrundningsfel.



Förenklningar i den matematiska modellen. - Vid de flesta matematiktillämpningar görs s k idealiseringar. I en ekonomisk kalkyl antar man t ex, att räntefotn är konstant under en följd av år. Sådana felkällors effekt är ofta svårare att uppskatta än de tidigare nämndas.

"Mänskliga" fel och maskinfel. - Vid allt numeriskt arbete måste man vänta sig att skrivfel, räknefel och missuppfattningar förekommer. Man bör till och med beakta, att det kan finnas tryckfel i prisblad, tabeller och dylikt, som man hämtar fakta ur. När datamaskiner används, måste man vänta sig att resultaten kan bli oriktiga p g a programmeringsfel, stansfel, operatörsfel och maskinfel.

### 2.1.3 Fortplantningen av fel i givna data

Felanalys är inte bara ett medel för att bedöma tillförlitligheten hos ett beräkningsresultat. En ännu viktigare funktion har felanalysen vid planeringen av en beräkning, exempelvis vid val av algoritm eller, vid handräkning, hur många siffror, som skall användas i ett beräkningsarbete olika delar. Ökad noggrannhet köps ofta till priset av mer tidsödande eller krångliga beräkningar.

Det är inte ofta som en matematiskt garanterad felgräns begärs i praktiken, men det händer. Man är i regel nöjd med en uppskattning av storleksordningen av det befarade felet. Gränsen tar hänsyn till värsta tänkbara fall, då alla felkällorna ger bidrag med samma tecken och med belopp lika med variablernas felgränser. Därför kallas denna felgräns ofta för maximalfelet. I praktiken är bekymret snarast, att gränsen är för grov.

Vid addition och subtraktion skall gränserna för operandernas absoluta fel adderas

Den erhållna felgränsen kan av olika skäl vara en grov överskattning av det verkliga felet.

Vid multiplikation (t ex å-pris x mängd) och division skall gränserna för operandernas relativa fel adderas

Denna sats är dock endast approximativt giltig.

Som komplement till maximalfelet, som ofta blir alltför pessimistiskt, när antalet variabler är stort, används medelfelet. Medelfelet för en skattning av en storhet är samma sak som skattningens standardavvikelse. Teorin för medelfel grundar sig på sannolikhetskalkylen.

#### 2.1.4 Praktisk tillämpning av felkalkyl

Ofta uppträder situationer då man "ser" (eller på annat sätt känner sig övertygad), att en storhet är försumbar, men att man inte lätt kan bevisa detta strängt. Om det ser lätt ut att bevisa det, så bör man försöka, ty ett bevis ger alltid en ökad säkerhet. Men numeriska metoder tas ofta i bruk, just därför att problemet är för svårt för en analytisk behandling. Då kan det vara klokt att släppa på beviskraven.

## 2.2 Statistisk analys

### 2.2.1 Inledning

Fördelen med att använda statistiska metoder för tolkning av resultat ligger i möjligheten att ersätta subjektiva omdömen med strängt objektiva kriterier. Statistisk analys av data ökar inte den experimentella noggrannheten genom att förvandla osäkra resultat till säkra men ger en möjlighet att på ett mer ändamålsenligt sätt uttrycka de dragna slutsatserna i form av bestämda sannolikheter.

I detta avsnitt ges en kort beskrivning av några vanliga enkla statistiska arbetssätt.

Beträffande mer avancerade statistiska metoder hänvisas till facklitteratur på området.

### 2.2.2 Några vanliga termer

- |                    |   |
|--------------------|---|
| Frekvenskurva      | - ett diagram, som åskådliggör fördelningen.  |
| Fördelning         | - karaktären hos spridningen inom en observationsserie.   |
| Konfidensintervall | - det intervall, som med en given sannolikhet omfattar en beräknad storhet.   |
| Medeltal           | - aritmetiskt medeltal.   |
| Population         | - den stora massan av enheter, varifrån de enheter, som utgör ett stickprov har dragits. Populationen kan bestå av ett ändligt eller oändligt antal enheter. I en del fall uttrycker termen alla de observationer av ifrågavarande variabel, som rent hypotetiskt skulle kunna utföras. Varje stickprov representerar sålunda en verklig eller hypotetisk population. |
| Risknivå           | - risken för feltolkning.   |
| Signifikant        | - ett påstående säges vara signifikant om ifrågavarande data utvisar att sannolikheten är liten för att den observerade effekten beror enbart på slumpmässiga variationer.  |

- Standardavvikelse - ett spridningsmått.
- Stickprov - ett stickprov är det ändliga antal observationer, som gjorts på ett slumpartat sätt i syfte att mäta en viss variabel storhet såväl som alla de enskilda resultat, som därvid erhålls.
- Stickprovets storlek - antalet observationer i ett stickprov.
- Variationsbredd - skillnaden mellan det största och det minsta värdet.

### 2.2.3 Fördelning

Varje population kan karakteriseras genom arten hos sin fördelning d v s genom de frekvenser med vilka olika värden hos den observerade variabeln uppträder. Grafiskt kan fördelningen åskådliggöras med en frekvenskurva.

Erfarenheten har visat, att man i de flesta fall har att göra med fördelningar, som närmar sig den matematiskt välkända normalfördelningen.

Så snart observationerna i en serie är normalfördelade kan den sannolika spridningen beräknas noggrant.

I en del fall erhålls markant skeva fördelningar. Ofta kan man dock genom en enkel transformation av data, t ex genom logaritmering, erhålla en approximativt normal fördelning. I andra fall kanske invertering eller någon annan operation leder till liknande resultat.

### 2.2.4 Spridningsmått

För att beskriva en fördelning är det inte tillräckligt att ange enbart medeltalet, i allmänhet är det nödvändigt att även ange hur mycket värdena sprider sig kring medeltalet. Det vanligaste spridningsmättet är standardavvikelsen.

### 2.2.5 Konfidensintervall

Då man på basis av erhållna data erhållit en uppskattning av en viss storhet kan det vara nödvändigt att ange osäkerheten hos denna uppskattning.

Vanligen göres detta genom att ange de gränser inom vilka det sanna värdet för den uppskattade storheten med en viss, angiven sannolikhet (100 - p)% bör ligga. Dessa gränser kallas konfidensgränser, intervallet mellan dem konfidensintervallet och konstanten p är risknivå.

### 2.2.6 Strykning av extremdata

Strykning av extremdata måste ske med största försiktighet. Helst bör ett värde förkastas endast om det kan säkerställas att ett verkligt misstag blivit begånget.

Ett ovanligt högt eller lågt värde kan ofta bero på en naturlig variation i materialet, och om detta värde stryks kan de återstående värdena ge en oriktig bild av fördelningen och i synnerhet kan standardavvikelsen bli för liten.

### 2.2.7 Rapportering

Resultatet av en observationsserie av en variabel bör i allmänhet rapporteras genom att ange medeltalet, dess 95% konfidensintervall och antalet individuella observationer i serien.

Om konfidensintervallet på grund av variabeltransformation (som t ex vid skeva fördelningar) blivit osymmetriskt i förhållande till medeltalet, rapporteras lämpligen medeltalet, de båda konfidensgränserna och antalet observationer jämte uppgift om hur beräkningen utförts.

Om endast två eller tre observationer föreligger kan resultatet uttryckas genom att ange medeltalet, variationsbredden och antalet observationer.

### 2.2.8 Regressionsanalys

Regressionsanalys är en av de viktigaste och mest använda statistiska analysmetoderna vid olika undersökningar.

Med moderna kalkylmaskiner kan analys av funktions samband, medelfel, korrelation m m utföras mycket snabbare och med bättre noggrannhet än med manuell beräkning.

Om man i en undersökning studerar en variabels inverkan på undersökningsvariabeln talar man om enkel regressionsanalys. Om två eller flera variablers inverkan studeras samtidigt används benämningen multipel regressionsanalys.

Det samband som kan föreligga mellan variablerna kan ha olika utseende beroende på de faktorer som ger upphov till sambandet. Man skiljer mellan linjära och icke linjära samband.

Vid analys är det nödvändigt att bestämma vilken variabel som man betraktar som beroende variabel och vilken/vilka variabler som betraktas som oberoende. Vanligen symboliseras den beroende variabeln med  $y$  och de oberoende variablerna med  $x_1$ ,  $x_2$  o s v. Regressionsanalysen förutsätter alltså att man som utgångspunkt har ett samband av typen "x påverkar y". När det gäller att anpassa en linje till en given fördelning kan detta göras på flera sätt. Vanligen utnyttjas den s k Minsta-kvadratmetoden.

Population och modell. - Som utgångspunkt väljs en situation där  $x$ -värdena kan väljas på förhand (t ex olika dimensioner). I ett sådant fall består populationen av alla de uppgifter på  $y$  (t ex kostnader) som kan erhållas under de betingelser vid vilka utredningen utförs. I allmänhet bör man försöka införskaffa ett mycket stort antal uppgifter, så att de betingade fördelningarna av  $y$  för varje givet  $x$ , därför kan representeras med kontinuerliga sannolikhetsfördelningar, var och en med ett visst medelvärde och varians samt en viss fördelningsform. Se fig. 2.2:1.

Sammanbindningen av de betingade fördelningarnas medelvärden  $E(y|x)$  bestämmer regressionssambandets utseende i populationen.

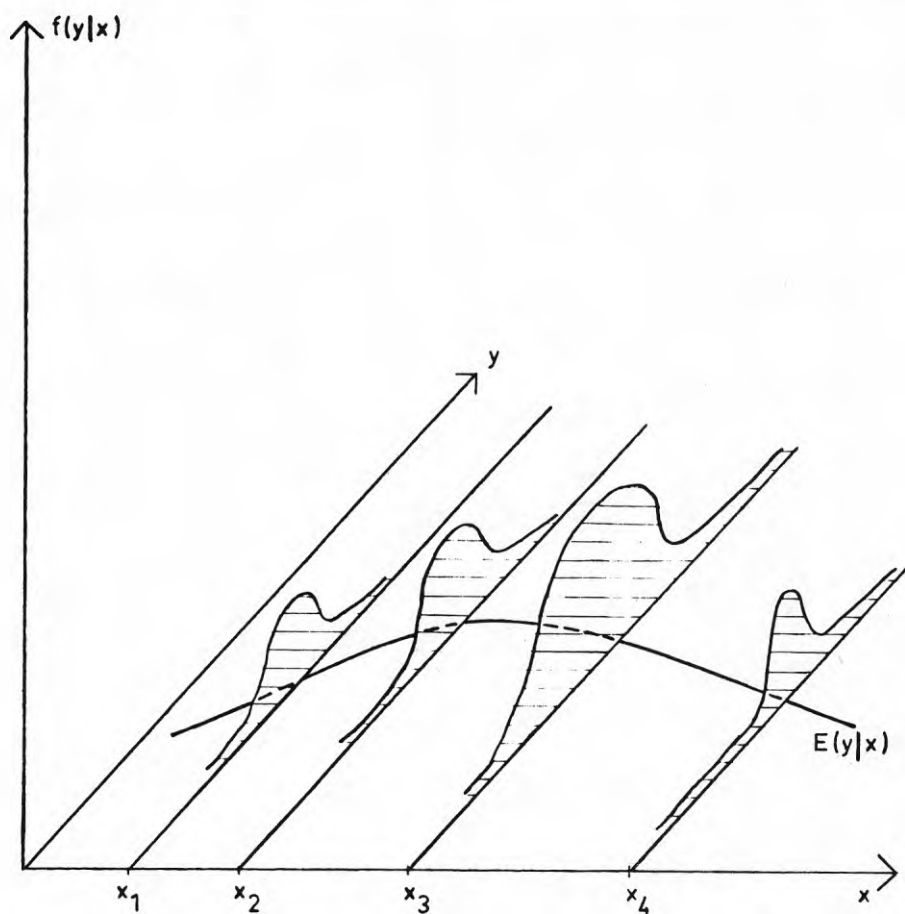
Även om sambandet i något enstaka fall exakt går att anpassa till något vanligt funktionssamband (linjär funktion, 2:a gradsfunktion, exponentialfunktion etc) kommer, för ett givet  $x$ , de enskilda förväntade värdena att variera, från en tid till en annan, beroende på variationer i den tekniska framställningen hos olika företag, prissättning etc.

## 2.2.9 Grafisk representation

Vanligen åskådliggörs framtaget statistiskt material i form av ett s k spridningsdiagram. Beroende på materialets karaktär får spridningsdiagrammen olika utseende. Vanligen inprickas värdeparen  $(x; y)$  i ett rätvinkligt koordinatsystem.

I denna utredning utgör  $y$  den beroende variabeln (vanligen kostnaden) och  $x$  den oberoende (dimension, flöde etc) även om  $x$  och  $y$  inte anges i diagrammens axlar. Spridningsdiagrammen illustrerar dels lokalisation och variabilitet i materialet, dels vilken karaktär som sambandet har.

FIG 2.2:1



DE BETINGADE FÖRDELNINGARNA AV  $y$  (T EX KOSTNADEN)  
 FÖR GIVNA VÄRDEN PÅ  $x$  (T EX DIMENSION) OCH SAMMAN-  
 BINDNINGEN AV DE BETINGADE FÖRDELNINGARNAS MEDELVÄRDEN.

### 2.2.10 Residualspridning

Residualspridningen är ett mått på spridningen av värden kring regressionsfunktionen. Spridningen kring regressionsfunktionen  $y = f(x)$  betecknas  $s_{yx}$ . Residualspridningen anges också som skattnings standardavvikelse eller medelfel och beteckning då  $\Delta y$ .

### 2.2.11 Korrelationskoefficient

Korrelationskoefficienten mäter hur väl de enskilda värdena anpassar sig till det funktions samband som angetts.

Korrelationskoefficienten kan anta alla värden mellan -1 och 1. Om  $r$  antager värden nära 1 eller -1 är funktionssambandet väl anpassat och om  $r$  ligger nära 0 föreligger en dålig anpassning. En korrelationskoefficient som inte ligger särskilt nära 1 eller -1 får inte tolkas endast som att ett svagt funktionssamband föreligger. Funktionssambandet kan i många fall kanske bättre approximeras med en annan funktion.



### 3 MODELL 1 TOTALA INSTALLATIONER

#### 3.1 Allmänt - sammanfattning - rekommendation

Att bedöma kostnaderna med acceptabel tolerans för installationerna i en byggnad och innan projekteringen påbörjats är förenat med stora svårigheter. Byggherrens program och den tilltänkta byggnadens storlek är det underlag på vilket en kostnadsbedömning då måste grundas.

Vanligen redovisas kostnaderna för installationerna som funktion av byggnadens volym eller dess totala yta. För vissa verksamheter kan kostnaderna redovisas per producerad enhet eller liknande. Noggrannheten vid kostnadsbedömningar i det första skedet beror i hög grad på de metoder som används vid insamling och bearbetning av de statistikuppgifter som läggs till grund för kostnadsbedömningen. Vidare påverkas resultatet av möjligheten att bedöma de kostnadspåverkande alternativa faktorer som framdeles kommer att behandlas under projekteringen.

Statistikmodell 1 bygger på kostnadsuppgifter som hänförs till installationernas konstruktion och kvalitet samt relateras till byggnadens storlek och verksamheten i byggnaden. För att få en uppfattning om noggrannheten i insamlade kostnadsuppgifter och vilka variabler och parametrar som kan vara lämpliga att använda, har bl a några olika byggnadstyper studerats. Kostnaderna för VVS-installationerna i dessa redovisas i avsnitt 3.2. Elinstallationskostnader för kontorsbyggnader samt grova kostnader för ställverk redovisas i avsnitt 3.3.

Ett studium och en analys av förhållanden som effektbehov för uppvärmning uttryckt i kcal/h m<sup>3</sup>, kostnad för värme i kr h/kcal, installationskostnad i kr/anställd jämförd med kostnader uttryckta i kr/m<sup>3</sup> eller kr/m<sup>2</sup> visar att man i de undersökta fallen inte finner något klart samband. Ett studium av installationernas utformning visar dock några klart kostnadspåverkande faktorer som dominerar när det gäller att fastställa installationskostnaderna i en byggnad.

Av modell 5, avsnitt 4:5, kan utläsas att ett bostadshus höjd och längd påverkar kostnaden för vatten-, avlopps och värmeinstallationerna i identiskt lika lägenheter i icke obetydlig grad.

En icke offentliggjord undersökning som utfördes 1967 av O Lindgren visade att kostnaderna för de sanitära installationerna inom ett bostadsområde som var utlämnat på totalentreprenadtävlan varierade med ca ±10%. Det intressanta i denna undersökning var att kostnadsspridningen helt och hållet måste tillskrivas variationerna i den arkitektoniska lösningen och inte i byggherrens program eller rörentreprenörernas sätt att lösa rördragning, välja material etc.

Av modellerna 3, avsnitt 4, 5, 6 och 7 framgår också klart vilka variabler och parametrar som har stor påverkan på erhetskostnaderna inom de olika anläggningsdelarna - centralutrustning - ledningsnät - platsutrustning.

Av ovanstående framgår - vilket ytterligare har understrukits i kapitel 1.2.3 - att vi ej vill formulera någon generell modell för hur kostnadsstatistik skall insamlas, bearbetas och redovisas på basis av enbart preliminära effektbehov antalet anställda, byggnadsvolym, totalyta och liknande.

En korrekt förd kostnadsstatistik anser vi blir så svårbehandlad att den inte med rimliga insatser kan utföras på normala affärs- och konstruktionskontor hos entreprenörer och konsulter. Ej heller den typ av kostnadssammanställningar eller statistik som vi beretts tillfälle att ta del av hos SPRI och Byggnadsstyrelsen har den generalitet som man skulle önska eller vilja sätta som mål. Ett exempel på den typ av kostnadssammanställning vi erhållit från SPRI framgår av tabell 3.1:1.

Av exemplen i det föregående framgår slutligen tydligt önskvärdheten av att begränsa spridningen av kostnaderna för en installation redovisade som funktion av byggnadsvolym ( $m^3$ ) eller totalyta ( $m^2$ ). I det förskede till byggprocessen där modell 1 utnyttjas saknas vanligen kännedom om byggnadens form. Detta medför att en analys av centralutrustningens, platsutrustningens och ledningsnätets inverkan på de olika installationernas delkostnader eller på den totala installationskostnaden ej kan beaktas. Däremot bör kostnadsstatistiken byggas upp på ett sådant sätt att hänsyn tas till verksamhetens krav på installationerna. Kostnaderna kan då redovisas som funktion av  $m^3$  verksamhetsvolym eller  $m^2$  verksamhetsyta som producerar en viss tjänst eller nytta på likartat sätt som man vid industriproduktion redovisar kostnader per producerad enhet.

I nedanstående sammanställning anges de kostnadspåverkande faktorer till vilka hänsyn skall tas vid redovisning av kostnader som underlag för statistikmodell 1:

Sökt storhet	Variabler	Parametrar
-Kostnad	-Byggnadsvolym	-Verksamhet
-Kostnad/volymsenhet	-Totalyta	-Kvalitetsnivå
-Kostnad/ytenhet	-Verksamhetsyta	
-Kostnad/flödesenhet	-Flöde	
-Kostnad/effektenhet	-Effekt	
- Kostnad/produktionsenhet	-Producerad produkt/tidsenhet	

Anm.: Återföring måste ske till samma förutsättningar.

TABELL 3.1:1

LÄKARSTATIONER 20 st

Nr	Ant vån	Yta m <sup>2</sup>	Vä + Sa kr/ m <sup>2</sup>	Kr/ m <sup>3</sup>	F	P	f	k	g	t	v	a
1	2	1307	111.6	49	x							
2	3	1819	138.2	50		x						
3	4	3631	138.6	45.75		x	x		x	x	x	
4	2	1363	140.1	47.80		x			x	x		
5	3	3677	145.5	44.50	x		x	x				
6	3	3020	145.7	44	x		x		x	x		
7	3	1512	149.8	45.25		x						
8	3	2831	152.7	39.20		x	x				x	
9	2	6192	159.3	47		x						
10	2	1363	169.6	46.50		x	x			x		x
11	2	1252	174.3	54.75		x						
12	5	6585	206.4	65	x		x		x			
13	1	1546	208	53.80		x						
14	2	940	210.7	51		x						
15	2	1281	223.7	71.60		x						
16	1	2086	228.8	68.80		x		x				
17	2	1370	230.2	79		x			x	x		
18	3	833	238.4	66.25	x		x	x	x			
19	2	1446	305	88		x	x					
20	1	1096	308.9	85		x				x		

F= fjärrvärme

P= Panncentral

f= fuktad luft

a= avhärdningsanläggning

k= kyld luft

v= vacuum anl

g= gasanläggning

t= tryckluftanl

Medelvärde 185 kr /m<sup>2</sup>Spridning 110 - 310 kr/m<sup>2</sup>Medelvärde 60:20 kr / m<sup>3</sup>Spridning 39:20 - 88 kr/m<sup>3</sup>

### 3.2 VVS-installationer

I det följande redovisas VVS-installationskostnader för några olika objekt. Kostnaderna inbegriper även styrutrustning i viss omfattning. Regulatorer ingår, däremot ingår i regel ej elledningar och apparatskåp.

FIG 3.2:1 visar VVS-installationskostnaden per  $m^3$  byggnadsvolym som funktion av byggnadsvolymen i 35 kontorshusbyggnader. Den räta regressionslinjen i intervallet 20 000  $m^3$  till 200 000  $m^3$  har det ungefärliga medelvärdet 30 kr/ $m^3$  med ett medelfel av 11 kr/ $m^3$ , d v s ca 35%. Den stora spridningen orsakas i stor utsträckning av variationer i kostnaderna för de olika ingående installationsdelarna. Påverkan av tiden är obetydlig för den betraktade tiden 1969-1972. Detta kan eventuellt förklaras av den konjunkturavmattning som inträdde efter åren 1969-1970.

Kostnaderna för VVS-installationerna i ett antal övriga kontorshus samt sjukhus för långvarigt sjuka har även analyserats och åskådliggjorts i diagramform. Kostnaderna kan relateras till ungefär samma tidpunkt 73-07 resp 73-09 och byggnaderna är uppförda under tiden 1969-1972. På grun av det lilla antalet objekt bör man ej göra någon statistisk utvärdering utan bara peka på vissa tendenser.

I figurerna 3.2:2 och 3.2:3 har VVS-installationskostnader för kontorshusen beräknats per  $m^3$  byggnadsvolym och  $m^2$  totalyta och redovisats som funktion av  $m^3$ - resp  $m^2$ -värdena. Variationsbredden är ungefär lika i båda fallen  $\pm 30\%$ .

I figurerna 3.2:4 och 3.2:5 har i stället kostnaderna fördelats på antalet anställda och angivits som funktion av  $m^3$ - och  $m^2$ -värdena. Här är variationsbredden betydligt större  $\pm 45\%$ .

I figurerna 3.2:6 och 3.2:7 redovisas i stället kostnaden för enbart värmeinstallationerna d v s en del av den totala VVS-installationskostnaden. Här blir variationsbredden i kostnad per  $m^3$   $\pm 35\%$  d v s större än för den totala VVS-installationskostnaden per  $m^3$ . Installationskostnaden angiven per installerad värmeeffektenhet, kcal/h, som funktion av byggnadsvolymen ger betydligt större variationsbredd  $\pm 55\%$ .

Figur 3.2:8 visar installationskostnaden per  $m^3$  byggnadsvolym för luftbehandling i kontorshusbyggnader som funktion av byggnadsvolymen. Medelvärdet i intervallet 20 000  $m^3$  - 250 000  $m^3$  är ca 22 kr/ $m^3$ . Medelfelet är 7 kr/ $m^3$  d v s ca 32%. Den stora spridningen i detta fall orsakas av att olika typer av luftbehandlingssystem förekommer samt att ingen hänsyn tas till utformningen och uppbyggnaden av centralutrustning, platsutrustning eller ledningsnät för de betraktade byggnaderna.

VVS-installationskostnaderna för sjukhem har visats på motsvarande sätt i figurerna 3.2:9 och 3.2:10. Variationsbredden i kostnaderna per  $m^3$  och per  $m^2$  är ungefär lika stora som för kontorsbyggnader  $\pm 35\%$ , men sjukhemmens medelvärden är ungefär dubbelt så stora, vilket visar byggnadstypens inverkan på kostnaderna.

I figur 3.2:11 har den totala VVS-kostnaden för sjukhem slagits ut per vårdplats, vilket ger en variationsbredd på ca  $\pm 65\%$ .

I FIG 3.2:12 och 3.2:13 visas slutligen ett annat sätt att åskådliggöra kostnaden för värmeinstallationen i de tolv kontorshus som redovisats i fig 3.2:2 till 3.2:7. I figur 3.2:12 visas således effektbehovet per  $m^3$  byggnadsvolym för varje hus. Medelvärdet för husen är ca 25 kcal/h,  $m^3$  och variationsbredden 20 kcal/h,  $m^3$ . Fig 3.2:13 visar värmeinstallationskostnaden per  $m^3$  byggnadsvolym för husen. Medelvärdet är ca 12 kr/ $m^3$  och variationsbredden 8 kr/ $m^3$ .

Ordnas som i figur 3.2:14 de olika objekten med installationskostnaden uttryckt i öre per effektenhet som funktion av effektbehovet per  $m^3$  finner man den klara tendensen att den specifika kostnaden sjunker med stigande specifikt effektbehov. Objektet med den lägsta specifika effekten - 16 kcal/h,  $m^3$  - har den högsta kostnaden per effektenhet - 76 öre, h/kcal- och det med den högsta effekten - 34 kcal/h,  $m^3$  - har den lägsta kostnaden per effektenhet - 25 öre, h/kcal.

Kostnaderna för de övriga objekten ligger i stort samlade i ett band mellan ovanstående ändpunkter. Om ett logaritmiskt regressionsband antas erhålls ett medelfel av ca 8 öre, h/kcal vid 50 öre, h/kcal.

Av detta exempel lär vi oss att såväl effektbehov per  $m^3$ , kostnad per  $m^3$  och den marginella kostnads-sänkningen per effektenhet vid ökat specifikt effektbehov varierar inom så vida gränser att de använda kostnadspåverkande faktorerna ej är tillräckliga för att man skall kunna bygga en kostnadsstatistik därpå. Kostnaden per effektenhet kan synas ligga inom acceptabla toleransgränser. De angivna värdena måste emelertid betraktas som osäkra. Anledningen är att effekten/ $m^3$  är sammansatt av effektbehovet för såväl värme till radiatorer som värme för luftbehandling. Kostnaden för rörledningarna till det senare kan mycket väl variera med 1:10 beroende på lokalisering av utrustningar, val av temperaturfall i värmare etc.

En statistikmodell med mycket begränsad noggrannhet kan eventuellt byggas upp av exempelvis  $m^3$ - och  $m^2$ -kostnader, men en förutsättning är att skilda uppgifter anges för olika byggnadstyper. För att öka noggrannheten krävs att hänsyn tas till installationernas konstruktion och kvalitet.

VVS, VA 5

FIG 3.2:1  
1969-1972GRAFISKA SAMBAND

MED HÄNSYN TILL SAMTLIGA VÄRDEN:

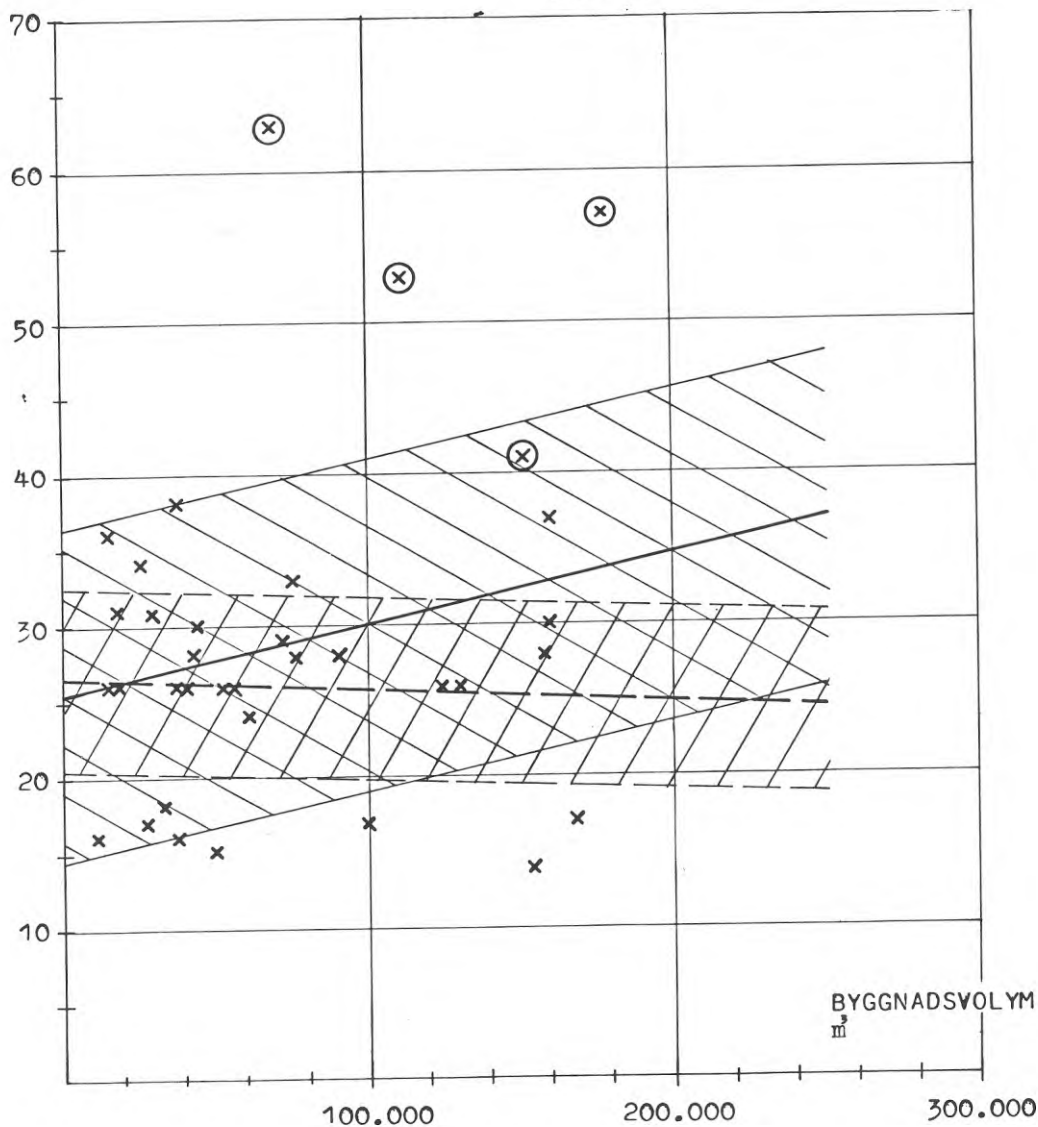
$$y = 25,5 + 4,68 \cdot 10^{-5} \cdot x$$

KORR.KOEFF. 0,2  
 $\Delta y = 11$

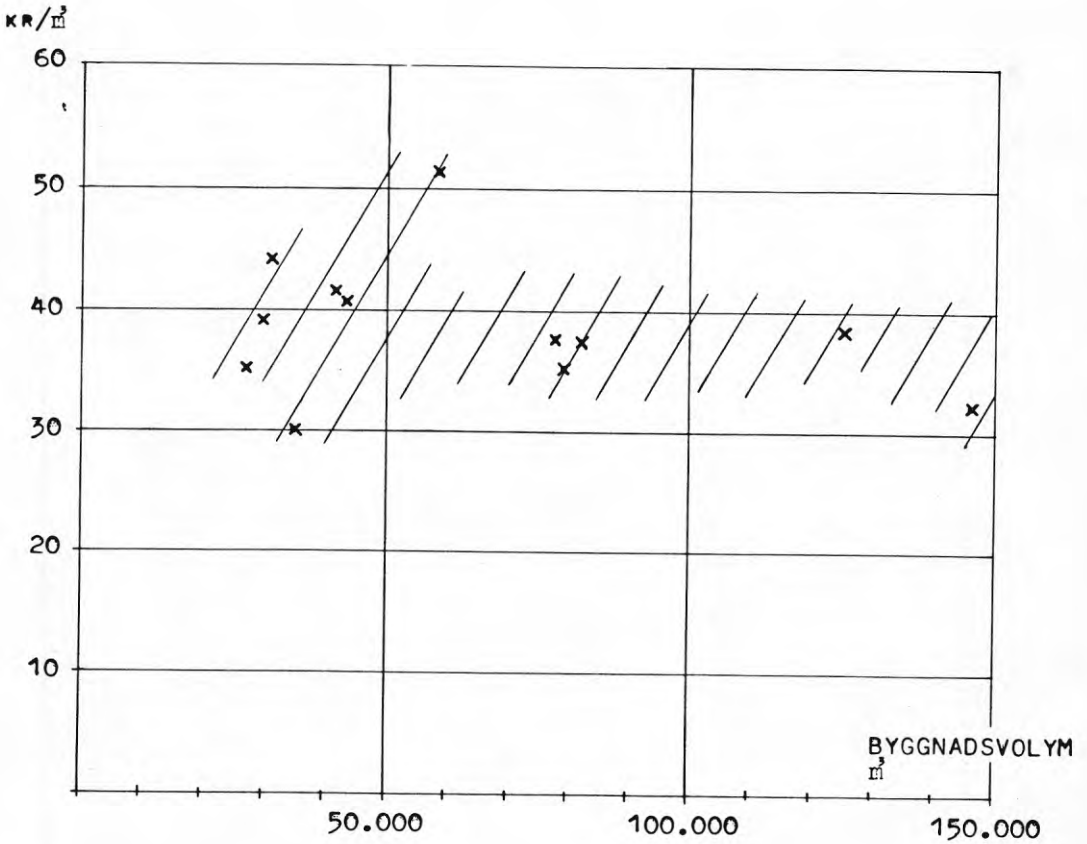
UTAN EXTREMA VÄRDEN (INRINGADE):

$$y = 26,5 - 8,65 \cdot 10^{-6} \cdot x$$

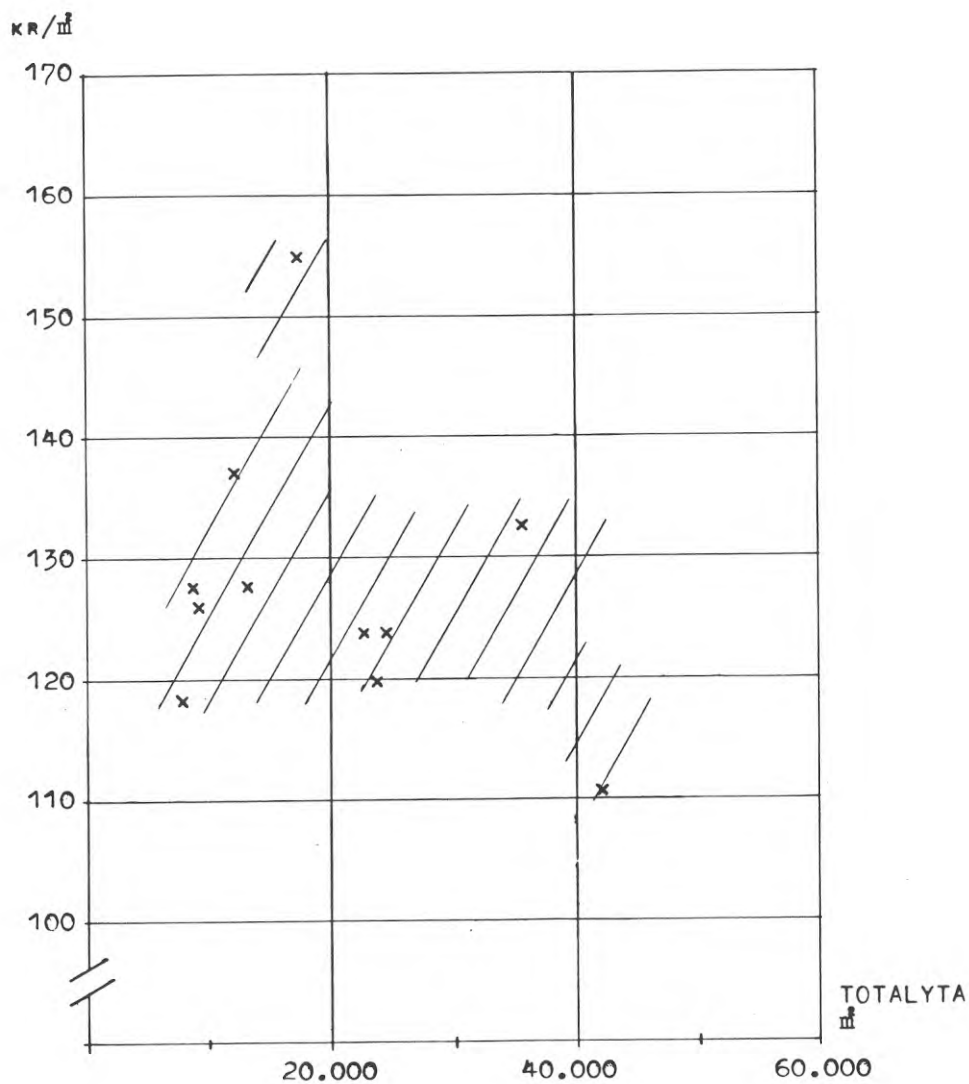
KORR.KOEFF. 0,06  
 $\Delta y = 6$

KOSTNAD FÖR  
VVS-INSTALLATION,  
KONTORSBYGGNADERKR/m<sup>3</sup>

VVS, VA 5

FIG 3.2:2  
1973-07KOSTNAD FÖR  
VVS-INSTALLATION,  
KONTORSBYGGNADERMEDELVÄRDE 38:20 KR/m<sup>3</sup>  
VARIATIONSBREDD ±30%

VVS, VA 5

FIG 3.2:3  
1973-07KOSTNAD FÖR  
VVS-INSTALLATION,  
KONTORSBYGGNADERMEDELVÄRDE 125:- KR/m<sup>2</sup>  
VARIATIONSBREDD ±30%



VVS, VA 5

FIG 3.2:4  
1973-07

KOSTNAD FÖR  
VVS-INSTALLATION,  
KONTORSBYGGNADER

MEDELVÄRDE 4600:- KR/ANST  
VARIATIONSBREDD ±45%

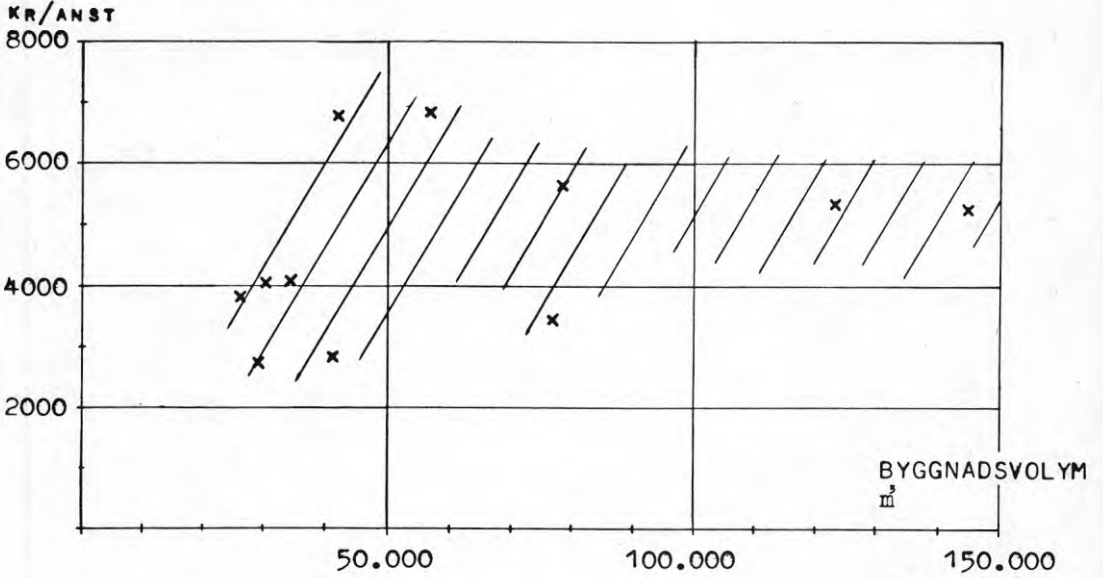
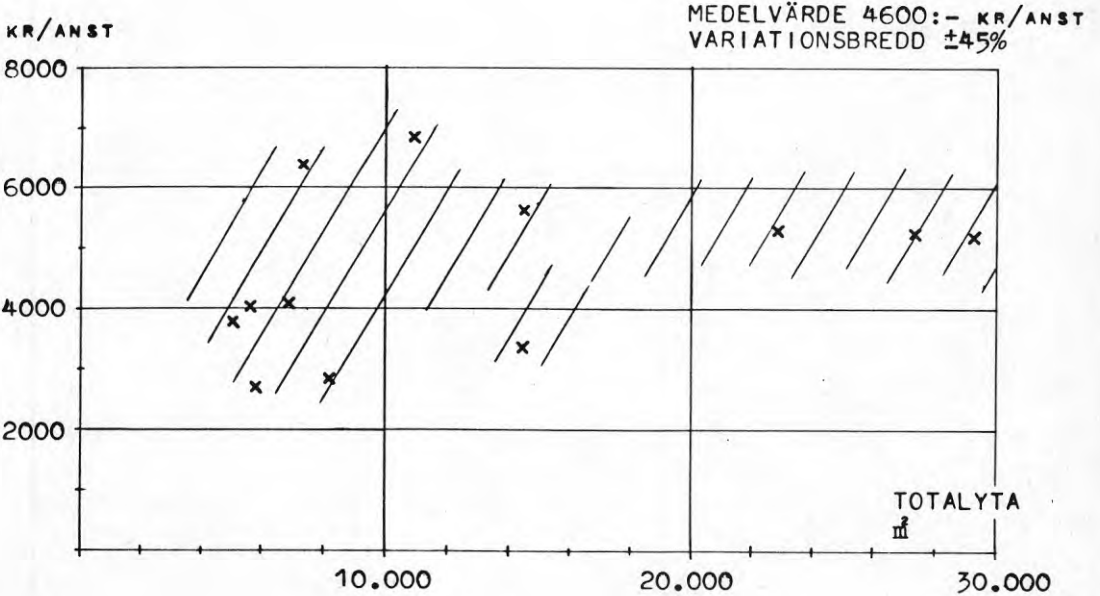
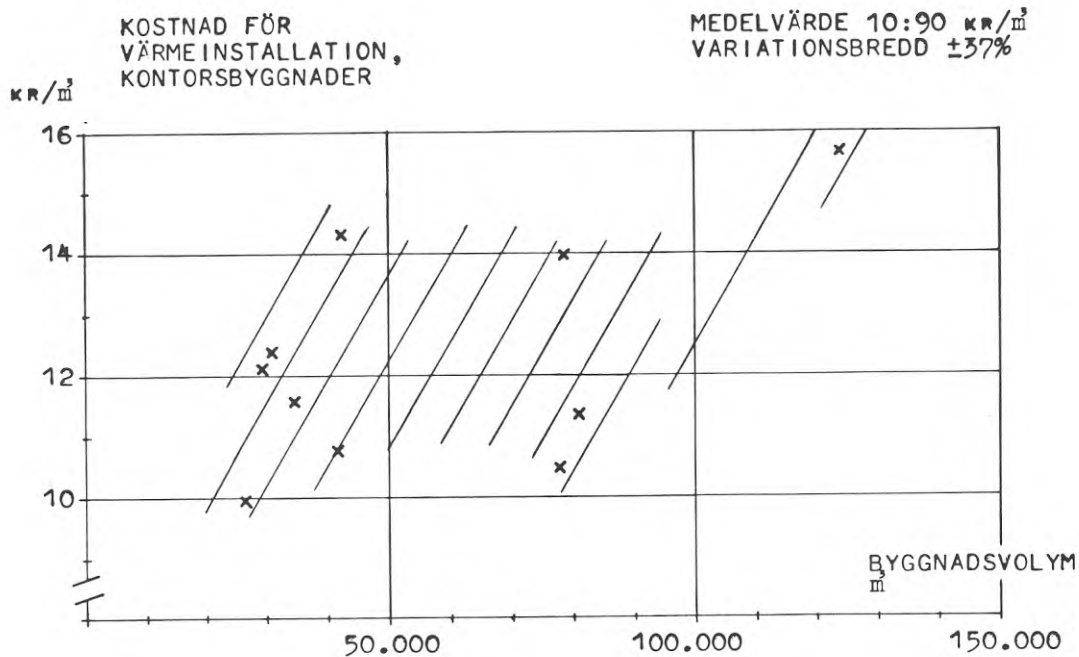
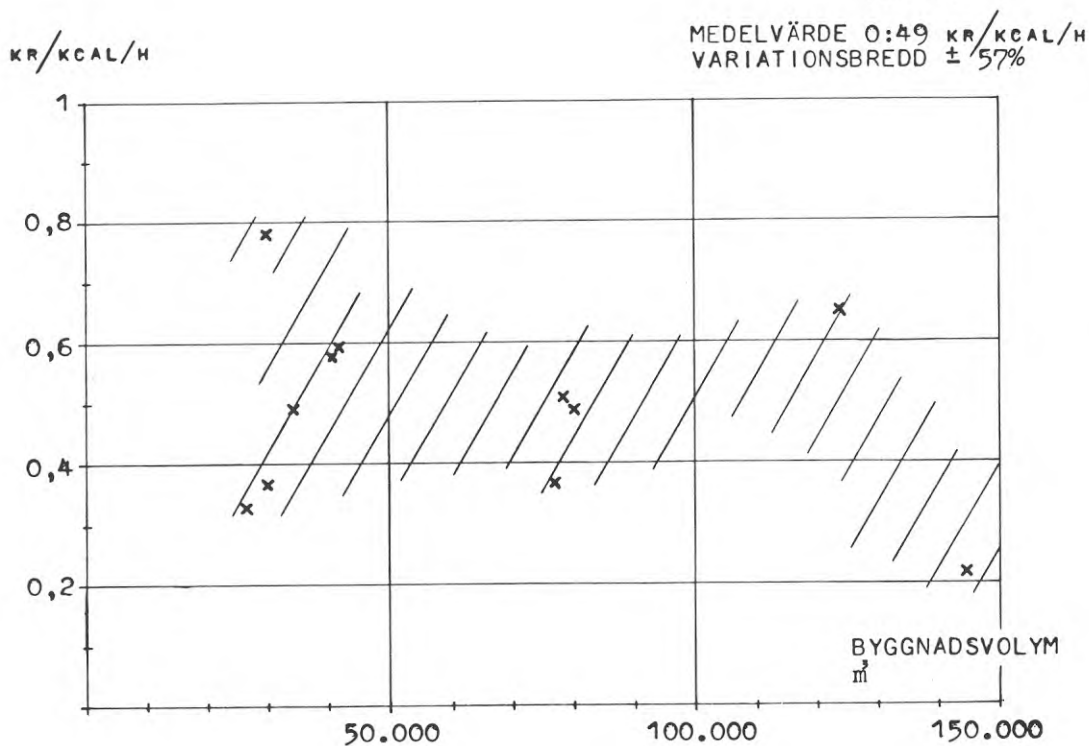


FIG 3.2:5  
1973-07

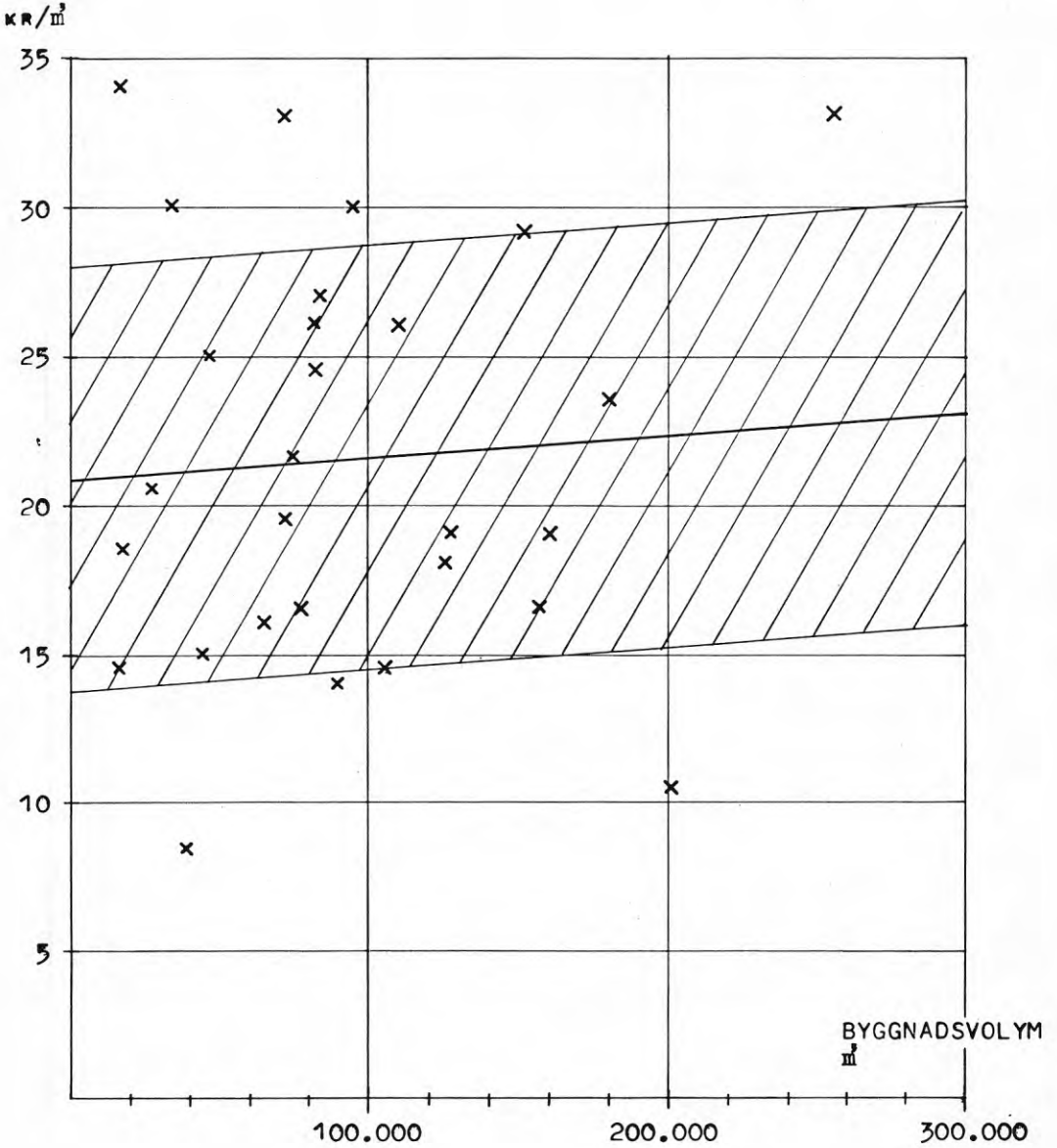


VÄRME 56

FIG 3.2:6  
1973-07FIG 3.2:7  
1973-07

KOSTNAD FÖR  
LUFTBEHANDLINGSINSTALLATION,  
KONTORSBYGGNADER

GRAFISKT SAMBAND -6  
 $y = 20,9 + 7,03 \cdot 10^{-6} x$   
KORR.KOEFF. 0,06  
 $\Delta y = 7,1$



VVS, VA 5

FIG 3.2:9  
1973-09

KOSTNAD FÖR  
VVS-INSTALLATION,  
SJKHEM FÖR LÅNGVARIGT SJUKA

MEDELVÄRDE 73:- KR/m<sup>3</sup>  
VARIATIONSBREDD ±35%

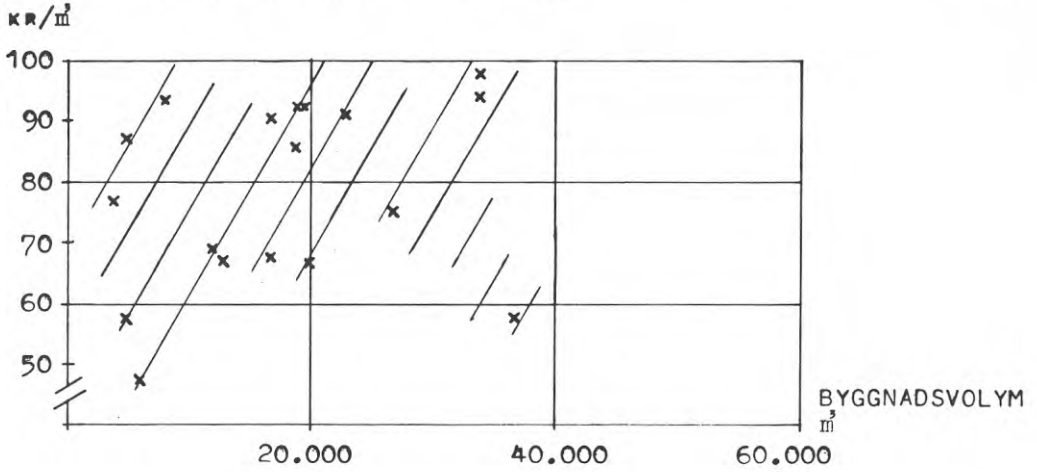
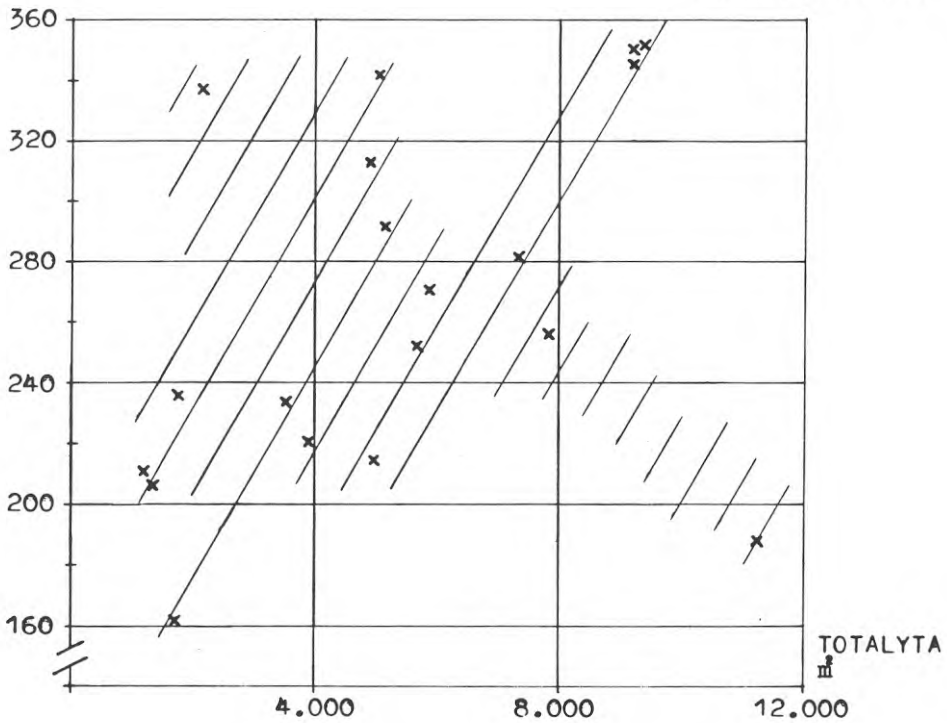


FIG 3.2:10

KR/m<sup>2</sup>

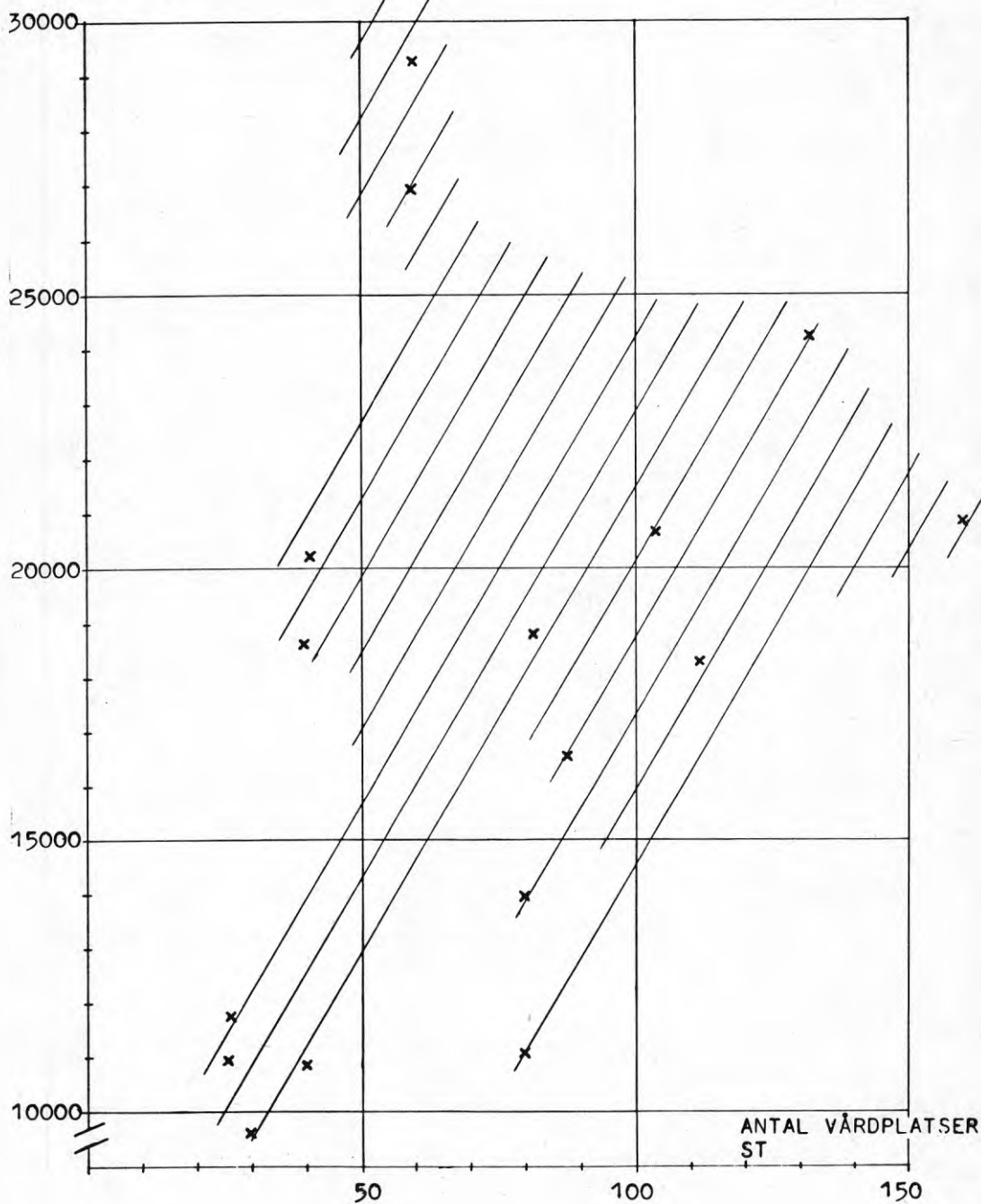
MEDELVÄRDE 244:- KR/m<sup>2</sup>  
VARIATIONSBREDD ±35%

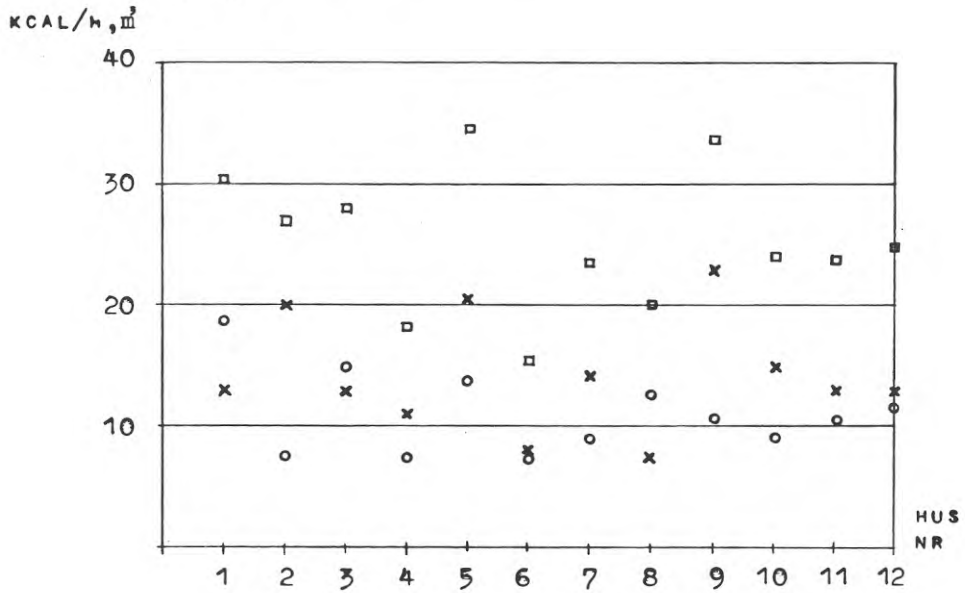


VVS, VA 5

FIG 3.2:11  
1973-09KOSTNAD FÖR  
VVS-INSTALLATION,  
SJUKHEM FÖR LÅNG-  
VARIGT SJUKAMEDELVÄRDE 17.500:- KR/VÅRDPLATS  
VARIATIONSBREDD  $\pm 65\%$ 

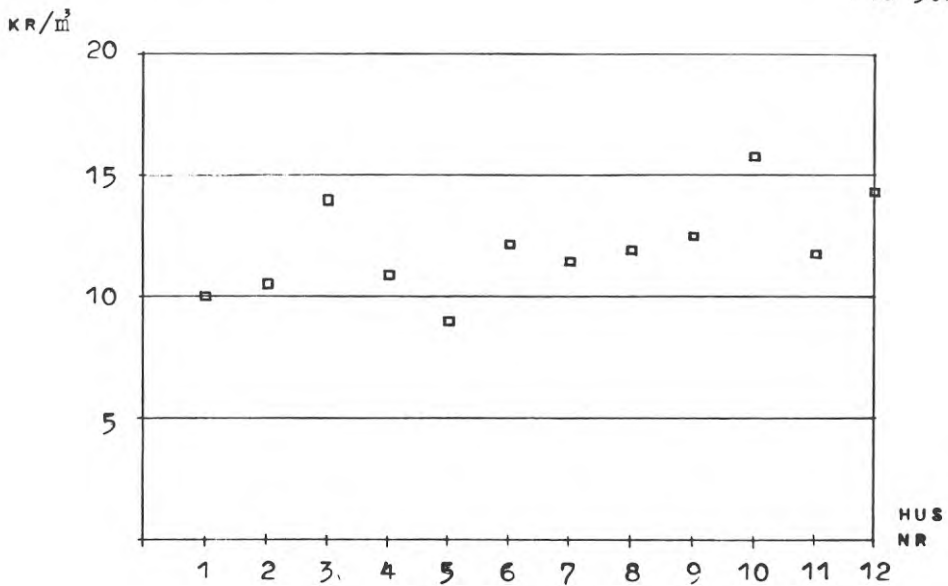
KR/VÅRDPLATS



EFFEKTBEHOV SAMT KOSTNAD FÖR  
VÄRMEINSTALLATION  
KONTOR

- o TRANSMISSION
- x LUFTBEHANDLING
- TOTALT

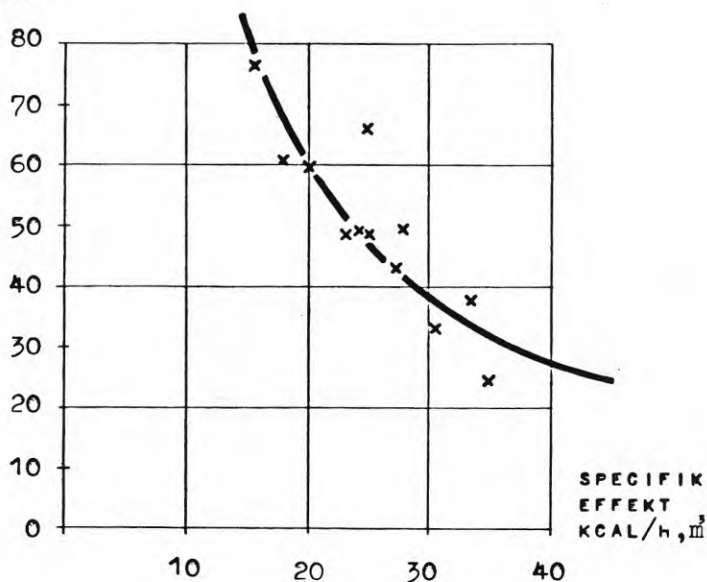
FIG 3.2:13



GRAFISKT SAMBAND  
 $y = 1670 \cdot x^{-1,11}$   
 KORR.KOEFF. -0,87  
 $\Delta \log y = 0,07$

KOSTNAD FÖR  
 VÄRME INSTALLATION  
 KONTOR

ÖRE, h/KCAL



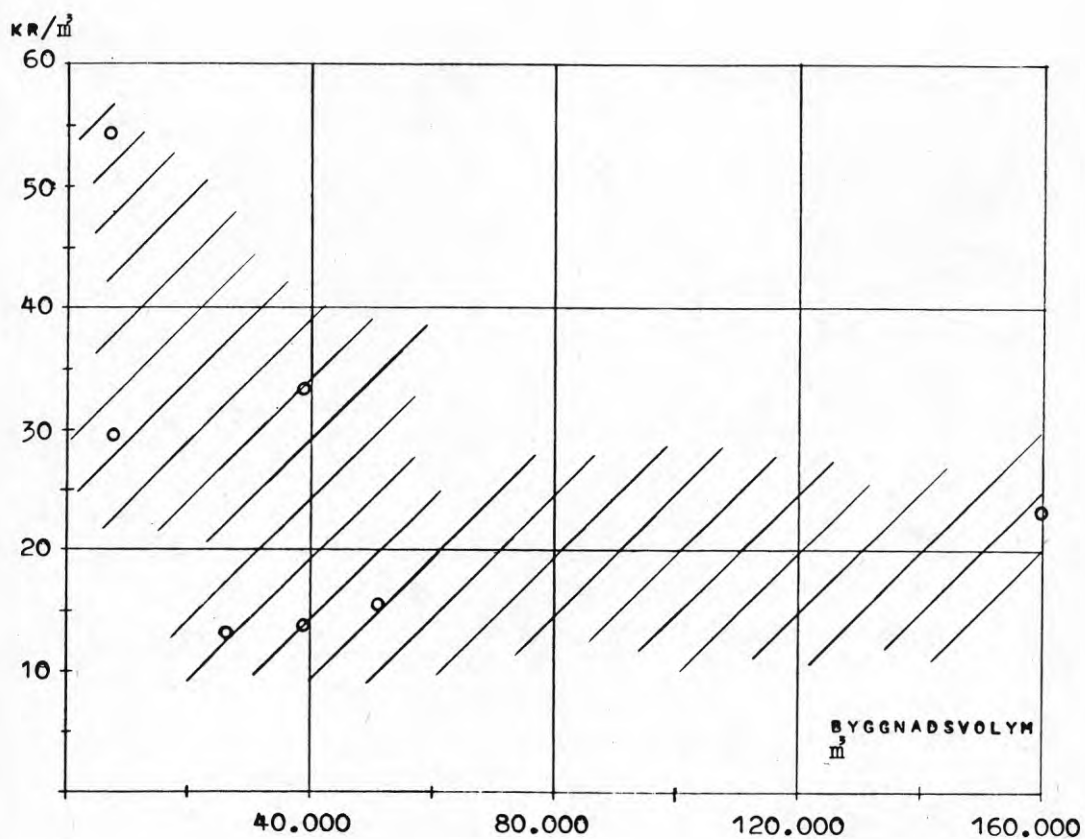
### 3.3 Elinstallationer

Figur 3.3:1 visar elinstallationskostnaden per m<sup>3</sup> byggnadsvolym som funktion av byggnadsvolymer för ett mindre antal kontor. Den stora spridningen orsakas, liksom vid VVS-installationer, av variationer i kostnaderna för de olika ingående installationsdelarna. Inverkan av tidsfaktorn har studerats men gav inte det förväntade resultatet att senare utförda installationer är förhållandevis dyrare. Installationerna har utförts under tiden 1968-1972.

Figur 3.3:2 visar kostnaden för kompletta lågspännings- och högspänningsställverk. Kostnaderna baseras på erfarenheter samt förfrågning hos tillverkare. Stora variationer i installerad effekt samt utrustning i ställverk ger det ungefärliga osäkerhetsområde som skrafferats i figuren för ett visst typfall.



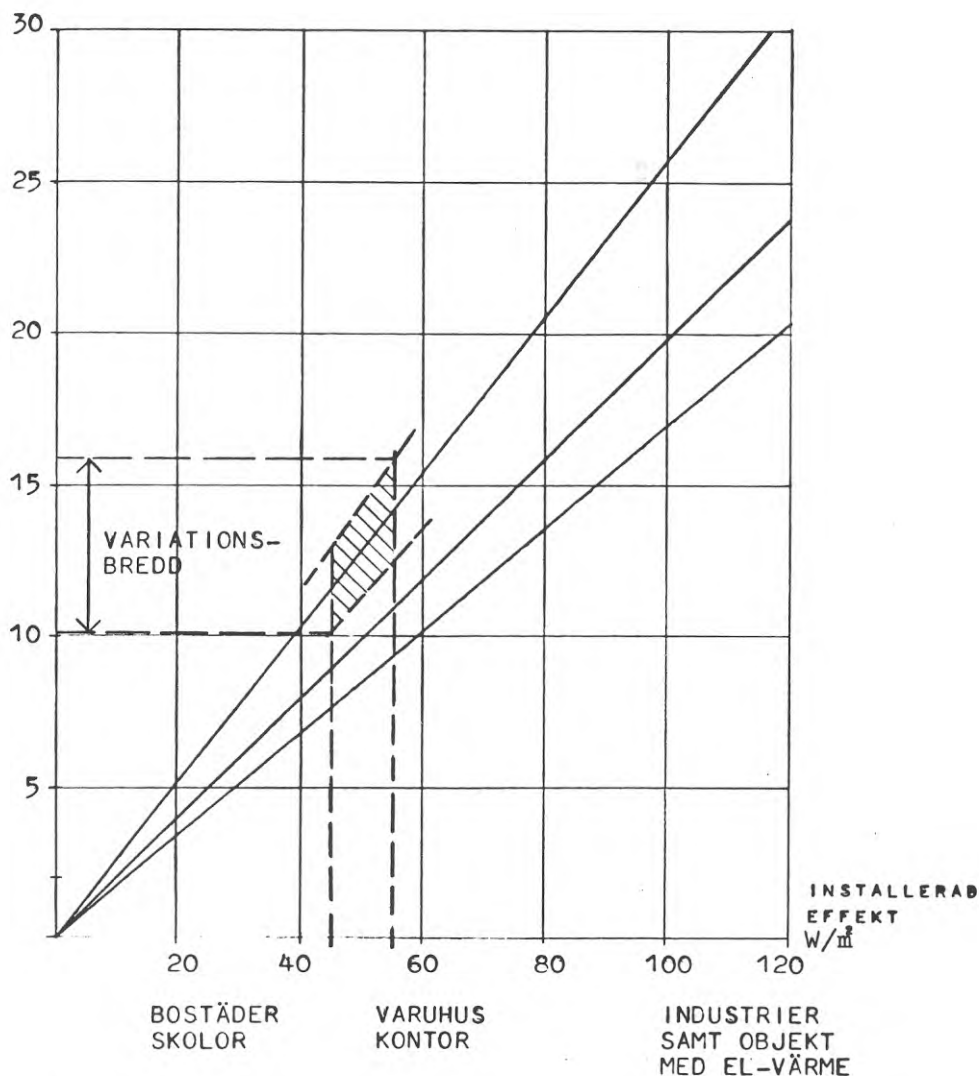
EL 6

FIG 3.3:1  
1968-1972KOSTNAD FÖR  
ELINSTALLATION,  
KONTORSBYGGNADER

## STÄLLVERK, TRANSFORMATORER 62

FIG 3.3:2  
1975-10KOSTNAD FÖR KOMPLETTA  
LÅGSPÄNNINGSSTÄLLVERK ELLER  
HÖGSPÄNNINGSSTÄLLVERK (TORRISOL. TRAFÖ)

KR/Å



1	1000	kVA	HSP	2	ST	TRAFÖ
	400	"	"	1	"	"
	200	"	LSP	1	"	"
2	1500	"	HSP	2	"	"
	630	"	HSP	1	"	"
	100	"	LSP			
3	2000	"	HSP	2	"	"
	1000	"	HSP	1	"	"

## 4        MODELL 2-5, RÖRINSTALLATIONER

4.1       Allmänt - Sammanfattning - Rekommendation

De i detta kapitel redovisade kalkylmodellerna 3-5 bygger helt på det konventionella kalkylsystem som används av rörentreprenörer. Skillnaden mellan de olika modellerna 3, 4 och 5 ligger huvudsakligen i kalkylunderlagets detaljeringsgrad. Modell 2 bygger på den kostnadserfarenhet "statistik" som efterhand samlats hos de företag som arbetar med kalkyler under projekteringsskedet.

I kostnadsfas 1 föreligger som regel endast uppgifter om verksamhet, byggnadsyta, byggnadsvolym, geografiskt läge, preliminära miljökrav, eventuella process- eller produktionstekniska krav på mediaförsörjning, kraft, processventilation etc. Kostnadsbedömningen sker här oftast enligt Modell 1 - "statistik" kompletterad med viss offertinfordran och beräkningsverksamhet.

I nästa skede, när projektet börjar ta en mera fysisk form, inträder kostnadsfas 2. De erforderliga kostnadsberäkningarna utföres då enligt Modell 2 eller 3. De kostnadsuppgifter som står till buds här är som regel en blandning av statistik över system- eller delsystemkostnader eller systematiskt utförda kostnadsberäkningar över installationer, t ex panncentraler, värmecentraler, kylinstallationer, kulvertar etc. Dessa kostnader redovisas sedan i diagramform med installationens storlek - dimension - som enda kostnadspåverkande variabel.

Projektet har vidare i detta skede tagit en sådan form att byggnadsritningar i skala 1:200 eller 1:400 finns tillgängliga. Rums- eller verksamhetsbeskrivning är utarbetad. Behov av media, kraft, luftmängder etc är fastlagt till kanske 90%. Konstruktören har här möjlighet att utföra layouter och fiktiva systemskisser, fastlägga rörmaterial, genomsnittliga rördimensioner, effekter på pannor, värmeväxlare, pumpar, kärl, armaturbehov etc.

Allt efter omfattningen av detta arbete kan han välja endera av modellerna 2 och 3 - eller oftast en blandning av dessa - för sin kostnadsberäkning. Är objektet ett bostadshus, kontor eller annan symmetrisk byggnad med upprepningseffekter kan en kostnads kalkyl enligt modell 5 med fördel användas.

I kostnadsfas 3, vilken infaller under det verkliga konstruktionsskedet, har konstruktören fastställt systemens data och utformning på ett sådant sätt att mycket korrekta kostnads kalkyler kan utföras medelst modellerna 3 och 4.

Kostnadsfas 4 infaller när bygghandlingarna är färdiga eller i stort färdiga. Kostnadskalkyler i detta skede sker helt enligt modell 4, d v s som en normal entreprenadkalkyl.

Genomgående för modellerna 3 t o m 5 och tillhörande figurer som presenteras under detta avsnitt är att kostnaderna har beräknats enligt R:s 0.10-blad. Figurbladen kan dock inte användas okritiskt. Varje projekt är unikt med avseende på kostnader och tid för t ex transporter och resor, ställningar, dag-(spill)tid, svårighetsgrad, rördelstillägg etc. Detta förhållande medför

- att angivna kostnader enbart gäller för situationer som är lika dem som förutsätts vid beräkning av kostnaderna, d v s en okomplicerad installation utan speciella bikostnader,
- att kostnadsberäknaren själv alltid måste bedöma, kvantifiera och prissätta alla bikostnader,
- att kostnadsberäkningar av installationer - även vid tillgång på skenbart tillförlitliga datablad - är en arbetsuppgift för i installations-teknik och installationskostnadskalkylering sakkunniga,
- att figurernas livslängd - även efter indexjustering - har en begränsning och följaktligen bör aktualiseras minst vart tredje år.

#### 4.2 Modell 2 Rörinstallationer

Kostnadsberäkning av systemlösningar medelst statistik.

Vad kan man göra statistik på?

Ledningsnät. - Som regel måste ledningsnätens material - rör och isolering dimensioner geografiska utsträckning - längd geometri - fittingfaktor - rördelskoefficient etc

fastställas. På basis härav göres en beräkning t ex med hjälp av diagram i modell 3.

Med stöd av statistiska kostnadsuppgifter kan dock mera uniforma rörsystem kostnadsberäknas. Exempel på sådana system är:

- VA-installationer ovan mark i bostadshus, vissa sjukhus och liknande symmetriska byggnader
- System för medicinska gaser i sjukhus

- Fördelningsnät till under fönster placerade värmare i bostäder, sjukhus och förvaltningsbyggnader
- Sprinklersystem

De kostnadspåverkande faktorerna är för angivna exempel vanligen

För vatten och avlopp:	Antal våningar, apparater och stammar per lägenhet i ett plan, vv-cirkulationens omfattning, rörmaterial
För gas och tryckluft:	Antal gastyper, gasuttagsställen, våningar, våningsyta, rörmaterial
För värme:	Effekt, temperaturfall, en- eller tvårörssystem, våningsantal, huslängd, våningsyta, rörmaterial
För sprinkler:	Riskklass, antal sprinklerhuvuden och dess placering i olika nivåer, höjd ovan golv, våt- eller torrsystem, rörmaterial

Undercentraler - panncentraler. - Kostnaderna för de centrala delarna, värme- och kylcentraler, kan ofta beräknas medelst statistik.

Kostnadspåverkande faktorer blir här bl a:

Systemlösning - materielval  
Effekt  
Temperatur och tryck - NT-klass

Statistiken bör baseras på ett normalt tekniskt utförande. En långt gående automatisering med val av dyrare ventiler och manöverdon etc bör bli föremål för speciell kostnadsbedömning.

Exempel på kostnader över t ex panncentraler återfinns i BFR-rapport R9-1970 "Energiförsörjning av byggnader" figur 2. Detta kostnadsdiagram har vid ett flertal tester under åren 1970-1974 visat sig väl anpassat till verkligheten. De i diagrammet angivna effektkostnaderna har då korrigerats med index. Denna kontroll gör att utredningsgruppen anser sig kunna rekommendera denna typ av diagram.

Det bör observeras att specifika kostnaden sjunker med stigande anläggningsstorlek vid såväl panncentraler, undercentraler, kylinstallationer som radiatorinstallationer och liknande liksom vid apparater och kärl av olika slag.

### 4.3 Modell 3, Rörinstallationer

Installationskostnader beräknade med hjälp av en enhetskostnadskalkyl, d v s antal enheter gånger pris/enhet, kan normalt anges med större noggrannhet än kostnader grundade på statistik. Sådana kalkyler är aktuella i såväl sättaramskedet som hållaramskedet. Modell 3 är uppbyggd av dylika enhetskostnader och omfattningen av en enhet kan vara allt ifrån ett färdigmonterat tvättställ till en komplett panncentral.

Enhetskostnaderna är för rörinstallationerna framräknade enligt R:s kalkylerings- och debiteringsnormer blad 0.10 och 0.11, d v s aktuella materielpriser enligt nettoprislistan, avtalsenliga arbetskostnader och "normala" materiel- och arbetsomkostnader samt vinstpålägg, se vidare avsnitt 4.4.

Med denna kalkyleringsnorm som grund blir noggrannheten i de angivna enhetskostnaderna ganska stor. Vid tillämpning av modellen vid kostnadsberäkningar bestäms noggrannheten av dels hur väl kända förutsättningarna är för de olika kostnadsdiagrammen, dels hur mycket det aktuella projektet avviker från modellens enheter. För att uppnå maximal noggrannhet fordras att modellen innehåller ett komplett kostnadsunderlag, d v s alla typer av installationssystem, alla förekommande komponenter, materialsorter och dimensioner skall finnas representerade. Avsikten är inte att här redovisa en sådan komplett modell utan endast att ge exempel på hur enheter lämpligen byggs upp. För att göra kostnadsdiagrammer lättillgängliga har de om möjligt försetts med typritning, flödesschema eller dylikt.

För att erhålla så stor överensstämmelse som möjligt med övriga installationers modeller har även för rörinstallationerna, kostnadsdiagrammen om möjligt hänförs till platsutrustning, ledningsnät och centralutrustning.

Som exempel på värmeinstallationers platsutrustning redovisas radiatorkostnaden som funktion av installerad radiator effekt. De parametrar som påverkar kostnaden är radiator typen, MP, TP etc, radiator effekten och vattentemperaturen.

I figur 4.3:1 visas kostnaden för färdigmålade radiatorer inkl returkoppling och radiatorventil. Kurvorna 1 och 2 visar skillnaden mellan typerna MP (ca 1000 W) och TP (ca 1000 W), kurvorna 1 och 3 visar effektens inverkan MP (ca 1000 W) och MP (ca 500 W) och kurvorna 1 och 4 visar hur vattentemperaturen påverkar kostnaden 80-60°C respektive 60-45°C.

En större enhet kan byggas upp om man till radiatorkostnaden lägger kostnaden för ett antal m kopplingsledning per radiator. I figur 4.3:2 visas kostnaden som funktion av installerad radiatoreffekt, då man antagit 5 m kopplingsledning av koppar till varje radiator. Kurvorna i figuren redovisar två olika radiatorstorlekar MP (1000 W) och MP (500 W). De streckade linjerna avser enbart radiatorkostnaden, varför de streckade fälten avser enbart ledningskostnaden.

Kostnaden för vatten- och avloppsinstallationers platsutrustning skall här representeras av kostnader för olika badrum och sköljrum. I figur 4.3:3 visas kostnaden för enstaka sanitetsenheter och i figur 4.3:4 har kostnaden för 2 st badrum, 1 st duschrum och 1 st toalettenhet framräknats. Kostnaderna, vilka redovisas i materiel- och arbetskostnader, omfattar enheter inkopplade i vägg respektive golv men däremot ej kopplingsledningar.

I figur 4.3:8 visas på motsvarande sätt kostnaden för några sköljrumsalternativ, (def enl SPRI) vilkas utrustning framgår av figurerna 4.3:5, 4.3:6 och 4.3:7. Kostnaderna är uppdelade i apparat-, rörlednings- och arbetskostnad.

På samma sätt som för radiatordiagrammen kan större kostnadsenheter byggas upp genom att anta ett antal m kopplingsledning till varje enhet.

Ledningsnäten för vatten-, avlopps- och värmeinstallationer kan kostnadsberäknas på olika sätt. De enklaste diagrammen är uppbyggda av enbart meterkostnad som funktion av rördimension. De kostnadspåverkande faktorerna är rörmaterial och förläggingsställe. Figurerna 4.3:9 - 4.3:12 visar några sådana rörkostnadsdiagram.

Kostnaden för rörisolering bestäms separat enligt figur 4.3:13 där tre olika isoleringsalternativ finns angivna, samt skillnaden mellan serie 21 och serie 24 för ett av alternativen. Isoleringen förutsätts vara utförd av yrkesisolerare och avser typ I.

I figurerna 4.3:14 - 4.3:20 redovisas exempel på fem olika värmegrupper eller shuntgrupper. Dessa är representativa för olika sätt att anordna temperaturreglering och interncirkulation av värmevatten till såväl radiatoranläggningar som luftvärmare.

I figurerna 4.3:17 och 4.3:20 anges kostnaderna för de visade grupperna som funktion av sekundärledningens, VS, dimension. Det bör observeras att kostnaden ej inkluderar cirkulationspumpar och dess montage. I kostnaden inkluderas däremot montage av den styrventil som tillhandahålls.

I figur 4.3:21 anges montagekostnaden för enkel-pumpar som funktion av anslutningsdimensionen. Uppgift om materialkostnaden måste inhämtas vid varje kalkyltillfälle. R:s nettoprislista kan här ofta användas.

Figur 4.3:22 visar montagekostnaden för ventiler med två anslutningar och med de olika anslutnings-sätten gängning, flänsning och svetsning. Diagrammet visar bl a de stora kostnadsskillnader som råder mellan de flänsade och svetsade förbanden.

Kostnadsuppgift på ventilen inhämtas från ventil-leverantören vid varje kalkyltillfälle.

Figur 4.3:23 visar på motsvarande sätt montagekostnaden för värmeväxlare.

Figur 4.3:24 montagekostnaden för kärl och cisterner med vikter upp till 1000 kg.

Figur 4.3:25 grova rör, monterade och svetsade enligt rörledningsnormernas krav.

Figur 4.3:26 rostfria rör.

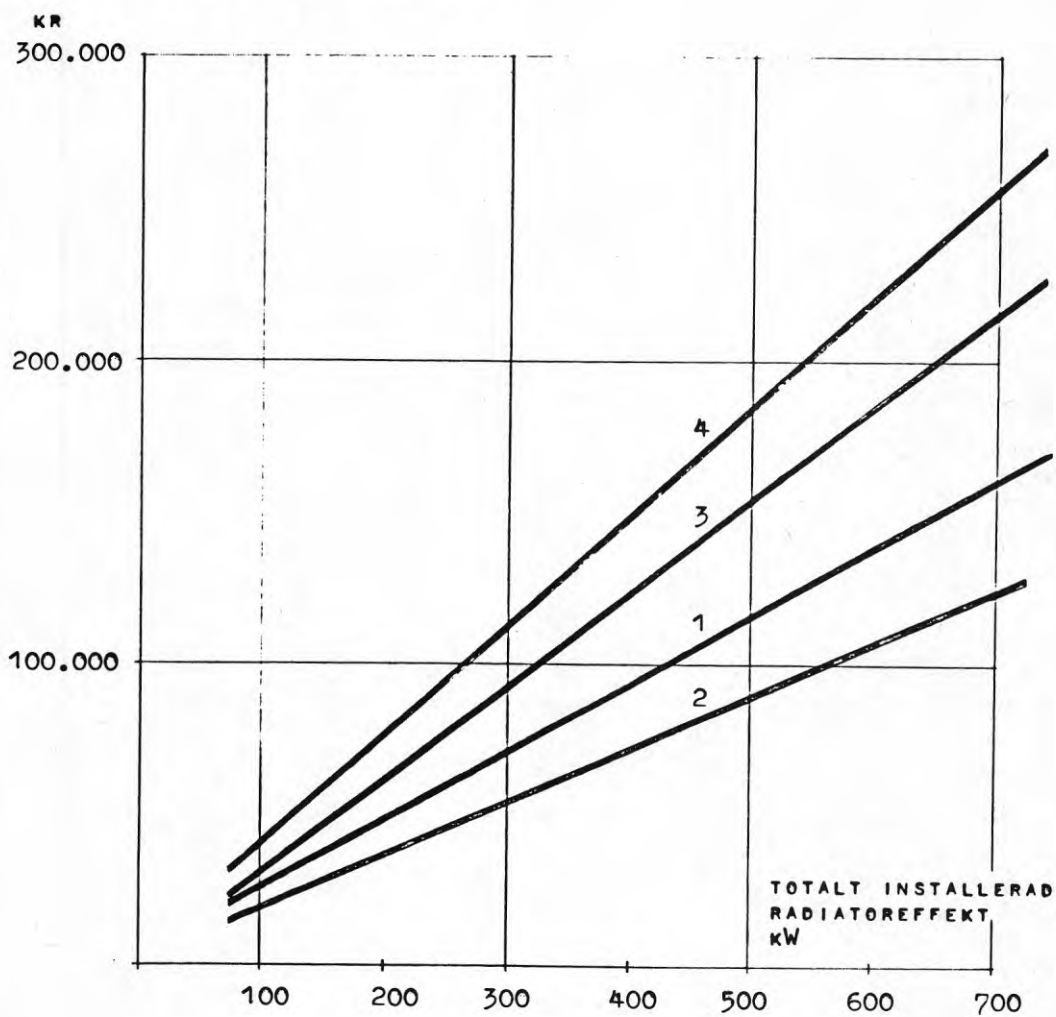
Figur 4.3:27 rörsmide - pendlar, kraftigare stöd, styrningar, fixar etc.



PLATSUTRUSTNING 56/8/

FIG 4.3:1  
1974-07-01  
ORTSGRUPP 4

		EFFEKT W	VATTENTEMP °C
1	MP2-59-30	CA 1000	80-60
2	TP1-522	CA 1000	80-60
3	MP2-50-18	CA 500	80-60
4	MP4-59-33	CA 1000	60-45

KOSTNAD FÖR RADIATORER  
EXKL KOPPLINGSLEDNINGAR

PLATSUTRUSTNING 56/8/

FIG 4.3:2  
1974-10-01  
ORTSGRUPP 4

EFFEKT W

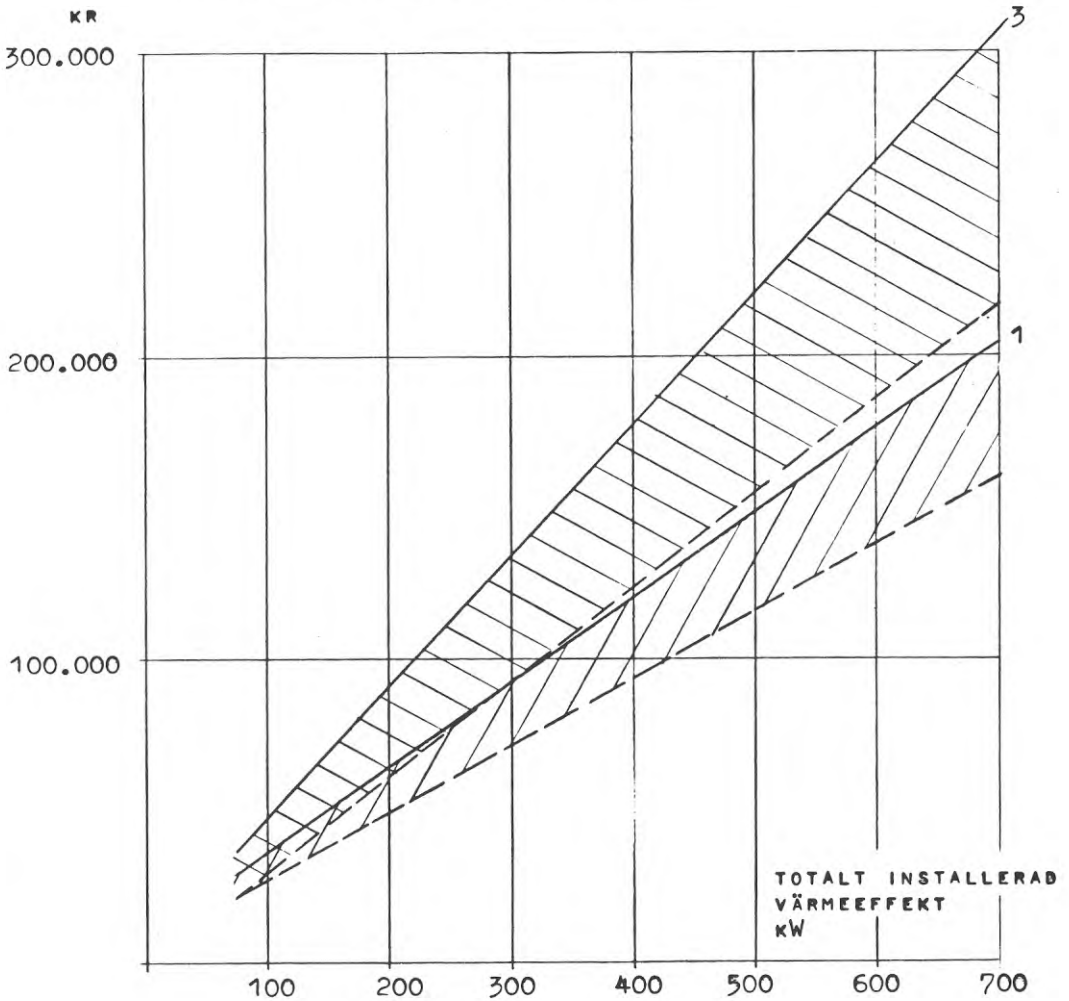
1 MP2-59-30 CA 1000  
3 MP2-50-18 CA 500

--- RADIATORKOSTNAD

//// KOPPLINGSLEDN.KOSTNAD

— TOTALKOSTNAD FÖR RADIATOR  
OCH KOPPLINGSLEDN.

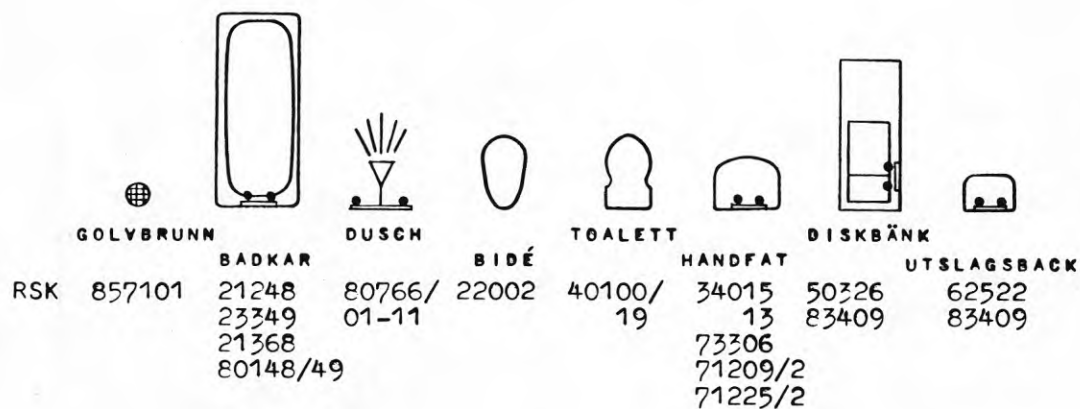
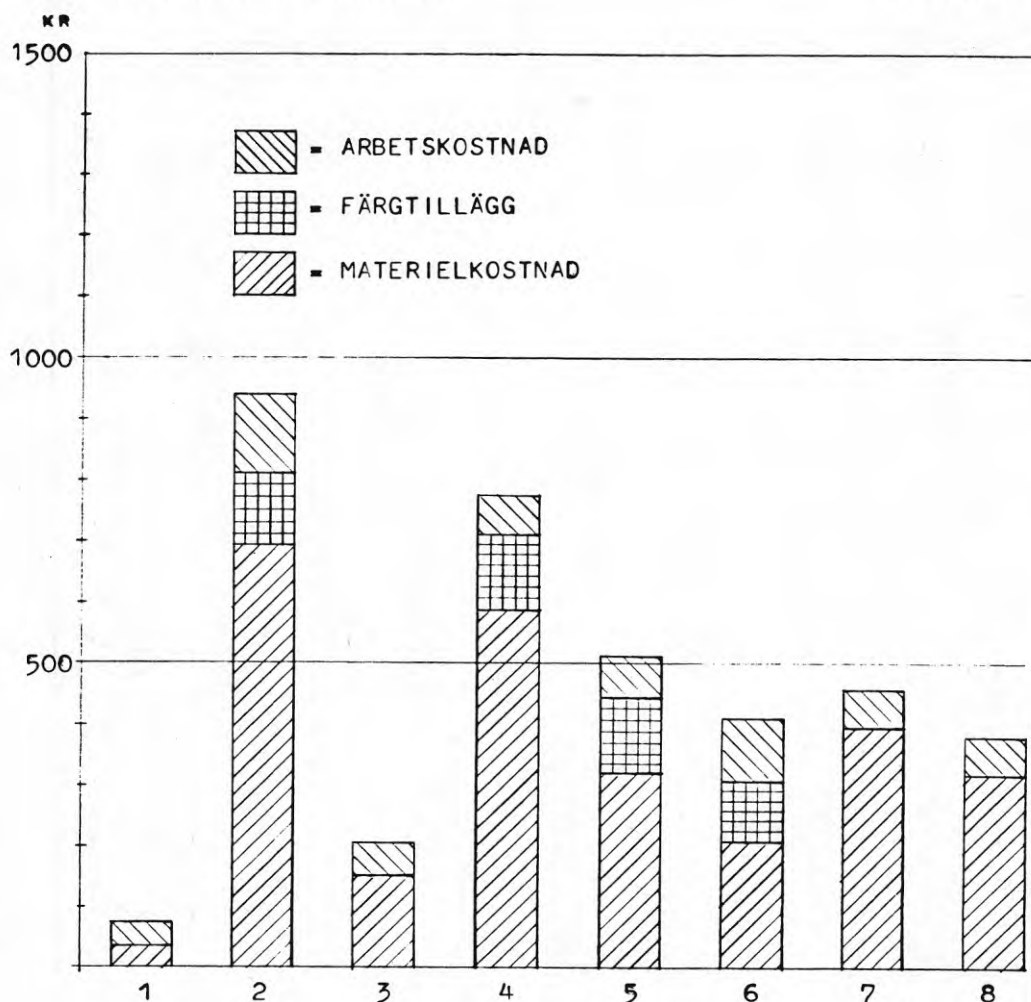
KOSTNAD FÖR RADIATORER  
INKL 5 m KOPPLINGSLEDNING AV KOPPAR



## PLATSUTRUSTNING 52/8/

KOSTNADER FÖR SANITETSENHETER  
INKL INKOPPLING  
EXKL KOPPLINGSLEDNING

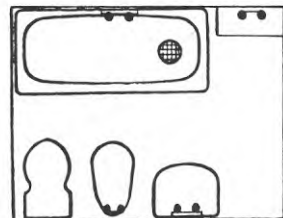
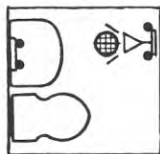
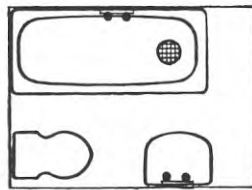
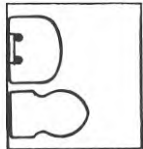
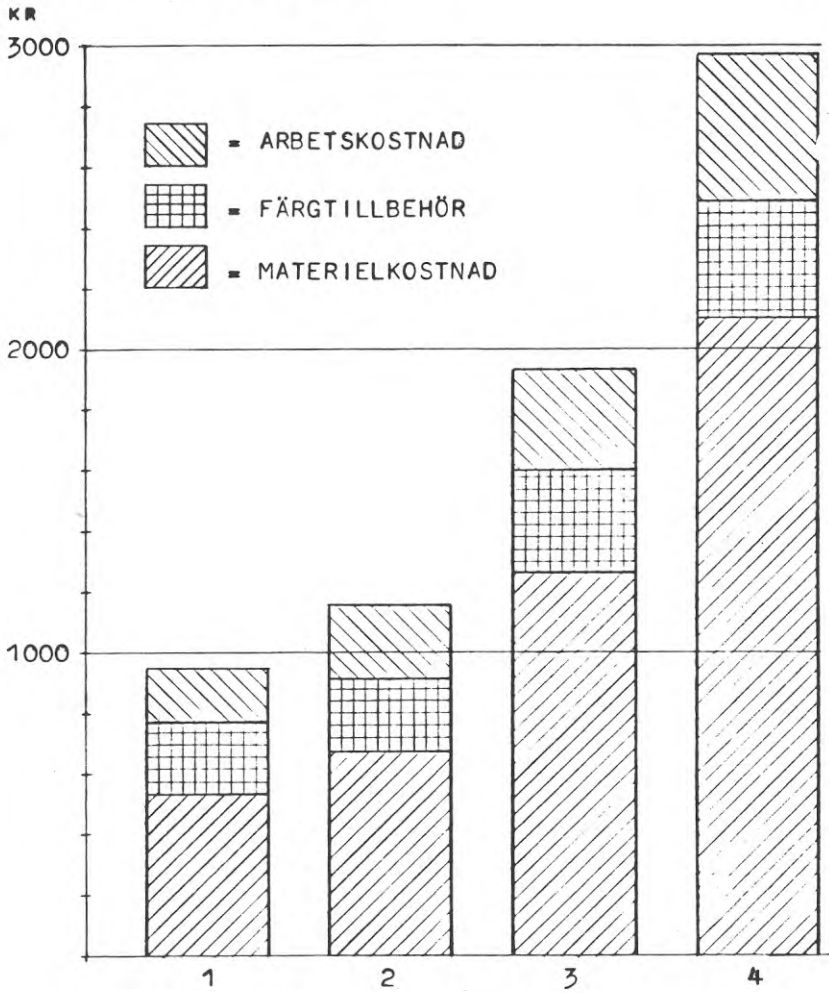
FIG 4.3:3  
1973-12-01  
ORTSGRUPP 4



PLATSUTRUSTNING 52/8/

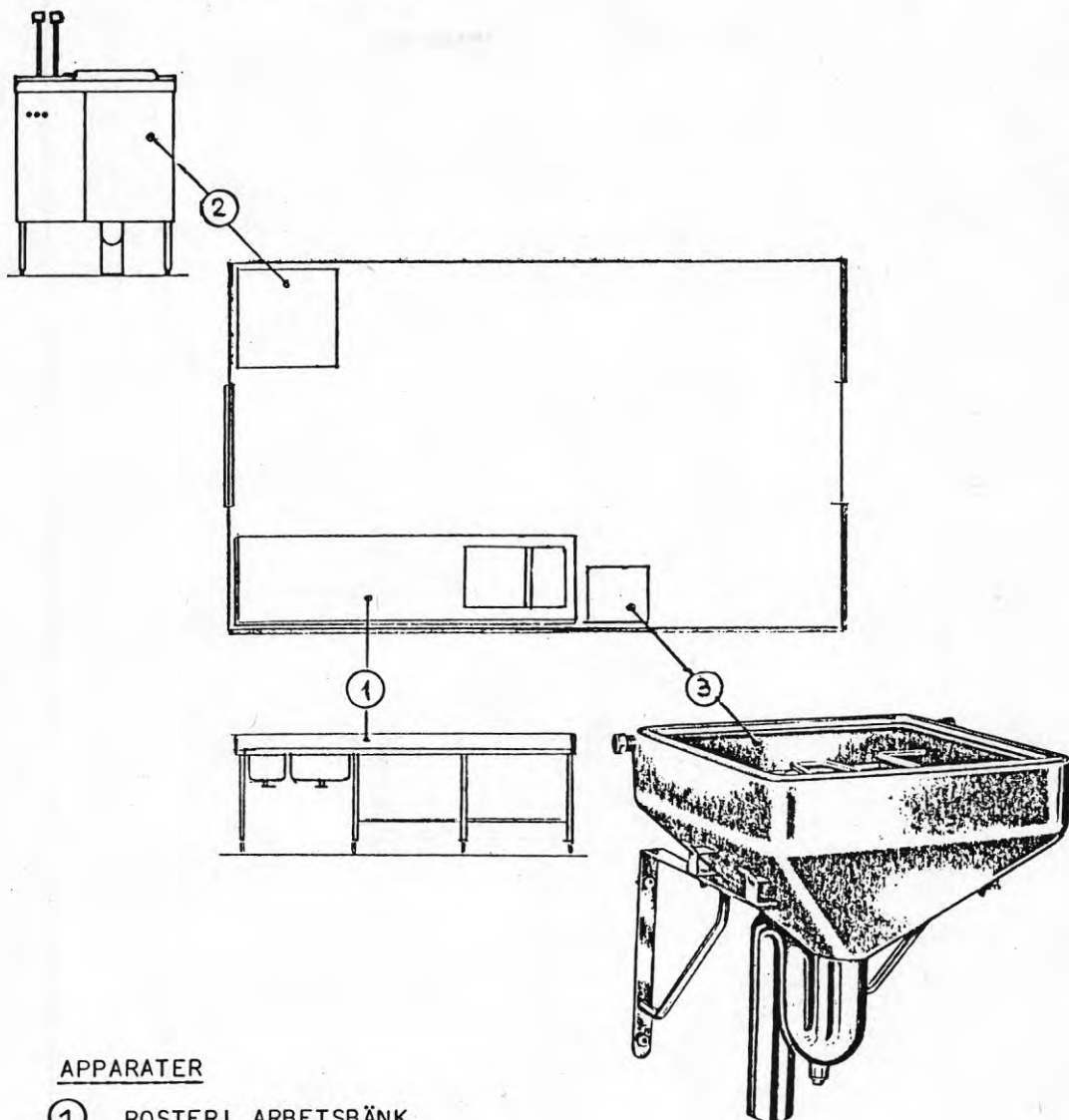
KOSTNADER FÖR 4 ST SANITETSLTERNATIV  
 INKL INKOPPLING  
 EXKL KOPPLINGSLEDNINGAR

FIG 4.3:4  
 1973-12-01  
 ORTSGRUPP 4



PLATSUTRUSTNING 52/8/  
SKÖLJRMUM TYP A+B

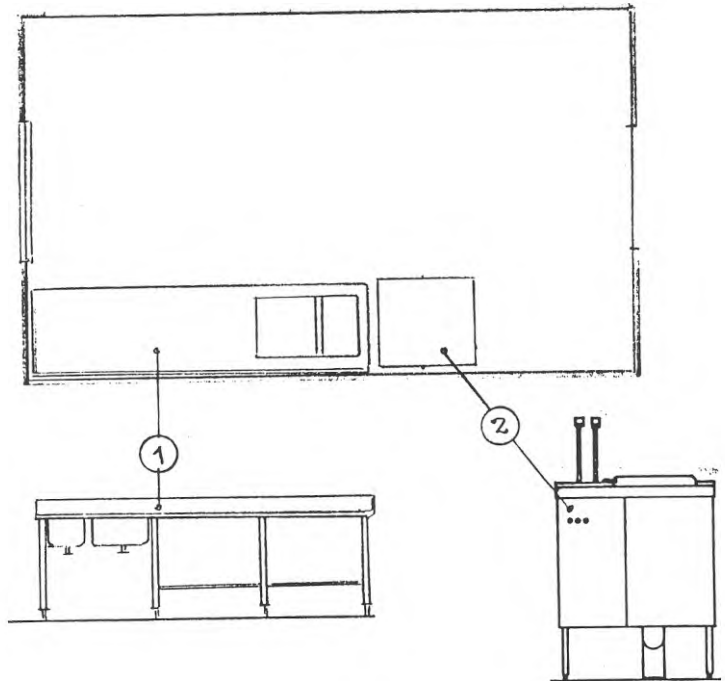
FIG 4.3:5



APPARATER

- ① ROSTFRI ARBETSBÄNK  
L x B = 2800x700 MM  
TRATT T29, DISKLÅDA BE-50
- ② KOMPAKTBÄNK  
VÄXJÖ ROSTFRITT AB S-170
- ③ UTSLAGSBACK  
VÄXJÖ ROSTFRITT AB S-20

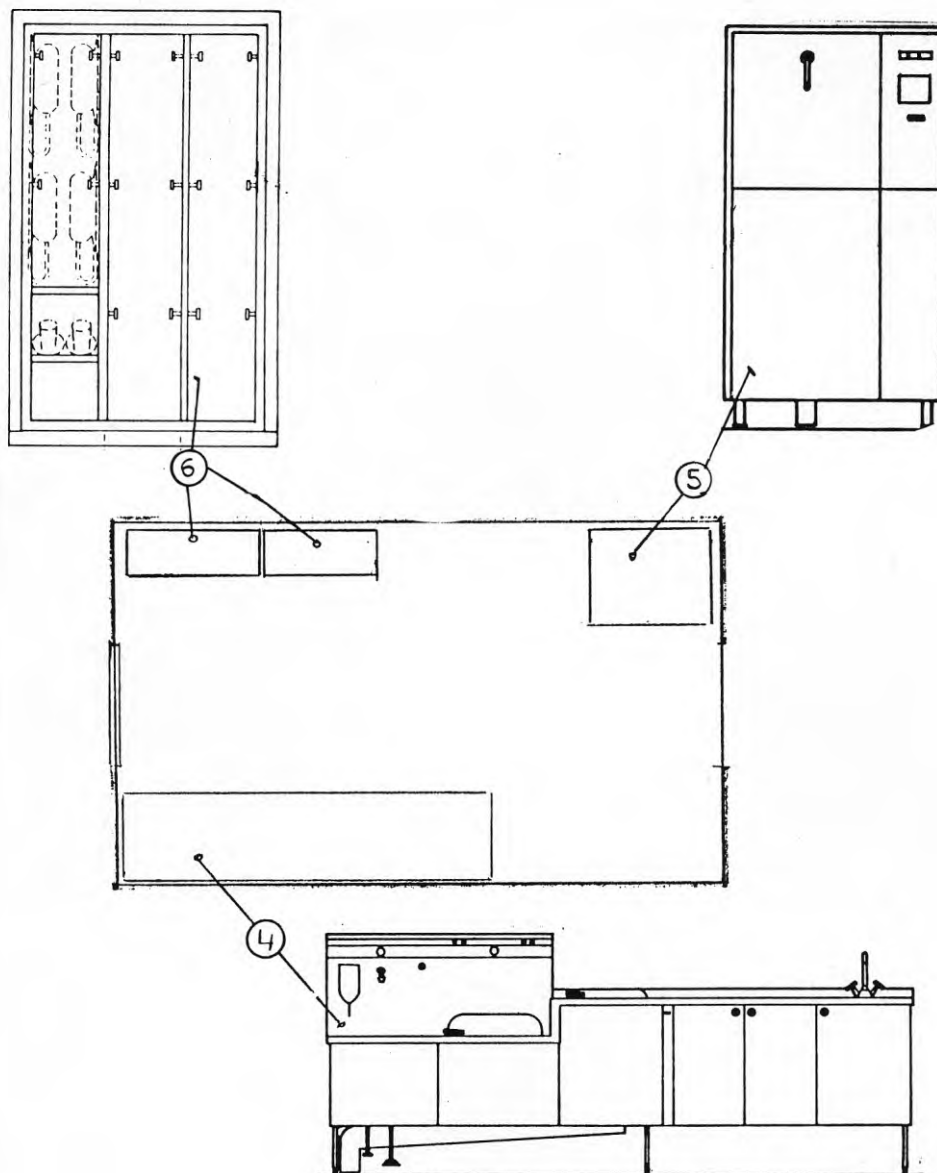
## SKÖLJURUM TYP C

APPARATER

- ① ROSTFRI ARBETSBÄNK  
L x B = 2800x700 MM  
TRATT T29, DISKLÅDA BE-50
- ② KOMPAKTBÄNK  
VÄXJÖ ROSTFRITT AB S-170

PLATSUTRUSTNING TYP D  
SKÖLJRMUM TYP D

FIG. 4.3:7

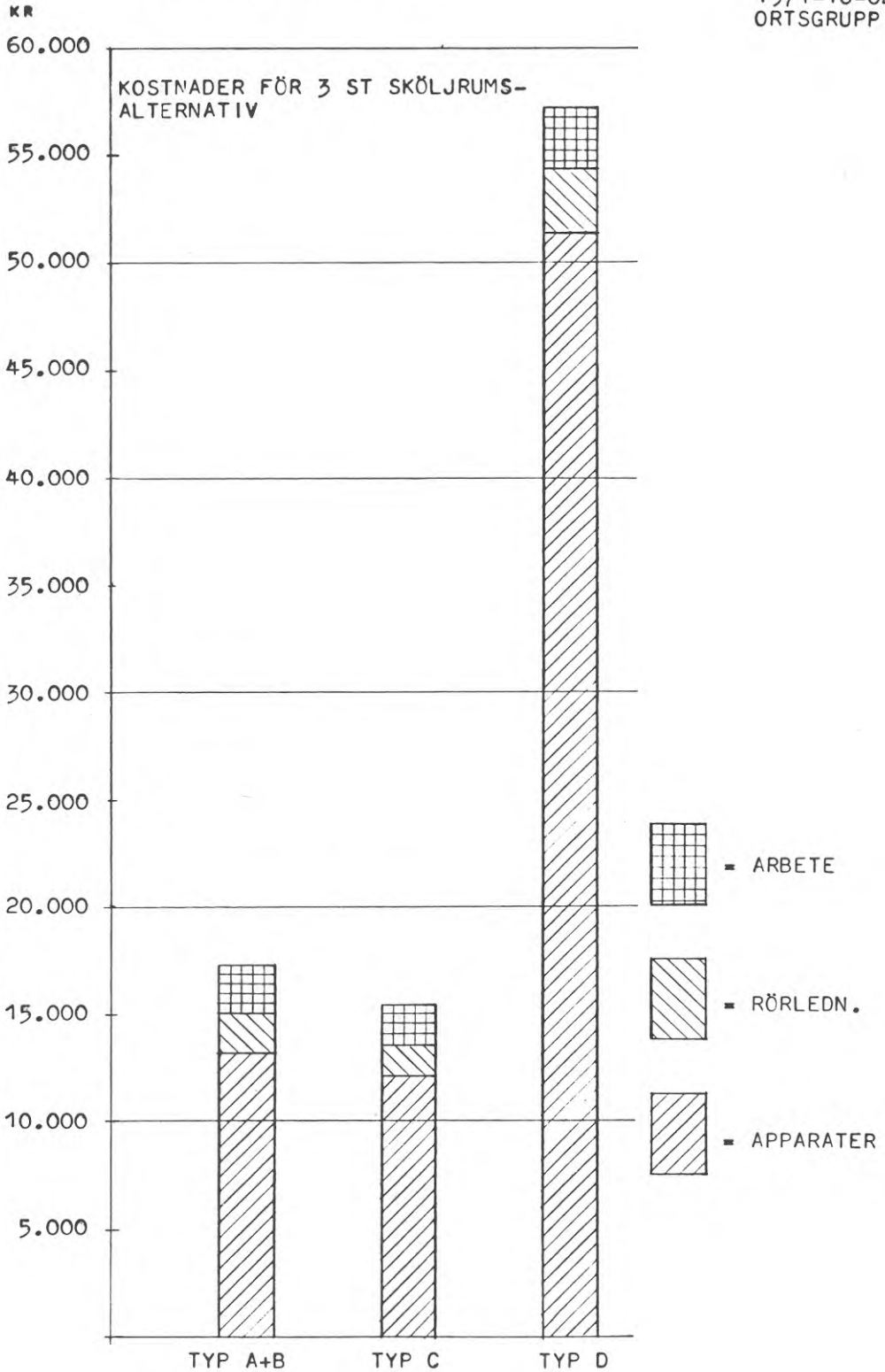


APPARATER

- ④ KOMPAKTBÄNK  
VÄXJÖ ROSTFRITT AB S-150
- ⑤ DISKDEKONTAMINATOR  
VÄXJÖ ROSTFRITT S-128
- ⑥ BÄCKEN- OCH FÖRVARINGSSKÅP  
EL-UPPVÄRMT  
VÄXJÖ ROSTFRITT AB

## PLATSUTRUSTNING 52/8/

FIG 4.3:8  
1974-10-02  
ORTSGRUPP 4





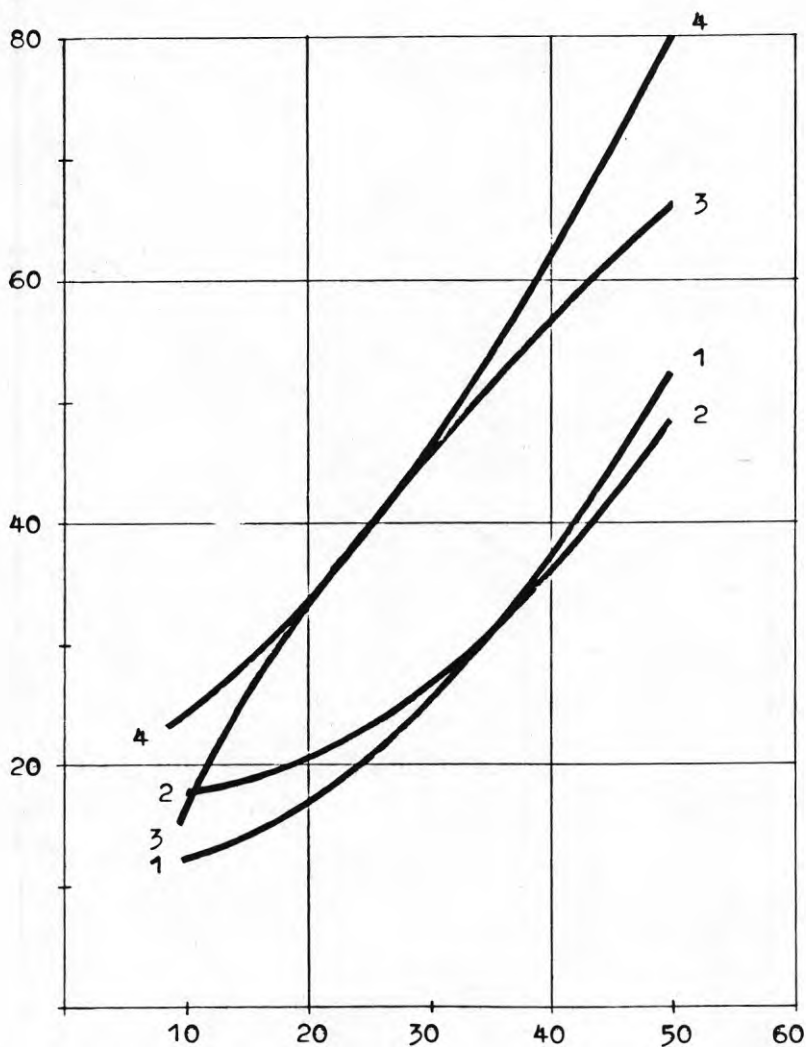
## LEDNINGSNÄT 5/5/

FIG 4.3:9  
1974-08-01  
ORTSGRUPP 4

PROCENTUELLA  
RÖRDELSPÅSLAG  
MATERIEL ARBETE

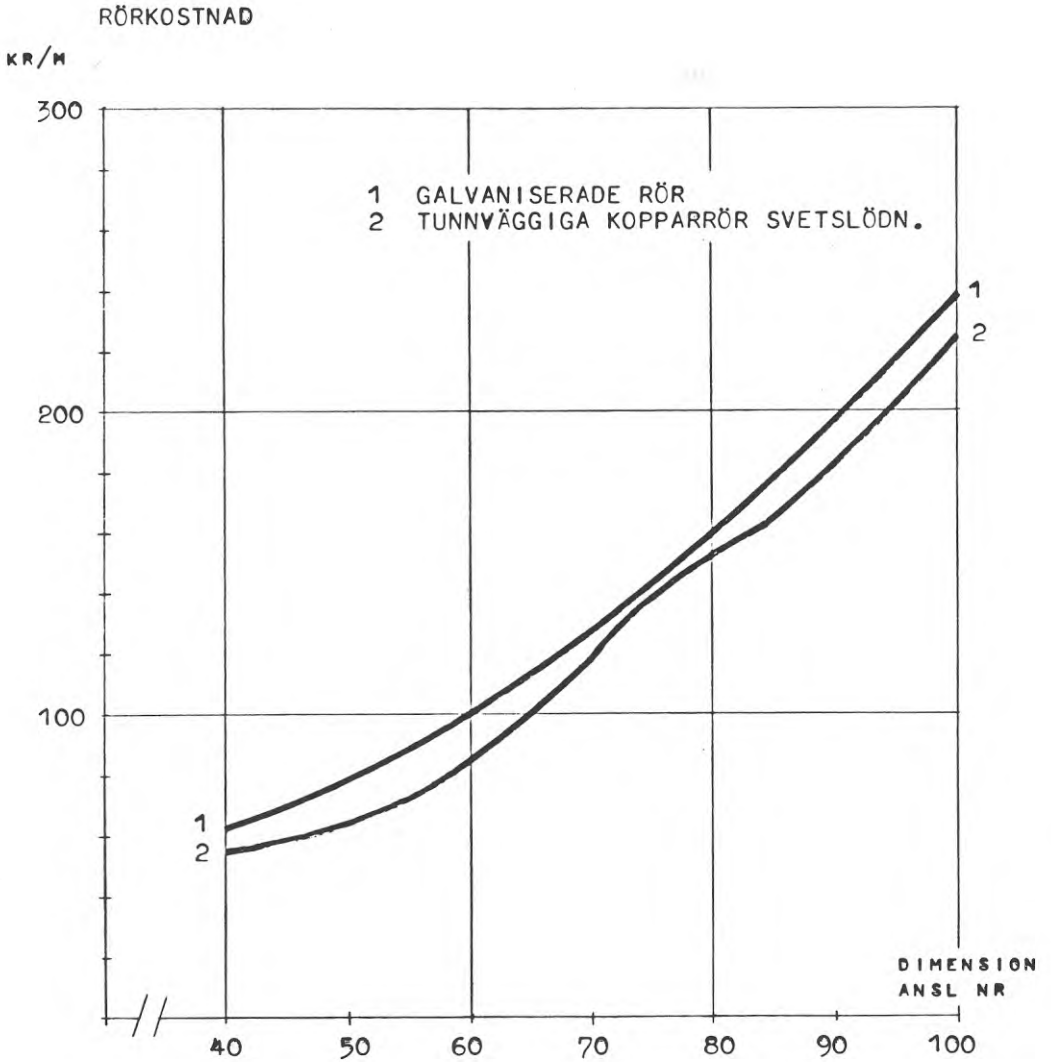
1	WIRSBRO PEX	40	40
2	GRÖNA RÖR SMS 326 WIRSBRO GARANTIRÖR OGÄNGADE UTAN MUFFAR	60	40
3	TUNNVÄGGIGA KOPPARRÖR SMS 1889 1890 50 100 KE SVETSLÖDDA	50	60
4	GALVANISERADE RÖR	120	40

RÖRKOSTNAD  
KR/M



DIMENSION  
DIAM MM

LEDNINGSNÄT 5/5/

FIG4.3:10  
1974-08-01  
ORTSGRUPP 4

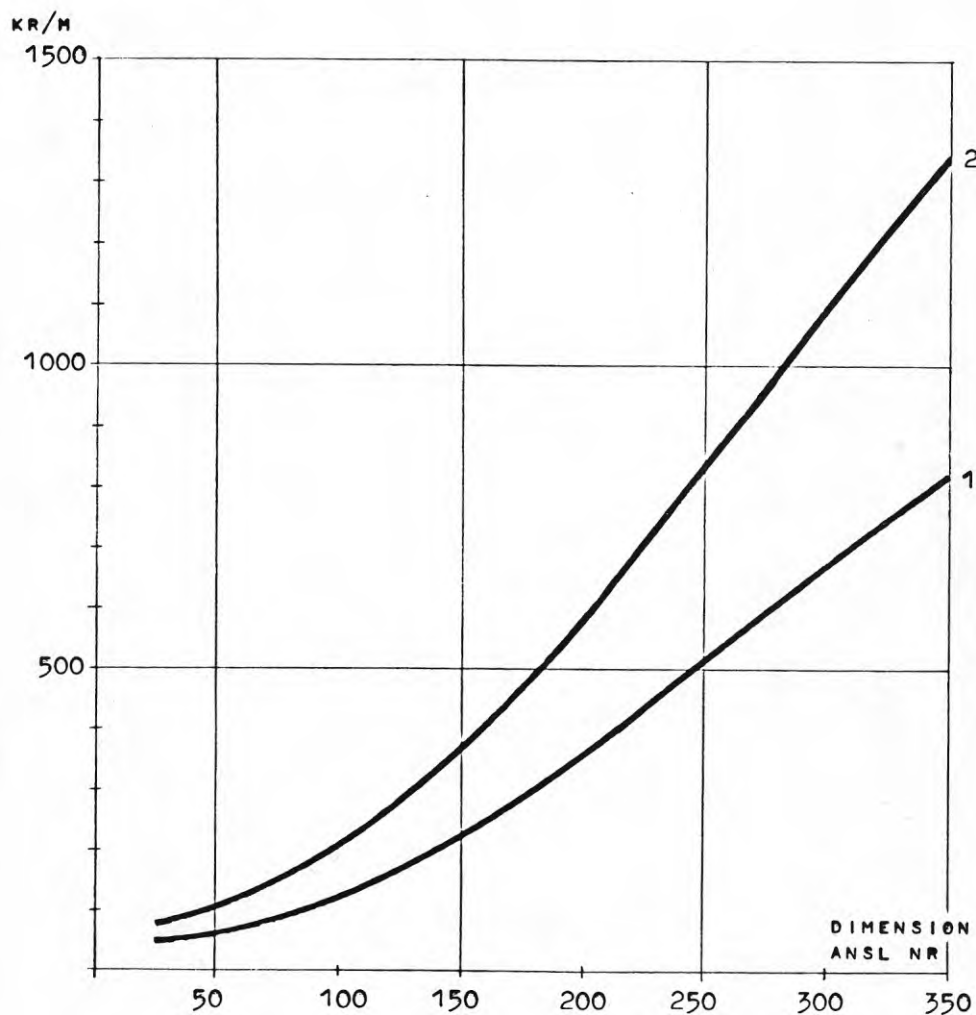
LEDNINGSNÄT 56/5

FIG 4.3:11  
1974-08-01  
ORTSGRUPP 4

PROCENTUELLA  
RÖRDELSPÅSLAG  
MATERIEL ARBETE

1	VÄRMETUBER KÄLLARE	70	100
2	VÄRMETUBER APPARATRUM	150	200

RÖRKOSTNAD



LEDNINGSNÄT 52/5/, 52/6/

FIG 4.3:12  
1974-03-01  
ORTSGRUPP 4PROCENTUELLA  
RÖRDELSPÅSLAG  
MATERIEL ARBETE

1	PVC INOMHUS INKL GREN- OCH RENSÖR	110	150
2	PVC MARK	80	100
3	GJUTNA NORMALRÖR INKL GREN- OCH RENSÖR	80	100

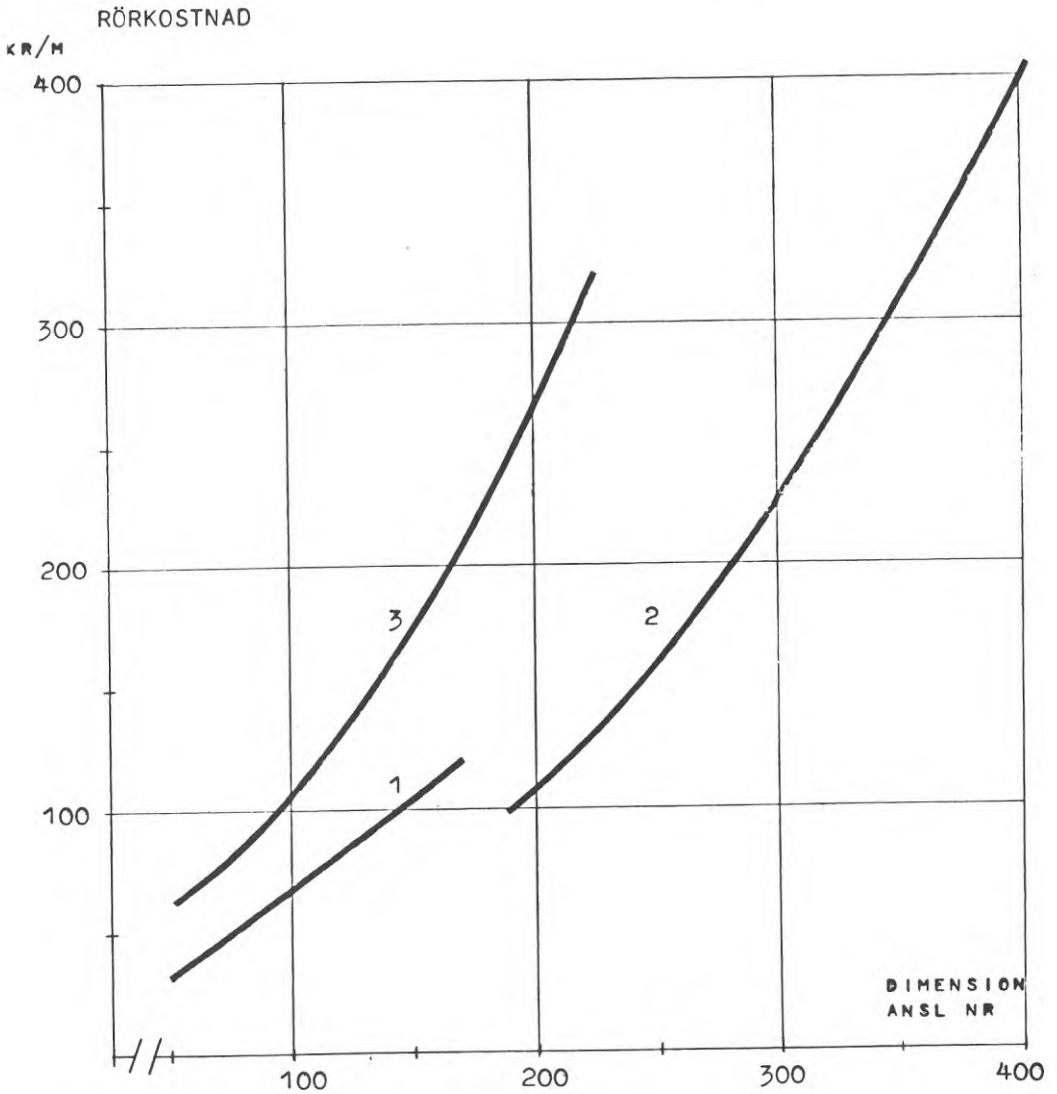
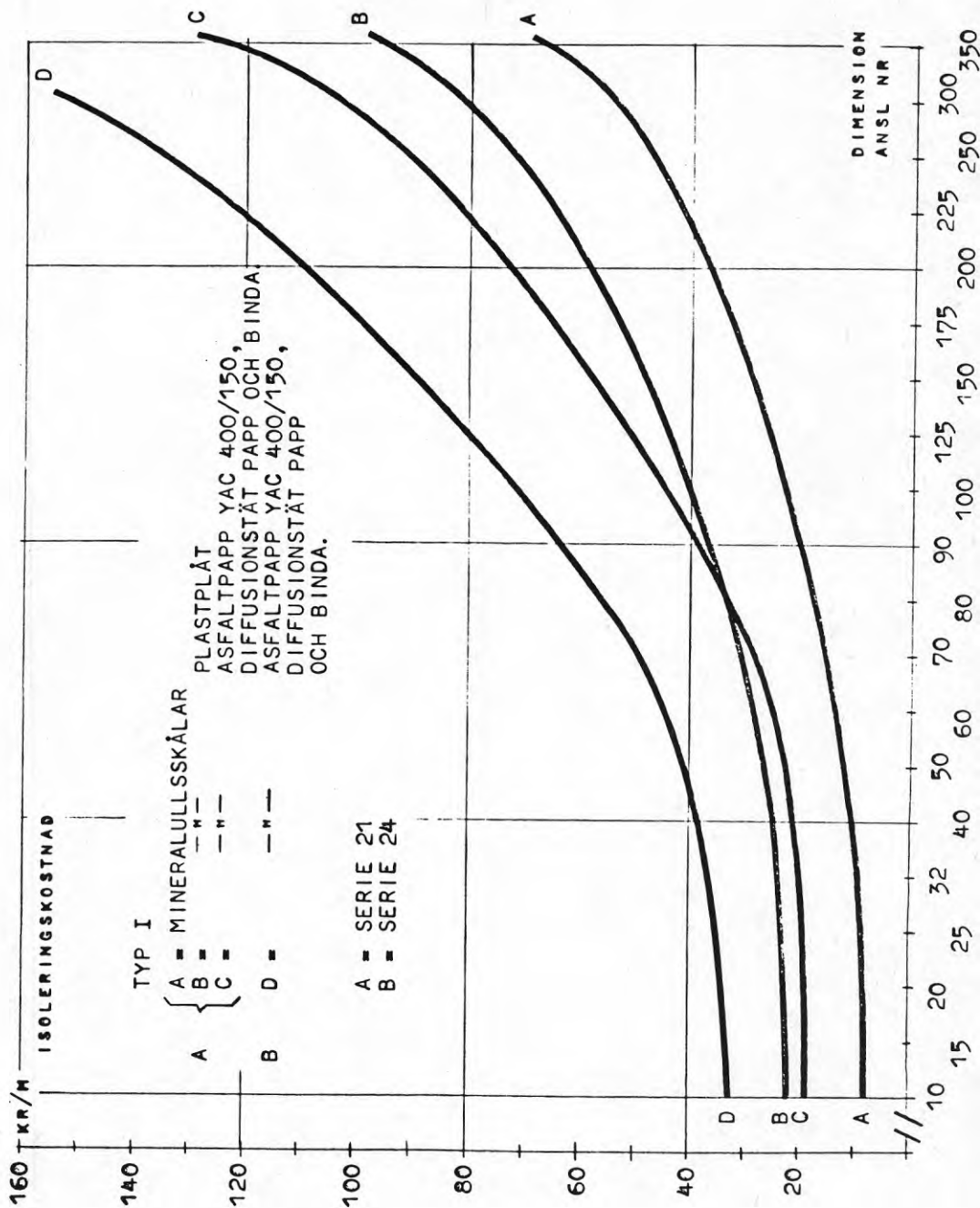
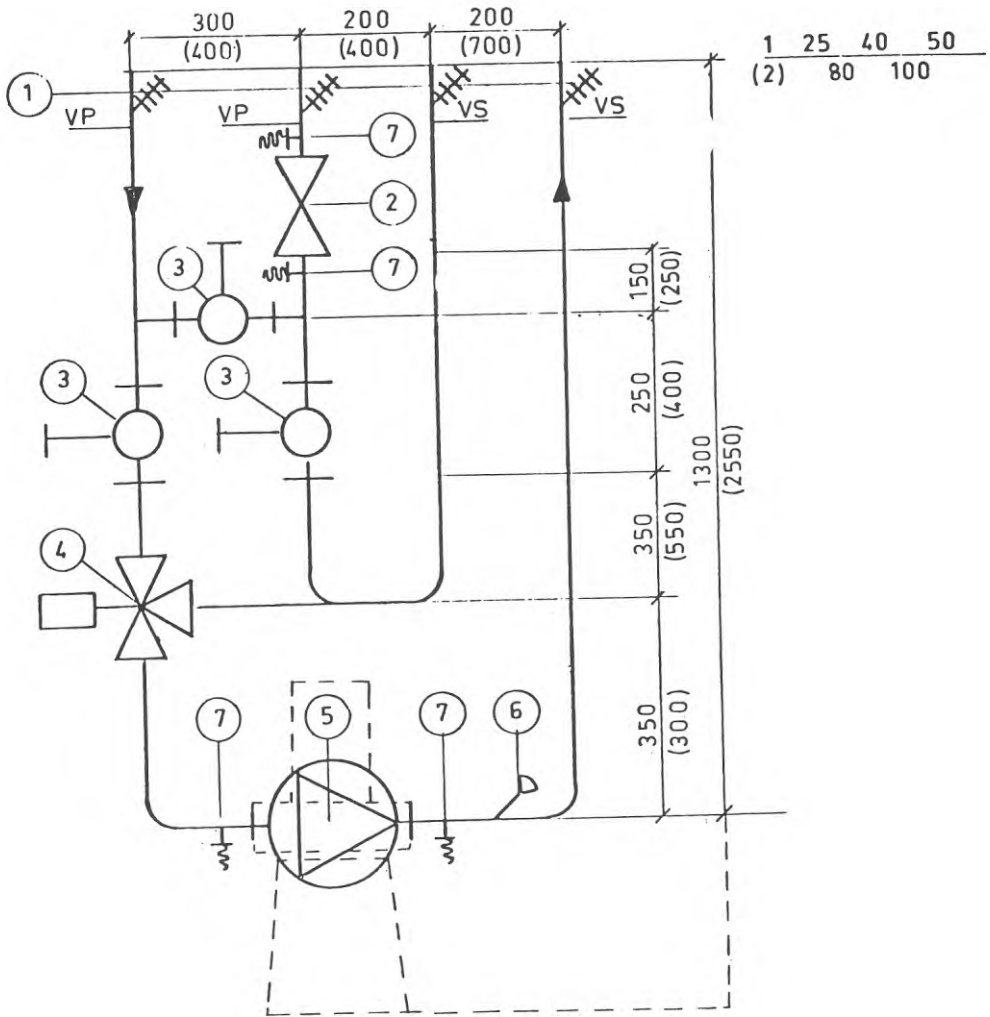


FIG 4.3:13  
1974-05-01  
ORTSGRUPP 4



## VÄRMEGRUPP TYP 1



### FÖRKLARINGAR

VP = PRIMÄRVATTEN

VS = SEKUNDÄRVATTEN

1 = TERMOMETER KACHEL NR 104230 GRAD 0-100°C ANSL 15

2 = REGLERVENTIL RSK 4079/2 ANSL 25, 40, 50, 80, 100

3 = AVSTÄNGNINGSVENTIL RSK 4006 ANSL 25, 40, 50, 80, 100

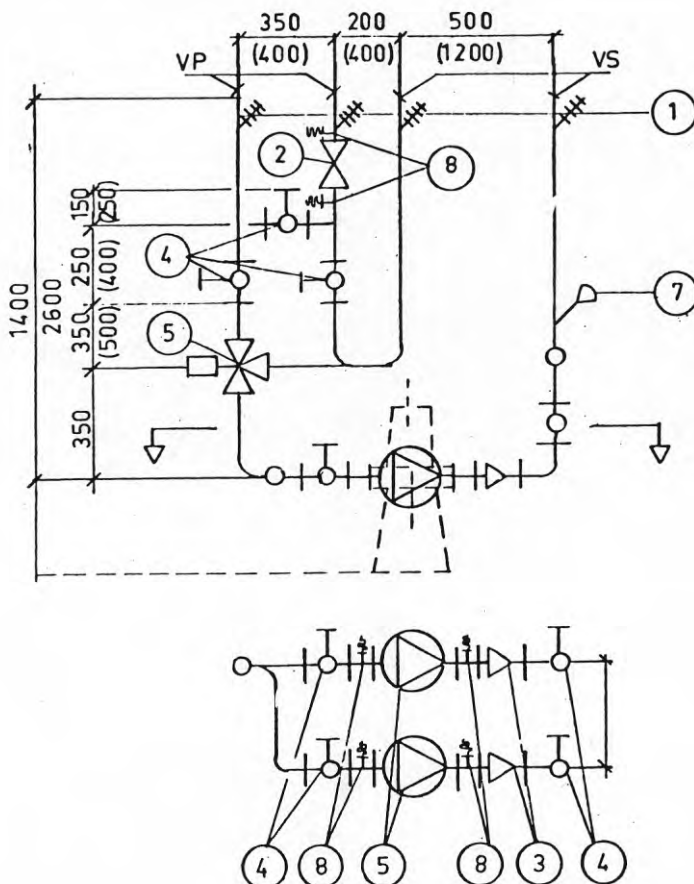
4 = STYRVENTIL LEVERERAS AV STYRENTREPRENÖREN

5 = CIRKULATIONS PUMP ENL MÄNGDFÖRTECKNING

6 = MUFF ANSL NR 15 FÖR GIVARE

7 = AVTAPPN. OCH MÄTDON ANSL 15 RSK 4037 MED LOCK RSK 4038

## VÄRMEGRUPP TYP 2



### FÖRKLARINGAR

VP = PRIMÄRVATTEN

VS = SEKUNDÄRVATTEN

1 = TERMOMETER KACHEL NR 104230 GRAD 0-100°C ANSL 15

2 = REGLERVENTIL RSK 4079/2 ANSL 25, 40, 50, 80, 100

3 = BACKVENTIL GESTRA RK41 ANSL 25, 40, 50, 80, 100

4 = AVSTÄNGNINGSVENTIL RSK 4006 ANSL 25, 40, 50, 80, 100

5 = STYRVENTIL LEVERERAS AV STYRENTREPRENÖREN

6 = CIRCULATIONS PUMP ENL MÄNGDFÖRTECKNING

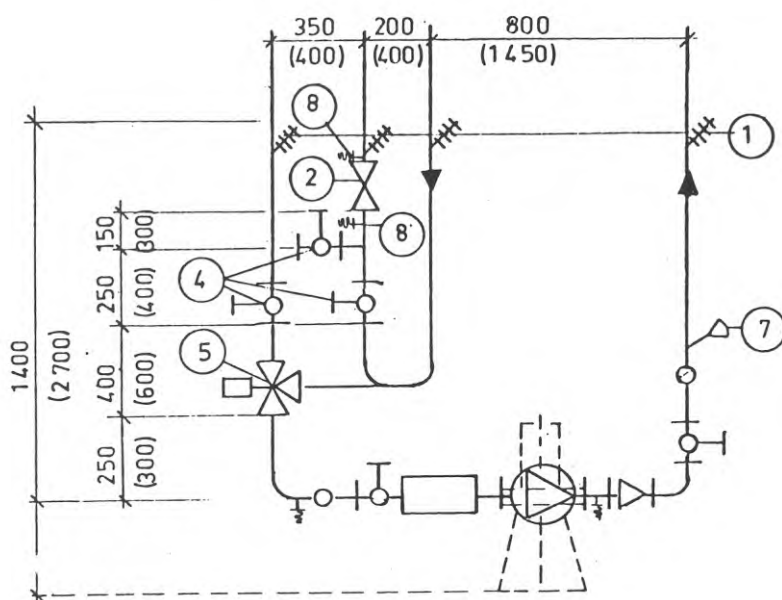
7 = MUFF ANSL 15 FÖR GIVARE

8 = AVTAPPN OCH MÄTDON ANSL 15 RSK 4037 MED LOCK RSK 4038

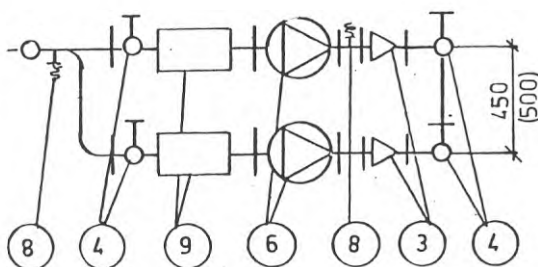
CENTRALUTRUSTNING 56/2/

VÄRMEGRUPP TYP 3

FIG 4.3:16



1	25	40	50
(2)	80	100	

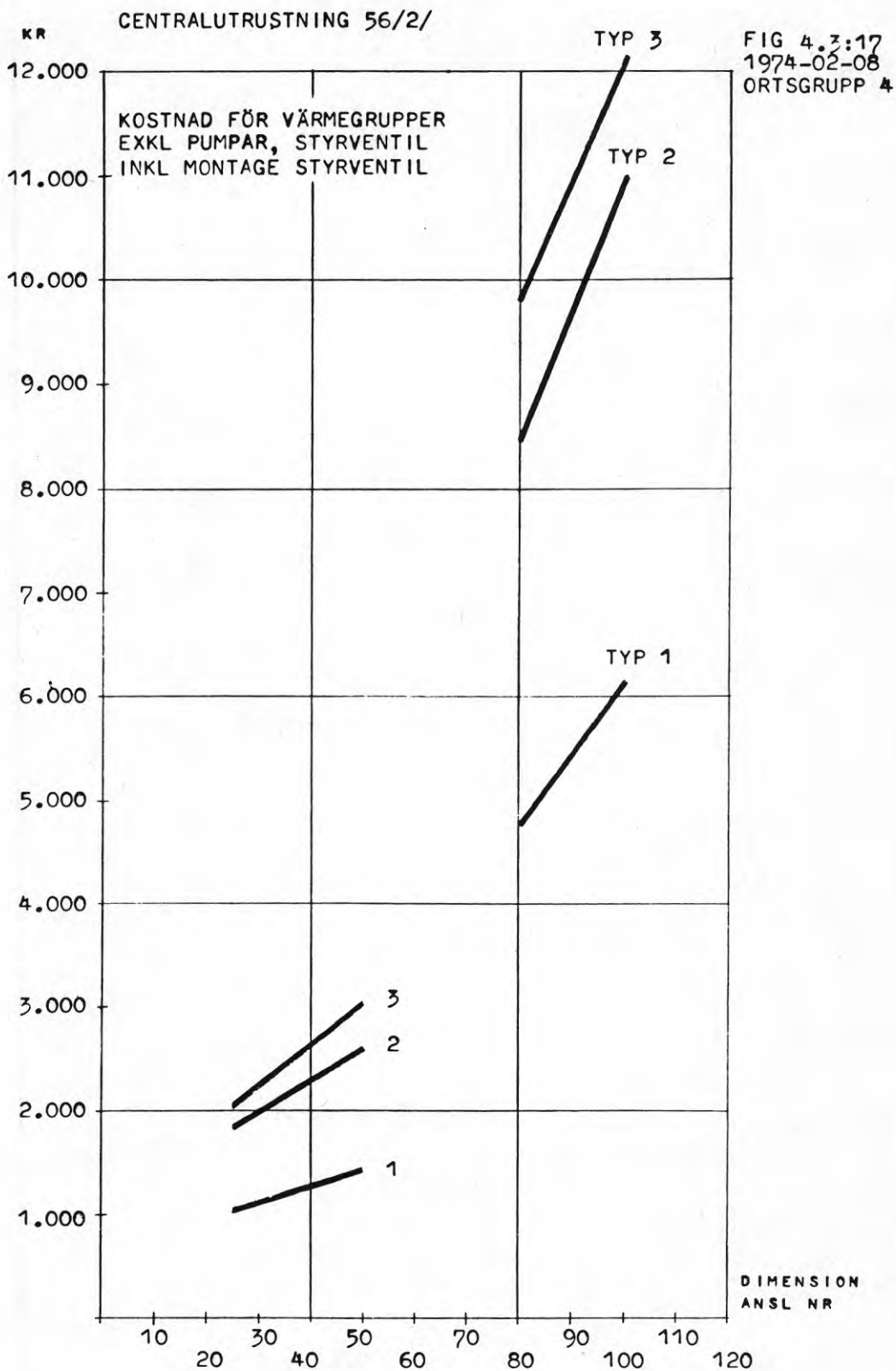
FÖRKLARINGAR

VP = PRIMÄRVATTEN

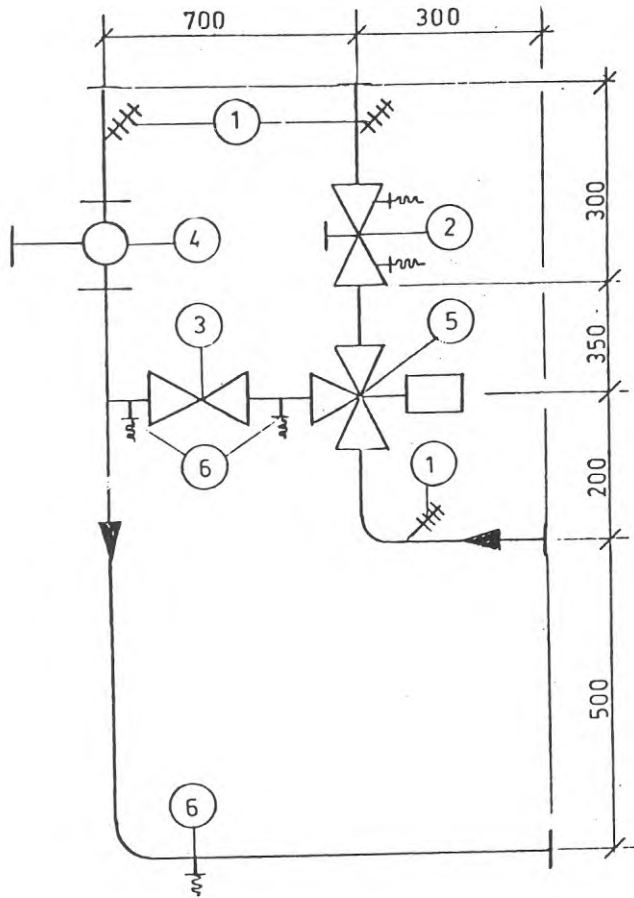
VS = SEKUNDÄRVATTEN

- 1 = TERMOMETER KACHEL NR 104230 GRAD 0-100°C ANSL 15
- 2 = REGLERVENTIL RSK 4079/2 ANSL 25, 40, 50, 80, 100
- 3 = BACKVENTIL GESTRA RK41 ANSL 25, 40, 50, 80, 100
- 4 = AVSTÄNGNINGSVENTIL RSK 4006 ANSL 25, 40, 50, 80, 100
- 5 = STYRVENTIL LEVERERAS AV STYRENTREPRENÖREN
- 6 = CIRKULATIONS PUMP ENL MÄNGDFÖRTECKNING
- 7 = MUFF ANSL 15 FÖR GIVARE
- 8 = AVTAPPN OCH MÄTDON ANSL 15 RSK 4037 MED LOCK RSK 4038
- 9 = SIL AJ4000 ANSL 25, 40, 50, 80, 100

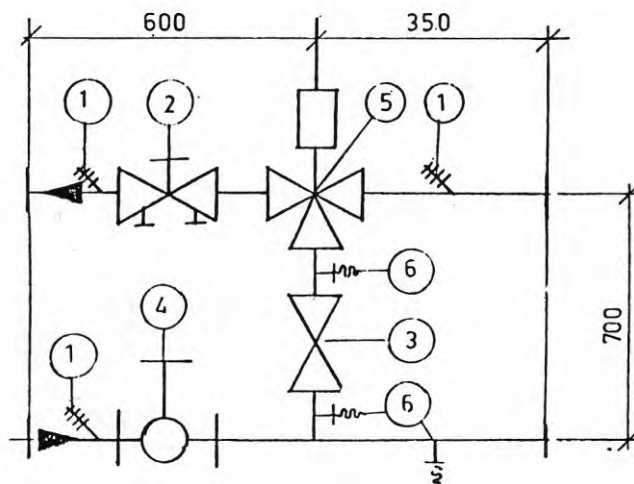




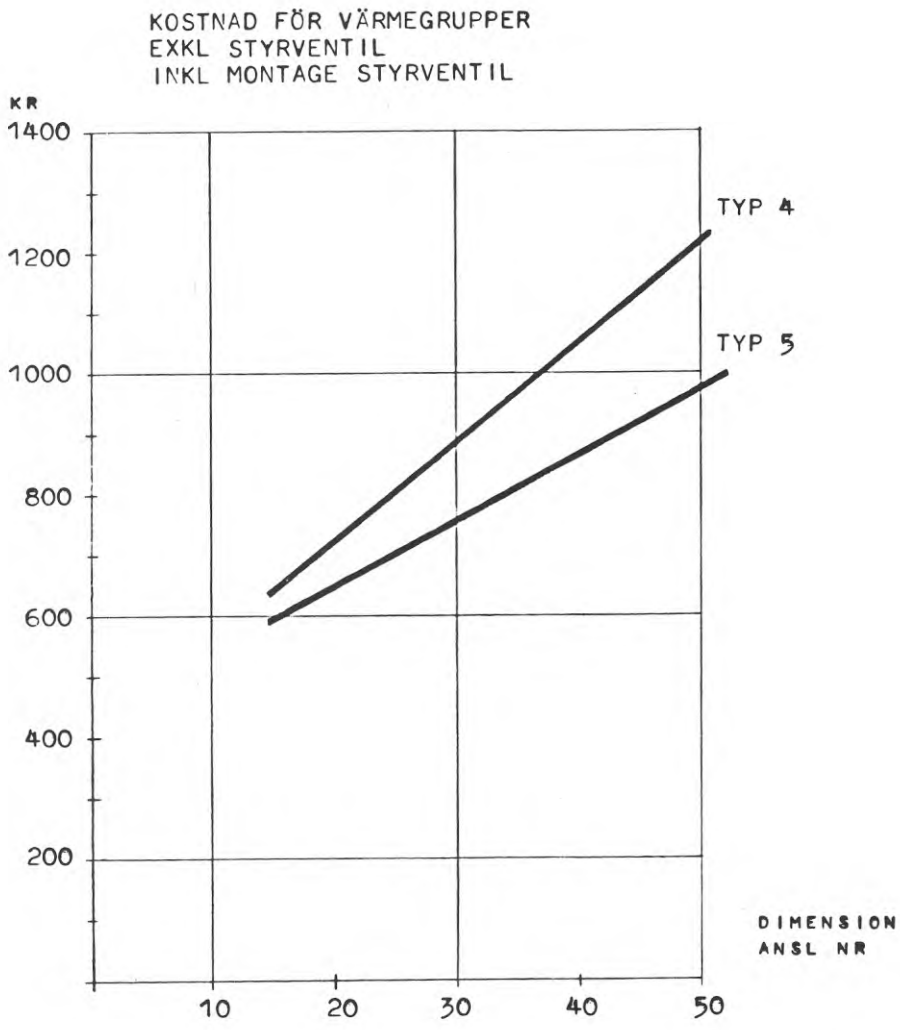
CENTRALUTRUSTNING 56/2/

VÄRMEGRUPP TYP 4FÖRKLARINGAR

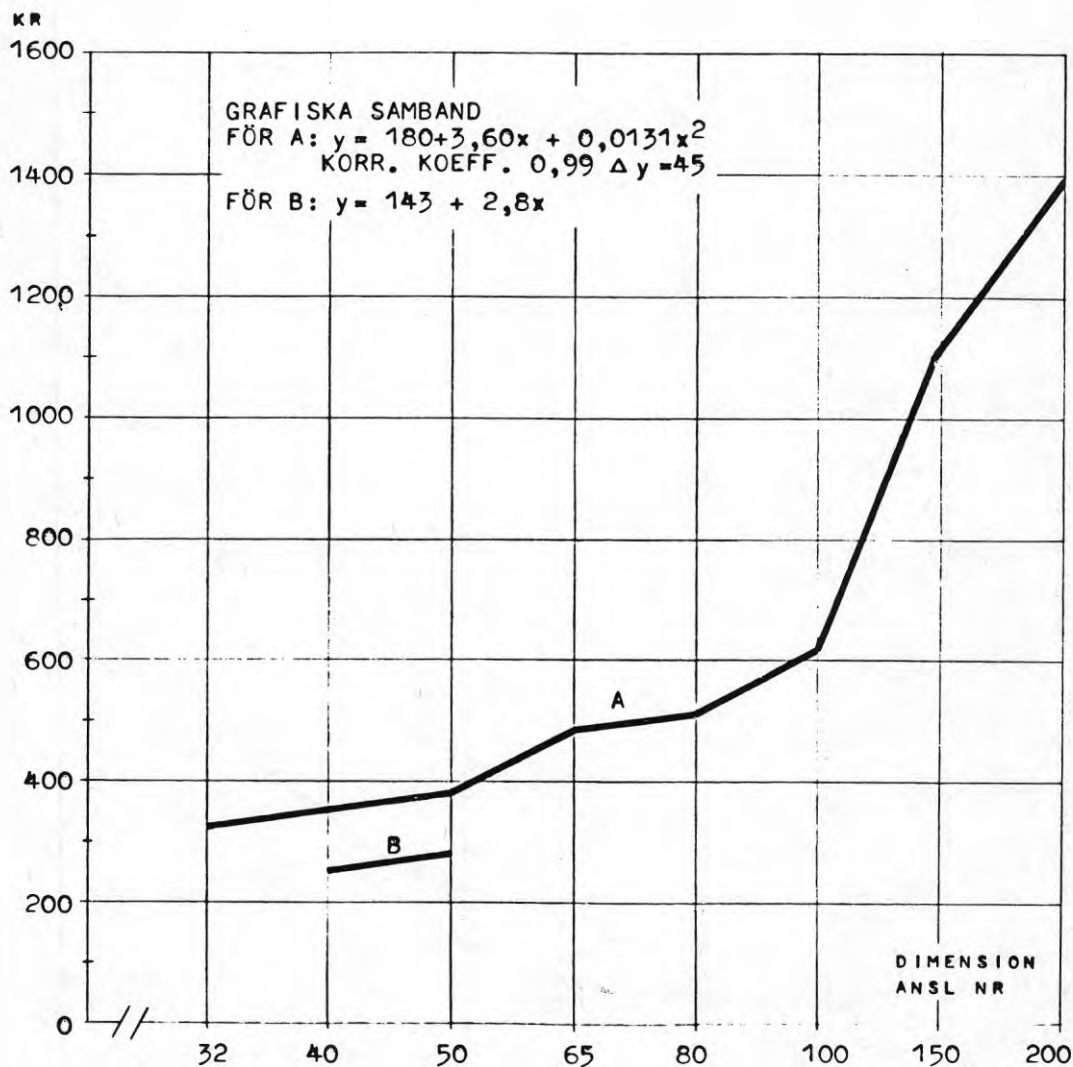
- 1 = TERMOMETER KACHEL NR 104230 GRAD 0-100°C ANSL 15  
 2 = AVSTÄNGNINGSBAR REGLERVENTIL RSK 4092 ANSL 15, 25, 40, 50  
 3 = REGLERVENTIL RSK 4079/2 ANSL 15, 25, 40, 50  
 4 = AVSTÄNGNINGSVENTIL RSK 4006 ANSL 15, 25, 40, 50  
 5 = STYRVENTIL LEVERERAS AV STYRENTREPRENÖREN  
 6 = AVTAPPN OCH MÄTDON ANSL 15 RSK 4037 MED LOCK RSK 4038

VÄRMEGRUPP TYP 5FÖRKLARINGAR

- 1 = TERMOMETER KACHEL NR 104230 GRAD 0-100°C ANSL 15  
 2 = AVSTÄNGNINGSBAR REGLERVENTIL RSK 4092 ANSL 25, 40, 50  
 3 = REGLERVENTIL RSK 4079/2 ANSL 25, 40, 50  
 4 = AVSTÄNGNINGSVENTIL RSK 4006 ANSL 25, 40, 50  
 5 = STYRVENTIL LEVERERAS AV STYRENTREPRENÖREN  
 6 = AVTAPPN OCH MÄTDON ANSL 15 RSK 4037 MED LOCK RSK 4038



CENTRALUTRUSTNING 5/2/

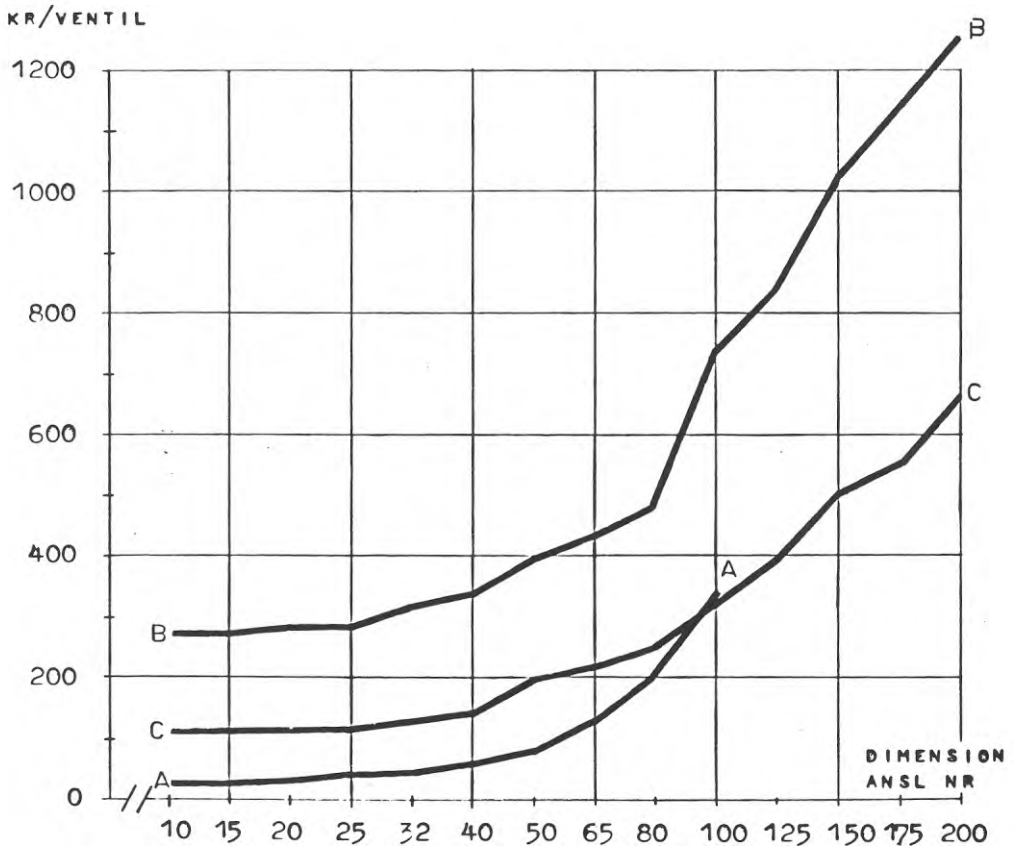
FIG. 4.3:21  
1974-02-01KOSTNAD FÖR  
MONTAGE AV  
PUMPARA = FLÄNSAD ANSL 32-200  
B = GÄNGAD ANSL 40-50

KOMPLEX 5/0/

FIG 4.3:22  
1976-02-01

- A = GÄNGADE VENTILER ANSL 10-100 (INKL KOPPLING)  
 B = FLÄNSADE VENTILER ANSL 10-200 (INKL MOT-  
 FLÄNSAR,  
 PACKN. + BULT)  
 C = SVETSDE VENTILER ANSL 10-200

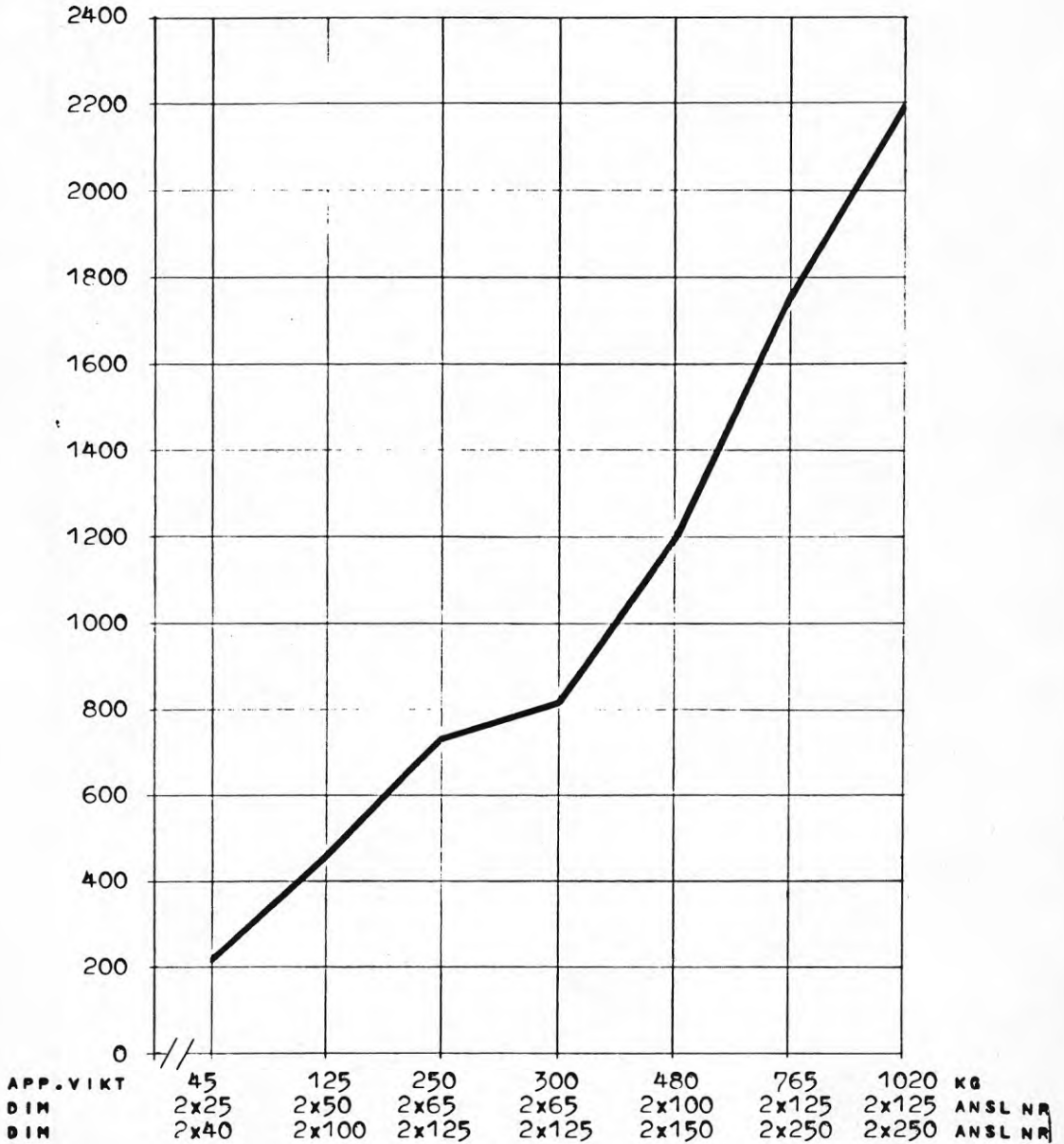
MONTAGEKOSTNADER FÖR VENTILER NT16  
 EXKL MATERIEL FÖR VENTILER



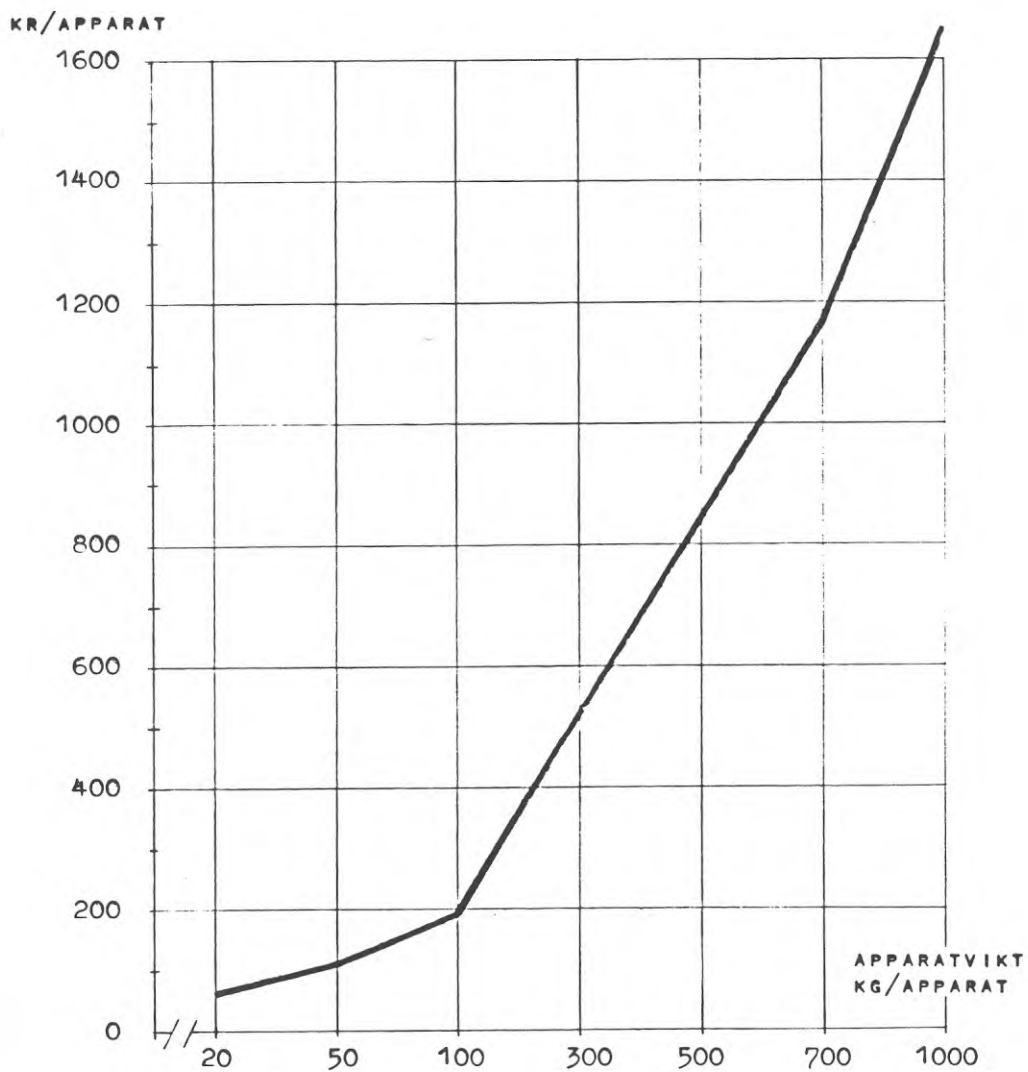
CENTRALUTRUSTNING 56/2/

FIG 4.3:23  
1974-02-01KOSTNAD FÖR  
MONTAGE OCH INKOPPLING AV  
VÄRMEVÄXLARE

KR/APPARAT



KOMPLEX 5/0/

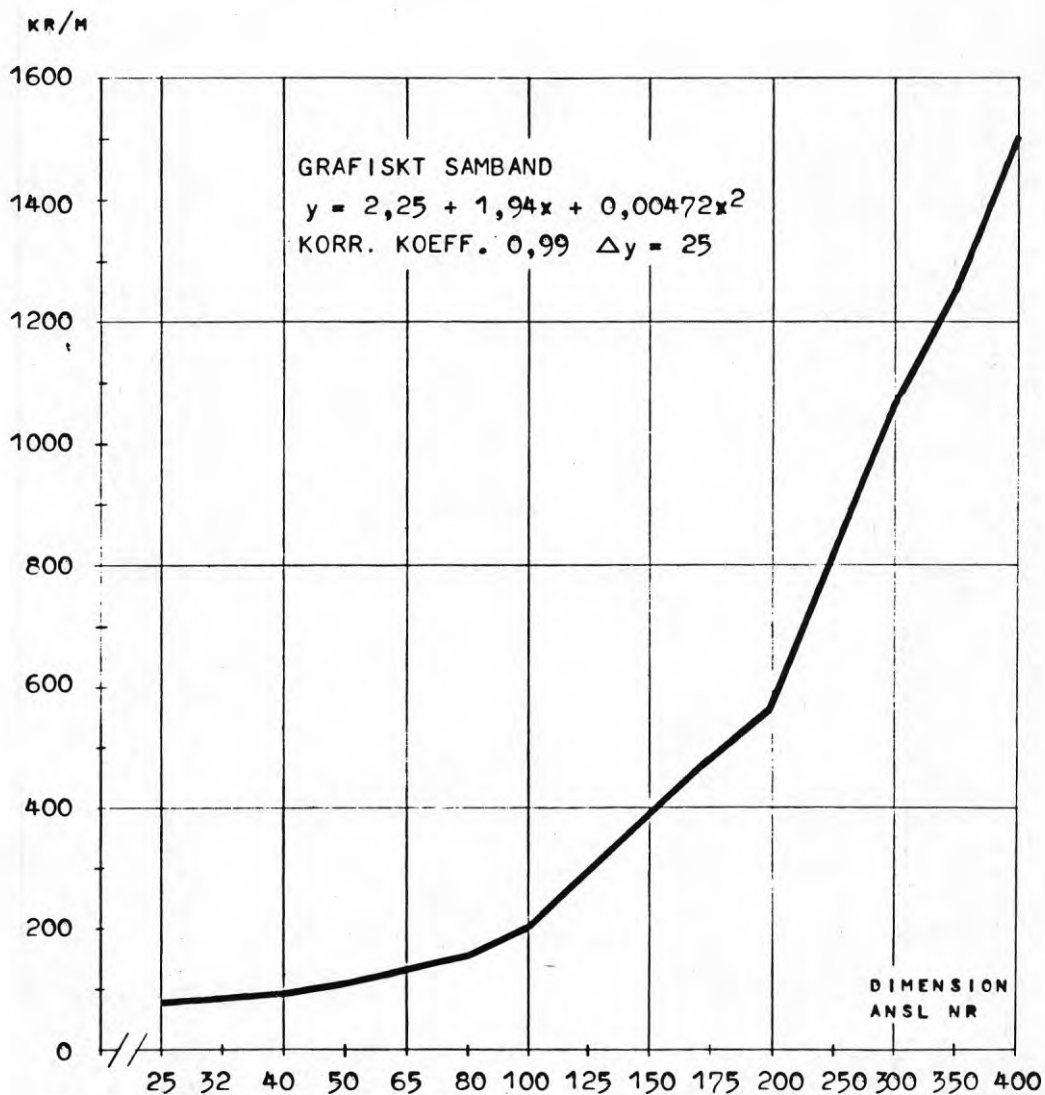
FIG 4.3:24  
1974-02-01KOSTNAD FÖR  
MONTAGE AV KÄRL OCH CISTERNER



LEDNINGSNÄT 5/5/

FIG 4.3:25  
1976-02-01

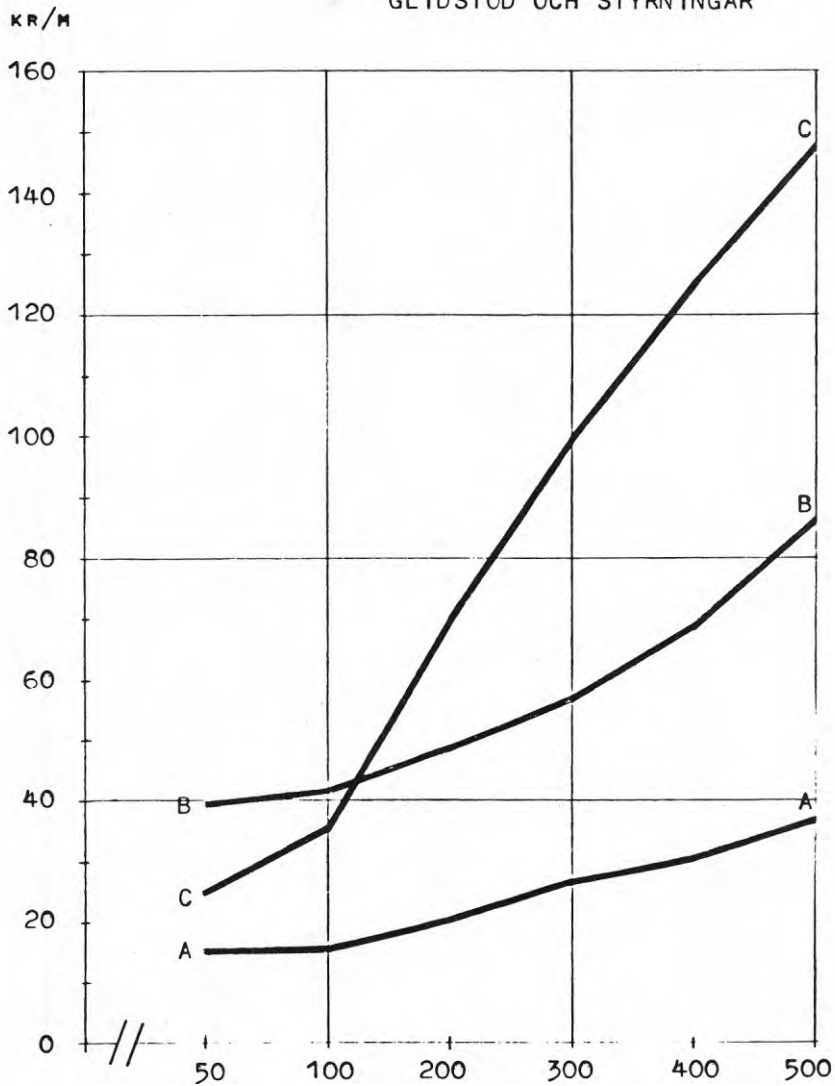
KOSTNAD FÖR STÅLRÖR SIS 1330,  
MATERIEL OCH ARBETE INKL DELÄR OCH ENKLA UPPHÄNGNINGAR  
PROCENTUELLT PÅSLAG MATERIEL 70%  
ARBETE 170%





MONTAGEKOSTNAD FÖR RÖRSMIDE, MATERIEL OCH ARBETE  
INKL DELAR OCH ENKLA UPPHÄNGNINGAR

- A = ENKEL PENDELUPPHÄNGNING, MAX STÖDAVSTÅND  
 B = DUBBEL PENDELUPPHÄNGNING, MAX STÖDAVSTÅND  
 C = ANVÄNDBART MEDELVÄRDE INKL FIXPUNKTER,  
 GLIDSTÖD OCH STYRNINGAR



#### 4.4 Modell 4. Rörinstallationer

Modell 4 avser en kostnadsberäkningsmetod enligt entreprenörsmodell, vilket för rörinstallationer innebär R:s kalkylerings- och debiteringsnormer 0.10 och 0.11, sidorna 101-104 vilka är de i branschen vedertagna och därför endast kommer att behandlas översiktligt. Denna kalkylmetod täcker alla kostnader som skall ingå i ett anbudspris, alltså inte bara kostnaderna för materiel och arbete utan också de s k omkostnaderna t ex kostnader för företagarens eget arbete, räntekostnader för det kapital som företagaren lagt ned i företaget, kostnader för arbetsledning, kostnader för värdeminskning samt påslag för skälig vinst.

Följande kostnader skall ingå i anbudspriset P.

$$P = M + MO + A + AO + D + E + V$$

där

- M = materiel till nettopriser inkl spill, frakter och transporter och med avdragen kvantitetsrabatt.
- MO = materielomkostnadspålägg, anges i procent av inköpspriset och skall täcka administration- och kapitalkostnader.
- A = arbetskostnad enligt R-multiplikator + grundtimkostnad.
- AO = arbetsomkostnadspålägg.
- D = dagtraktamenten, resekostnads- och restidsersättning.
- E = eventuella andra kostnader.
- V = värdeminskings- och vinstpålägg.

Materielpriser erhålls i första hand ur R:s nettoprislista och beroende på inköpt mängd erhålles olika rabatter. För specialmateriel infordras vanligen anbud för prissättningen. Rörledningskostnader anges i kr/meter rokrör och för att täcka kostnaderna för formstycken, rördelar svets- och lödningsmedel m m görs ett rördelspåslag i procent av rokrörskostnaden.

Storleken av rördelspåslaget är beroende av bl a rörmaterial och förlägningsställe.

Arbetsvolymen uttrycks enligt kollektivavtalet mellan Rörledningsfirmornas Arbetsgivarförbund och Svenska Byggnadsarbetarförbundet för sk mätbara arbeten i tids- eller prestationsenheten partimmar Pt. (Def. En partimme är lika med den arbetsprestation en yrkesarbetare med lärling utför och vars sammanlagda timlön är en krona och som beräknas ge ett genomsnittligt överskott av 50%).

Med utgångspunkt från antalet partimmar, RAF-blandackordsmultiplikator (fastställd i avtal), timlön (fastställd i avtal) samt uppskattad timförtjänst kan den totala arbetslönen beräknas.

För att visa hur komplex en kalkyl för värme- och sanitetsinstallationer är skall i det följande visas ett exempel på hur den totala kostnaden för ett tvättställ framräknas.

Beräkning av kostnader för prestationstid vid blandackord (se även blad 0.10 och 0.11 i bil. 5.4.1.1)

<u>Komplex</u>	Ortsgrupp 1	
	RAF Blandackordsmultiplikator	3.21
	Timlön	10.41 kr
	Beräknat överskott 50% =	5.20 kr

Rörlig del 50% á 10.41 : 3.21 = 1.62

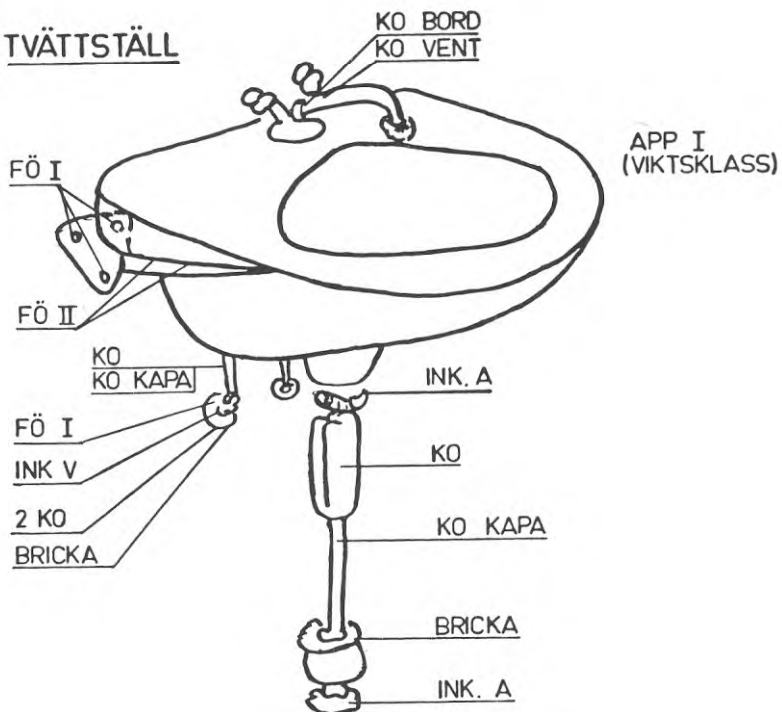
1. Blandackordsmultiplikator	3.21
2. ATP, sjuk-olycksfallsförsäkring	0.87
3. Forskning, föreningsavgifter	0.06
4. Verktygskostnad	0.16
5. Arbetsledning	0.48
6. Kapitalkostnad	0.20
7. Garantikostnad	0.20
8. Mätningavgift	<u>0.13</u>
	2.10

<u>Fast del</u>	Timlön	10.41
	Sem.ersättning	2.71
	Sociala kostn.	<u>8.04</u>
	21.16 : 1.62 =>	13.06

Timomkostnad

Tjänstemanna- löner	7.09
ATP + Sociala kostn.	1.41
ITP-avgift	0.75
Övriga kostn.	<u>8.85</u>
18.10 : 1.62 =>	<u>11.17</u>

Summa ..... 29.54

TVÄTTSTÄLL

<u>Specifikation</u>	<u>Matr1</u> (kr)	<u>Arbete</u>			<u>Summa</u>
		<u>Enhet</u>	<u>Antal</u>	<u>Pt/enhet</u>	
Tvättställ (viktsklass I)	180	app I	1	0.45	0.81
		ink A	1	<u>0.36</u>	
Konsoler	11	FÖ I	6	0.36	2.80
		FÖ II	4	<u>0.16</u>	
Vattenlås	8	ko	1	0.13	1.71
		ko kapa	1	0.20	
		ink A	1	0.36	
		bricka	1	0.06	
		tillägg	1	<u>0.71</u>	
Blandare	110	ko ventf	1	0.30	0.94
		ko bord	1	0.20	
		ink V	2	<u>0.22</u>	

<u>Spec.</u>	<u>Matrl</u>	Arbete		<u>PT/ enhet</u>	<u>Summa</u>
		<u>Enhet</u>	<u>Antal</u>		
Kopplingsrör	7	ko	6	0.13	2.46
		ko			
		kapa	2	0.20	
		Bricka	2	0.06	
		Fö I	2	0.36	
		ink V	2	<u>0.22</u>	
Summa	316				8.47

Kalkylsammmandrag

Material: 316 kr

MO = 3% 10 kr

Summa 326 kr

Arbete: 8.47 Pt

Kostnad 29.50 kr/Pt

Summa 250 kr

Material + Arbete 326 + 250 = 576 kr

V = 5% 28 kr

604 kr

Total kostnad: 604 kr

## KALKYLERINGS- OCH DEBITERINGSNORMER

O.10

Tabell 1:

Formler

$M + A + D + E + MO + AO = S;$	$S + V = P;$	$AO = TO \times t;$	$t = \frac{r}{\delta};$	$d = \frac{t}{e};$
<b>M</b> = Material till nettopris (kvantitetsrabatt avdragen) inkl. spill, frakter och transporter	<b>E</b> = Eventuella andra kostnader <b>MO</b> = Materialomkostnadspålägg <b>AO</b> = Arbetsomkostnadspålägg <b>S</b> = Självkostnadspris	<b>V</b> = Värdeminsknings- och vinstpålägg <b>P</b> = Anbudspris Moms = mervärdesskatt <b>TO</b> = Timomkostnadspålägg	<b>t</b> = antal arbetstimmar <b>pt</b> = partim. prissatta arbeten <b>r</b> = rörlig del = $pt \times RAF$ blandackordsmultiplikator	<b><math>\delta</math></b> = uppskattad rörlig del per arbetstimme kr. <b>d</b> = antal traktamentsdagar <b>e</b> = antal arbetstimmar per traktamentsdag/arbetsdag

Tabell 2:

Spill, rörsmede, svetsnings- och tätningmaterial

Rörledningstyp	Pålägg i % på rör- + rördelsnettopris
Smidda rör .....	15
Taber .....	30
Kopparrör: Med lödfria rördelar .....	10
Med lödda rördelar .....	15
Mjuka kopparrör och stålrör .....	15
Normalrör: Med bly- eller gummiringstättning .....	30
Styva plaströr: Med gummiringstättning .....	20
Betongrör: Med gummiringstättning .....	20
Syrafasta stengodsror .....	50

Tabell 3:

Frakt- och transportpålägg (Inget pålägg på underentreprenader)

Arbetsplatsens belägenhet	Pålägg i % på materialnettopris	
	Under 10.000 kr	10.000 kr och över
Orter med grossistlager .....	4	2
" inom 40 km från grossistlager .....	6	4
" över 40 men inom 150 km från grossistlager .....	7	5
" över 150 km från grossistlager .....	8	6

Tabell 4:

Multiplikatorer (OBS: Endast ackordsdel)

Nr	Kostnadsslag	Tillägg % av nr 1	Ackordsdel (rörlig del) per ackordspartimme och övriga därav helt beroende kostnader för resp. ortsg grupper.					
			Stockholm		Ortsgrupp 5		Ortsgrupp 4	
			1	2	1	2	1	2
1	RAF - blandackordsmultiplikator .....	3,40	3,40	4,00	3,40	4,00	3,10	3,60
2	ATP sjuk- olycksf- ansv- förs., m.fl.....	34,5	1,18	1,38	1,18	1,38	1,07	1,24
3	Forsknings- och Föreningsavgifter .....	2,0	0,07	0,08	0,07	0,08	0,06	0,07
4	Verktygskostnad *) .....	6,0	0,20	0,24	0,20	0,24	0,18	0,22
5	Arbetsledning .....	15,0	0,51	0,60	0,51	0,60	0,47	0,54
6	Kapitalkostnad .....	6,2	0,21	0,25	0,21	0,25	0,19	0,22
7	Garantikostnad .....	6,3	0,21	0,25	0,21	0,25	0,20	0,23
8	Mätningavgift .....	2,0	0,07	0,08	0,07	0,08	0,06	0,07
1-8	R-multiplikator .....	72,0	5,85	6,88	5,85	6,88	5,33	6,19

R-multiplikator 1: Installationer enligt RAF-blandackordsmultiplikator M 1 } Se §1 Ackordsbestämmelser  
 R-multiplikator 2: Installationer enligt RAF-blandackordsmultiplikator M 2 } Punkt 2 i röravtalet

\*) Häri ingår: Reparationer (även på egen verkstad) och inköp av normala handverktyg, slagbormmaskiner, gängverktyg, gas-svetsverktyg, bågfilblad, borrar, knivar, tumstockar, överdragskläder, handdukar och tvättmedel m.m.  
 Däremot ingår ej: Maskiner och specialverktyg såsom gängmaskiner, maskindrivna rörbockningsapparater, gastuber, el-svetsaggregat o.dyl.



## O.10

KALKYLERINGS- OCH  
DEBITERINGSNORMER

Tabell 5:

Grundtimkostnad inkl. lönebikostnader (fast del) i samband med ackordarbete

Arbetare	Arbetslön och övriga därav helt beroende kostnader	% av timlön + sem.ers.	Grundtimkostnader för resp. ortsgupper					
			Stockholm	5	Arjeplog m fl kommuner	Kiruna kommun	4	Göteborg
	Timlön enligt avtal .....		12.57	12.27	12.64	13.01	12.27	12.27
Mon-tör	Semesterlören enl. avtal +5 % .....		3.45	3.00	3.00	3.00	3.00	3.13
	Övriga kostnader nr 2-7 .....	70,0	11.21	10.69	10.95	11.21	10.69	10.78
	Summa grundtimkostnad .....		27.23	25.96	26.59	27.22	25.96	26.18
	Timlön enligt avtal .....		11.32	11.05	11.40	11.45	11.05	11.05
Lär-ling	Semesterlören enl. avtal +5 % .....		2.52	2.28	2.28	2.28	2.28	2.39
	Övriga kostnader nr 2-7 .....	70,0	9.69	9.33	9.58	9.61	9.33	9.41
	Summa grundtimkostnad .....		23.53	22.66	23.26	23.34	22.66	22.85

Tabell 6:

Materialomkostnadspålägg

Materialomkostnadspålägg MO i % vid M = kr				
1-499	500-999	1.000-4.999	5.000-49.999	50.000 och däröver
16 %	10 %	6 %	3,5 %	3 %

Tabell 7:

Timomkostnadspålägg

Kostnadsslag	Administrationskostnad per arbetad tim. för resp. ortsgupper					
	Stockholm		5		4	
	1	2	1	2	1	2
Tjänstemannalöner inkl. semester .....	8.75	9.74	8.35	9.37	8.03	8.88
ATP och övriga soc.avgifter .....	2.59	2.88	2.47	2.77	2.37	2.62
ITP-avgift .....	0.85	0.94	0.81	0.91	0.78	0.86
Övriga kostnader *) .....	12.56	14.19	12.12	13.40	11.82	12.84
Timomkostnadspålägg TO kr .....	24.75	27.75	23.75	26.45	23.00	25.20

- Anläggningar, dock ej gemensamma panncentraler, i bostadshus bestående av 1-, 2- och 3-rumslägenheter av ensartat utförande.
- Övriga anläggningar och gemensamma panncentraler.

\*) Här i ingår: Ej debiterbara montörlöner, löner för lagerpersonal och chaufförer, kostnader för tjänstemäns resor, traktamenten, personbilar o dyl, lokalkostnader, porto, telefon och övriga kontorsomkostnader, reklam, låneräntor, avskrivningar på maskiner och inventarier m m.

Däremot ingår ej: Kostnader med anledning av de nya lagarna om anställningsskydd och facklig förtroendemanns ställning på arbetsplatsen.

Tabell 8 a:

Värdeminskings- och vinstpålägg

$V = \text{värdeminskning } 1 \% + \text{vinst } 4 \% = 5 \%$
---

Tabell 8 b:

Pålägg i samband med att beställare tillhandahåller material

För täckande av hanteringskostnader göres pålägg motsvarande MO enligt tabell 6 (differentierat beroende på materialarten) samt på summan av materialvärdet och MO ett vinstpålägg på 5%.
---

## KALKYLERINGS- OCH DEBITERINGSNORMER

# 0.11

Tabell 9:

Merkostnader för övertidsarbete

Arbetare	Arbetslön och övriga därav helt beroende kostnader	%	Kostnader för resp. ortsggrupper				
			Stockholm	5	Arjeplog m fl kommuner	Kiruna kommun	4
	Beräkningsgrund enligt avtal .....		21.57	21.27	21.64	22.01	21.27
	Övriga kostnader nr 2-3 .....	36.5	7.87	7.76	7.90	8.03	7.76
Mon-tör	Övertidskostnad .....	100	29.44	29.03	29.54	30.04	29.03
	" .....	75	22.08	21.77	22.16	22.53	21.77
	" .....	50	14.72	14.52	14.77	15.02	14.52
	Beräkningsgrund enligt avtal .....		16.27	16.00	16.35	16.40	16.00
	Övriga kostnader nr 2-3 .....	36.5	5.94	5.84	5.97	5.99	5.84
Lär-ling	Övertidskostnad .....	100	22.21	21.84	22.32	22.39	21.84
	" .....	75	16.66	16.38	16.74	16.79	16.38
	" .....	50	11.11	10.92	11.16	11.20	10.92

Tabell 10:

Restidskostnader

Arbetare	Arbetslön och övriga därav helt beroende kostnader	% av timlön + sem.ers.	Kostnader för resp. ortsggrupper					
			Stockholm	5	Arjeplog m fl kommuner	Kiruna kommun	4	Göteborg
	Timlön enligt avtal .....		12.57	12.27	12.64	13.01	12.27	12.27
Mon-tör	Semesterören enl. avtal +5 % .....		3.45	3.00	3.00	3.00	3.00	3.13
	Övriga kostnader nr 2-3 .....	36.5	5.85	5.57	5.71	5.84	5.57	5.62
	Restidskostnad .....		21.87	20.84	21.35	21.85	20.84	21.02
	Timlön enligt avtal .....		11.32	11.05	11.40	11.45	11.05	11.05
Lär-ling	Semesterören enl. avtal +5 % .....		2.52	2.28	2.28	2.28	2.28	2.39
	Övriga kostnader nr 2-3 .....	36.5	5.05	4.87	4.99	5.01	4.87	4.91
	Restidskostnad .....		18.89	18.20	18.67	18.74	18.20	18.35

Tabell 11:

Dagtraktamenten

Arbete utom hemorten	Dagtraktamente kr	Arbetsperiod	Arbetstimmar	
			Per traktamentsdag	Per arbetsdag
När arbetsplatsen är så belägen att natten ej kan tillbringas i hemmet:		Första kvartalet 1976	5,5	8,0
		Andra " "	5,3	8,0
		Tredje " "	5,7	8,0
		Fjärde " "	5,6	8,0
För längre arbeten, fr o m 1:a dagen .....	80,00	Första " 1977	5,6	8,0
För kortare arbeten omfattande högst 5 arbetsdagar	110,00	Andra " "	5,3	8,0
		Tredje " "	5,7	8,0
		Fjärde " "	5,6	8,0
		Genomsnittsvärden:		
		För..... 1976	5,5	8,0
		" ..... 1977	5,6	8,0

## O.11

KALKYLERINGS- OCH  
DEBITERINGSNORMER

Tabell 12A:

R-faktorer 1 för blandackord

Ortsgrupp	RAF-blandackordsmultiplikator 1	Ackordslag Mont/Lärl.	R-faktorer 1 (R-multiplikator 1 + grundtimkostnad) vid en rörlig del (ackordslagets genomsnittliga ackordsdel) per arbetstimme av kr												
			6:-	7:-	8:-	9:-	10:-	11:-	12:-	13:-	14:-	15:-	16:-	17:-	
Stockholm	3.40	1/0	21.281	19.076	17.422	16.136	15.108	14.266	13.564	12.971	12.462	12.021	11.635	11.295	
		4/1	20.861	18.716	17.107	15.856	14.856	14.037	13.354	12.777	12.282	11.853	11.478	11.147	
5	3.40	1/0	20.558	18.457	16.881	15.655	14.674	13.872	13.203	12.637	12.152	11.732	11.364	11.040	
		4/1	20.184	18.136	16.600	15.406	14.450	13.668	13.016	12.465	11.992	11.583	11.224	10.908	
Arjeplog m fl kommuner	3.40	1/0	20.915	18.762	17.148	15.892	14.888	14.066	13.381	12.802	12.305	11.875	11.498	11.166	
		4/1	20.537	18.438	16.865	15.641	14.661	13.860	13.192	12.627	12.143	11.724	11.356	11.032	
Kiruna kommun	3.40	1/0	21.271	19.068	17.415	16.130	15.102	14.261	13.559	12.966	12.458	12.017	11.632	11.291	
		4/1	20.832	18.691	17.086	15.837	14.838	14.021	13.340	12.764	12.270	11.841	11.467	11.136	
4	3.10	1/0	18.744	16.828	15.391	14.273	13.379	12.648	12.038	11.522	11.080	10.697	10.362	10.066	
		4/1	18.403	16.536	15.136	14.046	13.175	12.462	11.868	11.365	10.934	10.561	10.234	9.945	
Göteborg	3.10	1/0	18.858	16.926	15.477	14.350	13.448	12.710	12.095	11.575	11.129	10.743	10.404	10.106	
		4/1	18.514	16.631	15.219	14.120	13.241	12.522	11.923	11.416	10.981	10.605	10.275	9.984	

Tabell 12B:

R-faktorer 2 för blandackord

Ortsgrupp	RAF-blandackordsmultiplikator 2	Ackordslag Mont/Lärl.	R-faktorer 2 (R-multiplikator 2 + grundtimkostnad) vid en rörlig del (ackordslagets genomsnittliga ackordsdel) per arbetstimme av kr												
			6:-	7:-	8:-	9:-	10:-	11:-	12:-	13:-	14:-	15:-	16:-	17:-	
Stockholm	4.00	1/0	25.036	22.442	20.497	18.984	17.774	16.783	15.958	15.260	14.661	14.142	13.689	13.288	
		4/1	24.542	22.019	20.126	18.655	17.477	16.514	15.711	15.032	14.449	13.945	13.503	13.114	
5	4.00	1/0	24.186	21.714	19.860	18.417	17.264	16.320	15.533	14.867	14.297	13.802	13.370	12.988	
		4/1	23.746	21.337	19.530	18.124	17.000	16.080	15.313	14.664	14.108	13.626	13.205	12.833	
Arjeplog m fl kommuner	4.00	1/0	24.605	22.073	20.174	18.697	17.515	16.548	15.743	15.061	14.477	13.970	13.527	13.136	
		4/1	24.161	21.692	19.841	18.401	17.249	16.306	15.521	14.856	14.286	13.792	13.360	12.979	
Kiruna kommun	4.00	1/0	25.025	22.433	20.489	18.976	17.767	16.777	15.952	15.254	14.656	14.138	13.684	13.284	
		4/1	24.508	21.990	20.101	18.632	17.457	16.495	15.694	15.016	14.435	13.931	13.490	13.102	
4	3.60	1/0	21.767	19.542	17.874	16.576	15.537	14.688	13.980	13.381	12.867	12.422	12.033	11.689	
		4/1	21.372	19.203	17.577	16.312	15.300	14.472	13.782	13.198	12.698	12.264	11.884	11.550	
Göteborg	3.60	1/0	21.900	19.656	17.973	16.664	15.617	14.760	14.046	13.442	12.924	12.475	12.083	11.736	
		4/1	21.500	19.313	17.673	16.397	15.377	14.542	13.846	13.257	12.753	12.315	11.933	11.595	

R-faktorer 1: Installationer enligt RAF-blandackordsmultiplikator M 1 } Se § 1 Ackordsbestämmelser

R-faktorer 2: Installationer enligt RAF-blandackordsmultiplikator M 2 } Punkt 2 i röravtalet

#### 4.5 Modell 5, Snabbkalkylmodell för vatten-, avlopps- och värmeinstallationer

Snabbkalkylmodellen är en kostnadsberäkningsmetod främst avsedd för installationer i bostäder. Den är emellertid i vissa fall även tillämpbar på andra ur installationssynpunkt relativt symmetriska byggnader såsom skolor, sjukhem, kontor m m.

Modellen bygger på konstruktion av installationer i en tänkt byggnad med klart definierade förutsättningar. På dessa installationer görs en korrekt kostnads-kalkyl, och de då erhållna kostnaderna analyseras och systematiseras i diagramform.

Metoden framtogs ursprungligen av en arbetsgrupp inom AB Nordiska Värme Sana under ledning av dåvarande överingenjören John M Åkerlund. Avsikten var att för bearbetning av de då alltmer förekommande otalentreprenadförfrågningarna på bostadshusområden ge konstruktörer och kalkylatorer ett hjälpmedel. Detta för att dels snabbt kunna genomföra jämförande tekniskt ekonomiska värderingar av olika systemlösningar, dels snabbt kunna räkna fram ett anbudspris utan färdiga konstruktioner som underlag.

Här skall ges ett exempel på hur en enkel sådan modell kan byggas upp för ett bostadshus.

##### Förutsättningar

##### Dimensioner:

Bredd	12 m	
Längd	30-100 m	2-6 trapphus
Höjd	5- 15 m	2-6 våningar
Våningshöjd	2,7 m	

##### Dim.data:

DUT	-18°C	
DIT	+20°C	
Temp.vind	-10°C	
Temp.källare	- 5°C	
K-värde vägg	0,5 kcal/h m <sup>2</sup>	= 0,58 W/m <sup>2</sup>
" golv	0,5 "	= 0,58 "
" tak	0,5 "	= 0,58 "
" fönster	2,5 "	= 2,9 "
Tillägg hörnrum	10%	
" norrläge	10%	
Luftomsätt.	0,5 oms/h	

Fönsterytan har antagits till 20% av totala väggytan.

##### Utförande:

Ledningsdragning framgår av figur 4.5:2 och 4.5:4.

Värme:

Radiatorer försedda med normala ventiler.  
 Grenledningar i källare försedda med grupp-  
 avstängningsventiler och strypventiler.  
 Huvudledning invid grundmur försedd med två  
 ventiler.  
 Isolering av huvudledning utförd av yrkes-  
 isolerare, serie 22.

Vatten, avlopp:

Rörmaterial:	KV	Kopparrör
	VV	"
	S	Normalrör jfr PVC
	R	Cementrör

Cirkulationsledning för tappvarmvatten uppdragen  
 till översta våningen i hus mer än 3 vån. Gren-  
 ledning i källare försedd med avstängningsven-  
 tiler.

Isolering av huvudledning i källare utförd av  
 yrkesisolerare, KV typ II serie 21, VV, VVC,  
 serie 22.

Spillvattenledning i källare försedd med rensrör  
 med golvlucka.

Regnvattenledningar har dragits till cementbrunnar,  
 dessutom en brunn för dränering.

Kostnader:

## Förutsättningar:

Materielrabatt	9,6%
Frakt, transport	8 %
Vinst	5 %
Prisgrupp	2 %

Av figur 4.5:1 - 4.5:4 framgår installationernas  
 principiella utseende i det redovisade exemplet.

Figur 4.5:5 visar erforderlig maximalt effektbehov  
 (radiatoreffekt) per m<sup>2</sup> by som funktion av husets  
 längd och höjd. Det framgår att erforderlig speci-  
 fik effekt minskar med stigande våningstal och  
 ökande längd.

De tre följande figurerna anger olika sätt att redo-  
 visa kostnader för den kompletta värmeanläggningen  
 exklusive undercentral. I figur 4.5:6 anges den to-  
 tala kostnaden, i figur 4.5:7 kostnaden utslagen  
 per lägenhet och i figur 4.5:8 kostnaden per in-  
 stallerad värmeeffektenhet i ett lamellhus med 4  
 våningars höjd och 4 trapphus längd. Antalet lägen-  
 heter uppgår till 32.

På samma sätt visas i figur 4.5:9, 4.5:10 och 4.5:11 kostnaderna för den kompletta vatten- och avloppsanläggningen som funktion av olika variabler.

Det redovisade exemplet kan sägas utgöra en grundmodell, vilken kan bearbetas och utvecklas i olika riktningar för att bli så användbar som möjligt för olika kategorier av utnyttjare. Som exempel på bearbetningsmöjligheter kan anges följande.

Husdimensionernas (höjd, bredd, längd) inverkan på installerat effektbehov.

Fönstertypers (2- eller 3-glasfönster) och fönsterstorlekars inverkan på installerat effektbehov.

Olika radiatortypers inverkan på värmeinstallationskostnaden.

Olika badrumsalternativs inverkan på kostnaden för vatten och avlopp.

Alternativa ledningsdragningars inverkan på installationskostnaden.

Materialvalets inverkan på exempelvis rörkostnaden m m.

Vidare kan kostnadsdiagrammen byggas upp som funktion av andra variabler och parametrar än de i exemplet visade. Hur en sådan indelning görs är beroende av vilken byggnadstyp man arbetar med och vilka kostnadspåverkare som man i första hand är intresserad av.

I figur 4.5:12 visas t ex i princip hur ett diagram kan byggas upp när man vill åskådliggöra kostnaden per effektenhet som funktion av byggnadens längd och höjd.

I figur 4.5:13 visas exempel på ett kostnadsdiagram för källarledningar för vatten och avlopp samt markförlagda ledningar för spill- och regnvatten.

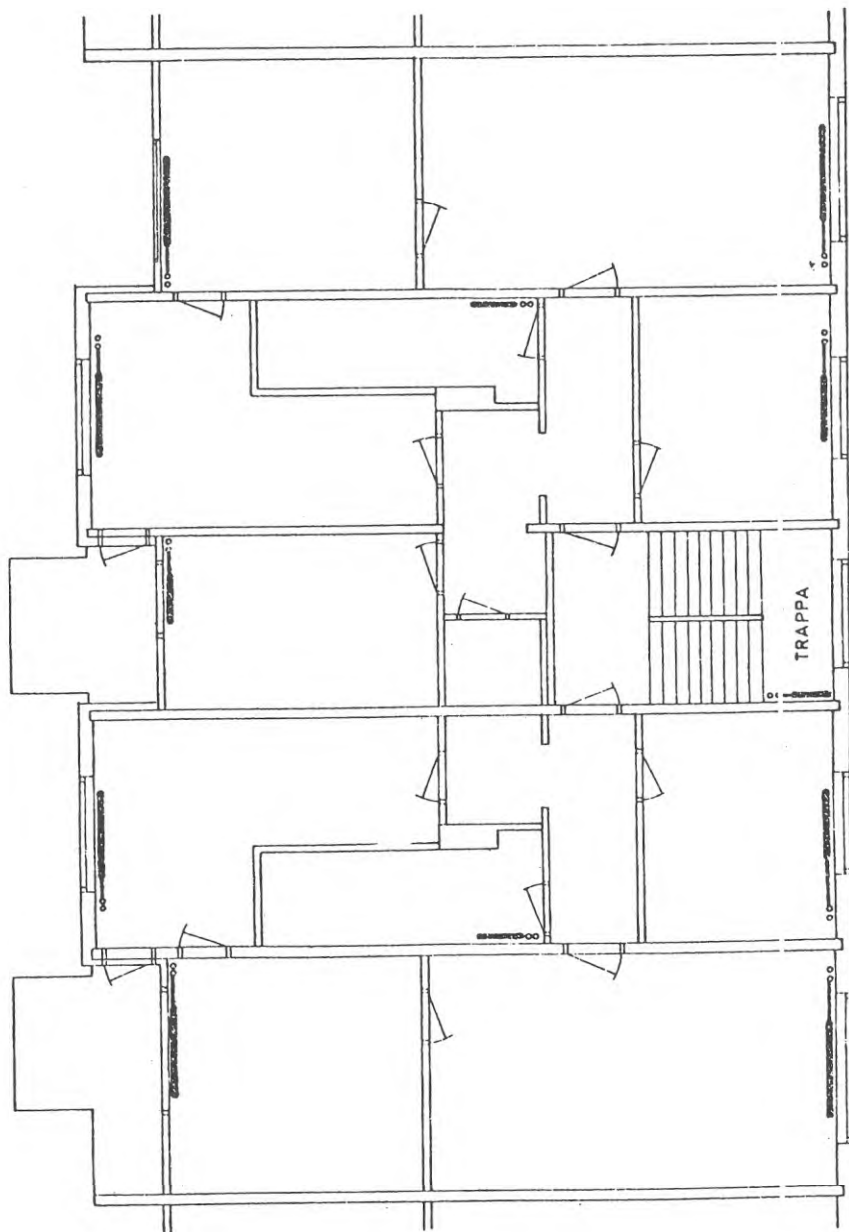
Sammanfattning.- Av den refererade utredningen och det redovisade resultatet framgår

att relativt lätthanterliga "lathundar" för kostnadsberäkning av regelbundna och likformiga byggnadsinstallationer kan utarbetas,

- . att - förutom installationernas systemlösning etc - byggnadernas höjd, längd och planlösning starkt påverkar de specifika kostnaderna så som dessa i statistiksammanhang ofta uttrycks d v s i kr/m<sup>2</sup>, kr/sanitär apparat, kr/effektenhet etc.
- . att den praktiska tillämpningen även visat att de framtagna diagrammen inte endast var användbara för bostadshus utan även - med en viss justering - lätt kunde användas som stöd vid överslagsmässig kalkylering av kostnader för rörinstallationer i kontor, hotell och vårdanläggningar.
- . att specifika kostnaden för värmeanläggningen är proportionell mot husets längd men omvänt proportionell mot dess höjd.
- . att specifika kostnaden för vatten- och avloppsinstallationer är omvänt proportionella mot husets höjd men i ringa utsträckning påverkas av dess längd. Kostnaden ökar dock något med längden.

LAMELHUS  
VÅNINGSPÅN  
RADIATORSYSTEM 56/8/

FIGUR 4.5:1

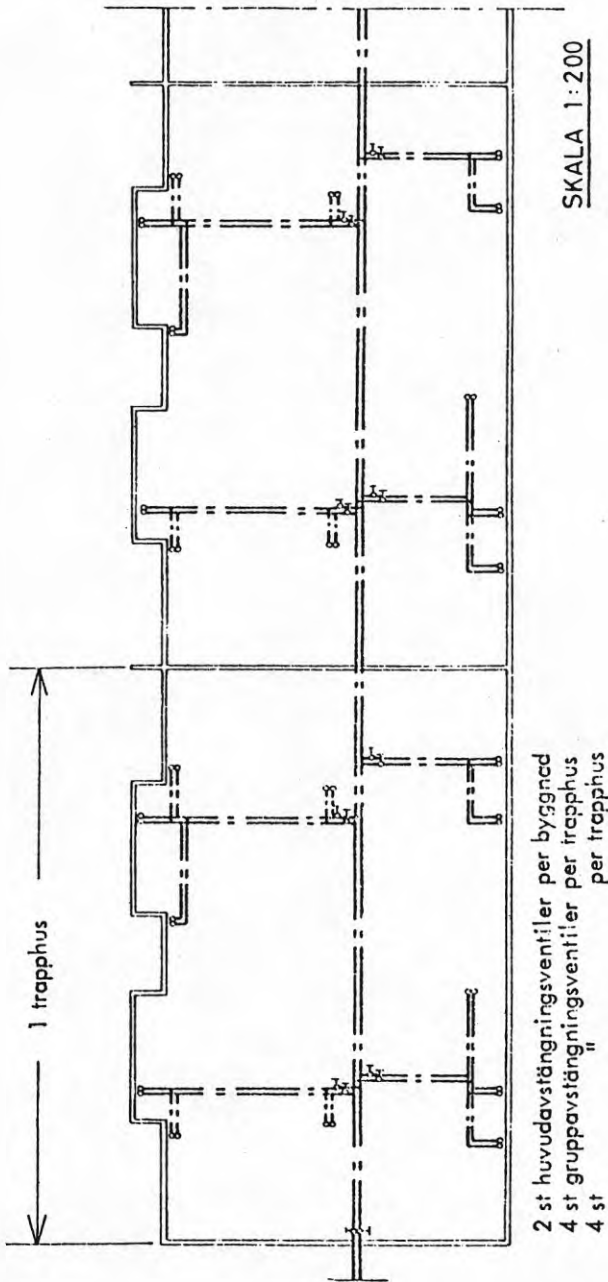


SKALA 1:100



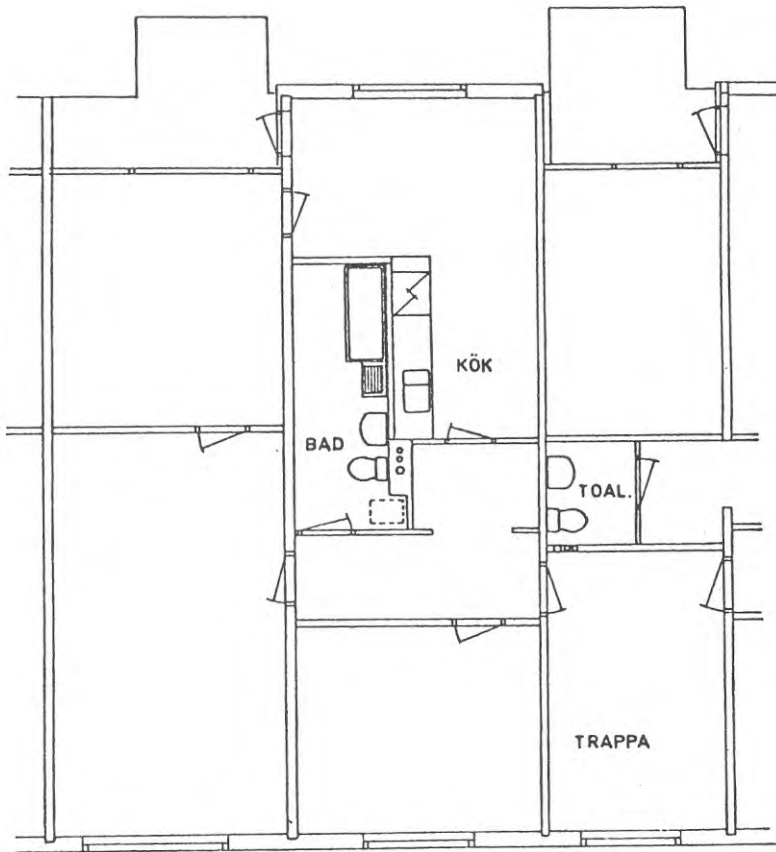
LAMELLHUS  
KÄLLARPLAN  
VÄRME 56/5/

FIGUR 4.5:2



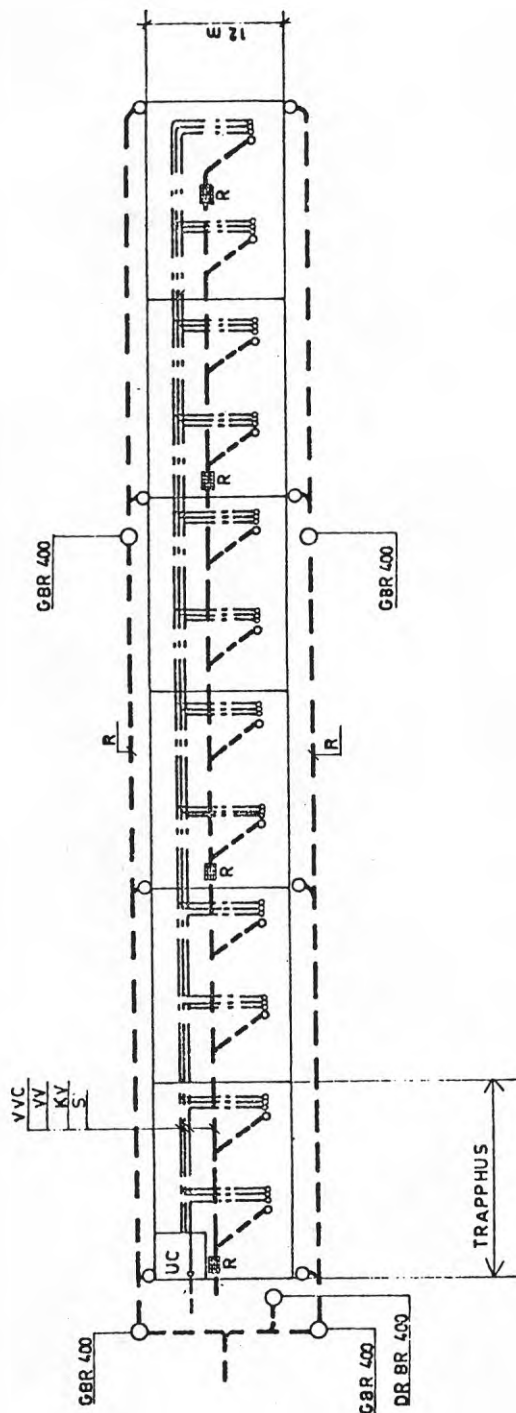
LAMELHUS  
VÄNINGSPLAN  
VATTEN, AVLOPP 52/8/

FIGUR 4.5:3



SKALA 1:100

LAMELHUS  
KÄLLARPLAN  
VATTEN, AVLOPP 52/5/, 52/6/



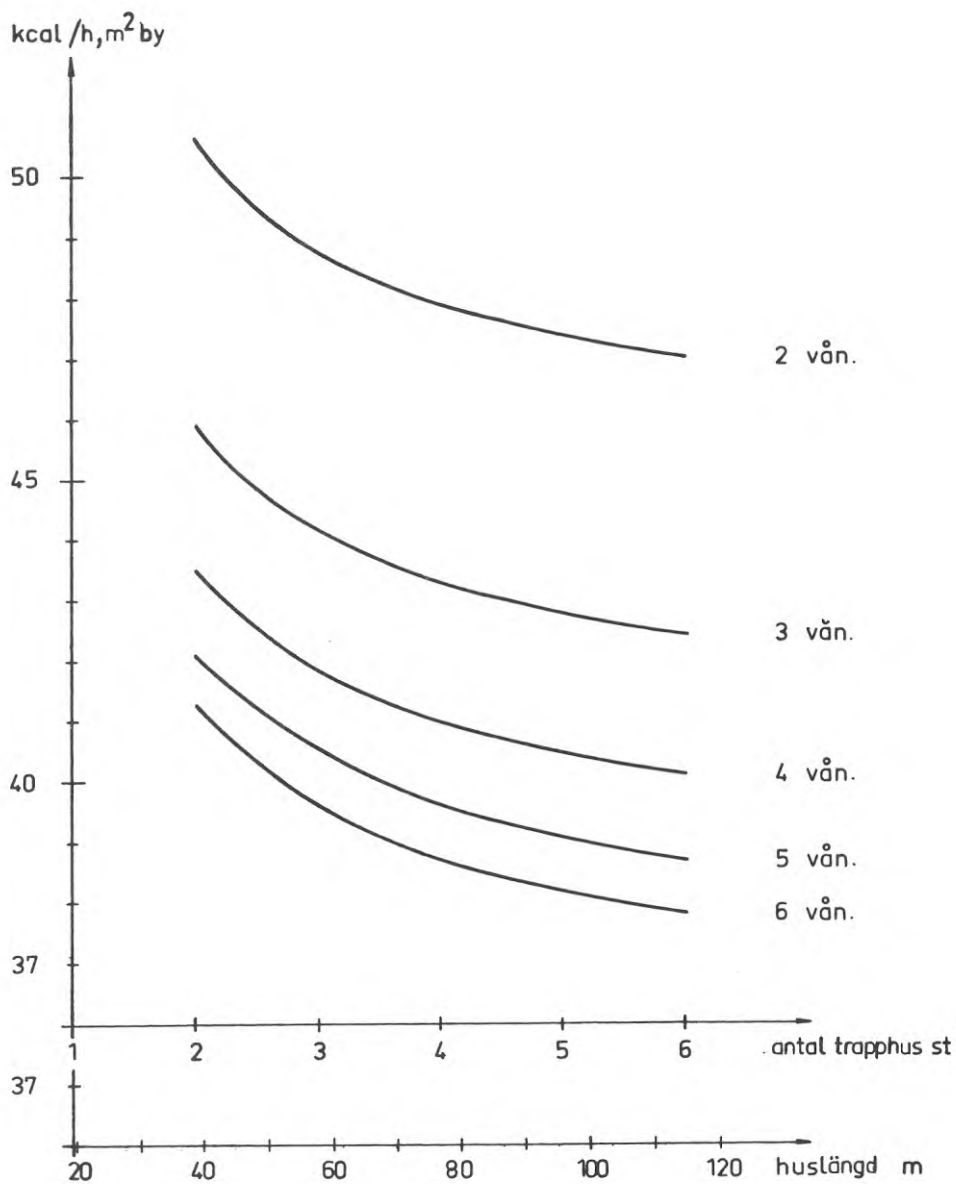
SKALA 1:500

Lögenheter per trapphusplan = 2

## VÄRME 56

LAMELLHUS  
SPECIFIKA VÄRMEEFFEKTBEHOVETS VARIATION  
MED HUSLÄNGD OCH ANTAL VÅNINGAR

FIGUR 4.5:5



VÄRME 56 UTOM 56/3/

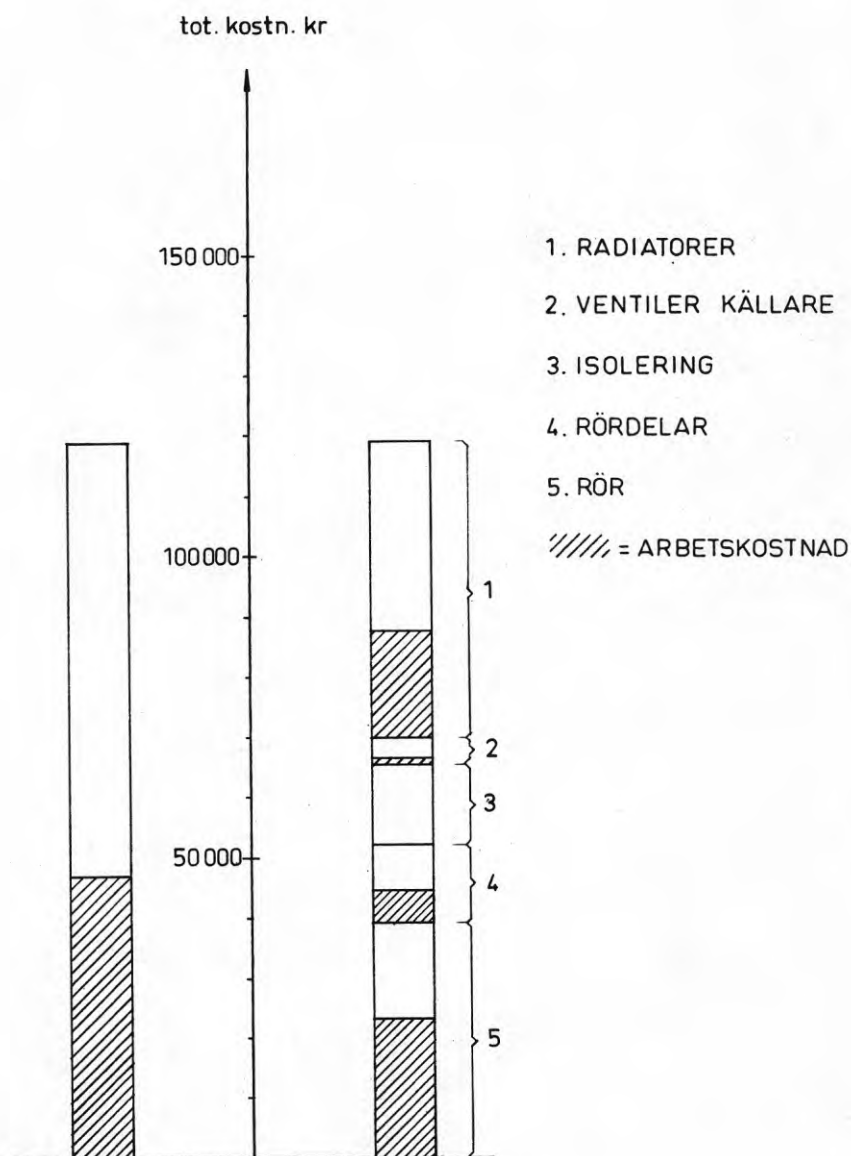
LAMELLHUS 4 VÅN., 4 TRAPPHUS, 32 LÄGENHETER. FIGUR 4.5:6

KOSTNADER FÖR KOMPLETT VÄRMEINSTALLATION

1974-10-01

EXKL UNDERCENTRAL

H 63/E2-207



VÄRME 56 UTOM 56/3/

LAMELLHUS 4 VÅN., 4 TRAPPHUS, 32 LÄGENHETER

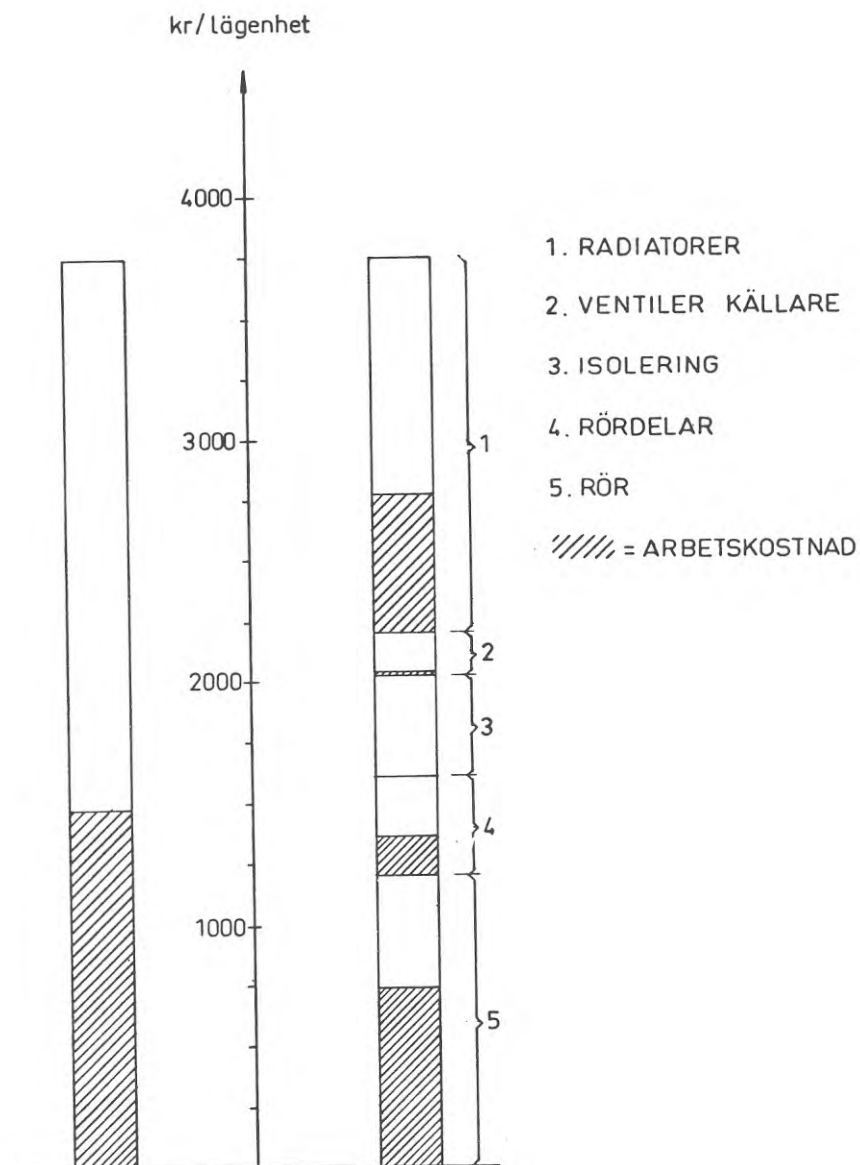
KOSTNADER FÖR KOMPLETT VÄRMEINSTALLATION

EXKL UNDERCENTRAL

FIGUR 4.5:7

1974-10-01

H 63/E2-207



VÄRME 56 UTOM 56/3/

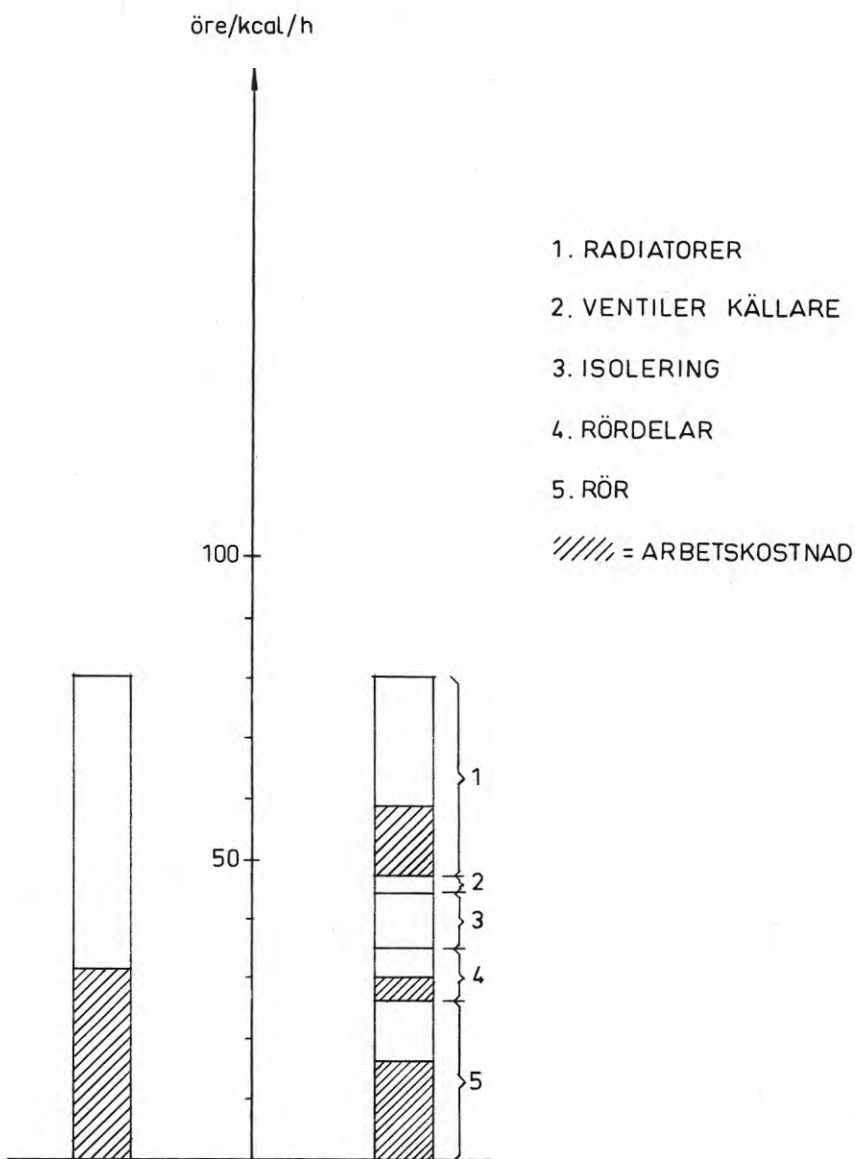
LAMELLHUS 4 VÅN., 4 TRAPPHUS, 32 LÄGENEHETER FIGUR 4.5:8

KOSTNADER FÖR KOMPLETT VÄRMEINSTALLATION

1974-10-01

EXKL UNDERCENTRAL

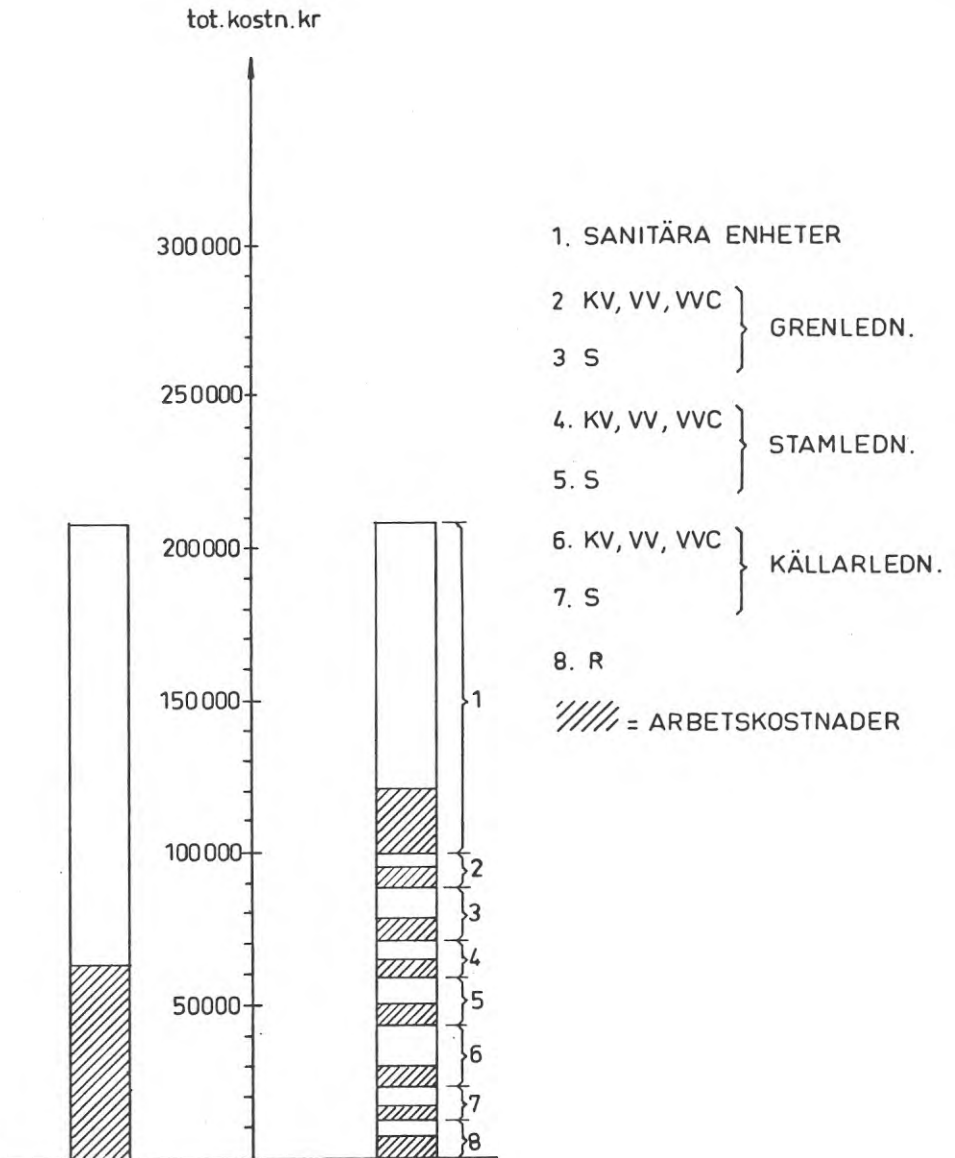
H 63/E2-207



VATTEN, AVLOPP 52

LAMELLHUS 4 VÅN., 4 TRAPPHUS, 32 LÄGENHETER  
 KOSTNADER FÖR VATTEN OCH AVLOPP

FIGUR 4.5:9  
 1974-10-01  
 H 63/E2-207

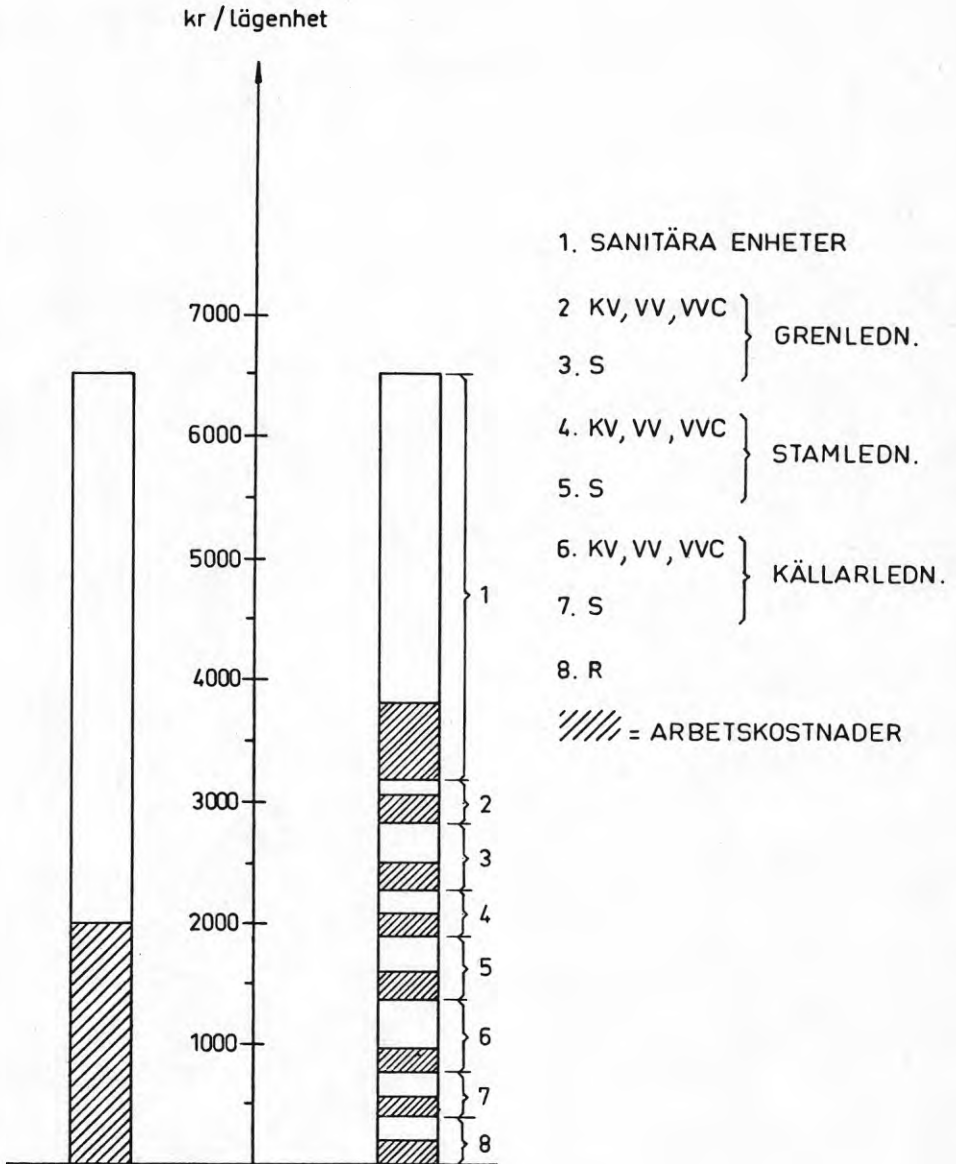




## VATTEN, AVLOPP 52

LAMELLHUS 4 VÅN., 4 TRAPPHUS, 32 LÄGENHETER  
KOSTNADER FÖR VATTEN OCH AVLOPP

FIGUR 4.5:10  
1974-10-01  
H 63/E2-207



## VATTEN, AVLOPP 52

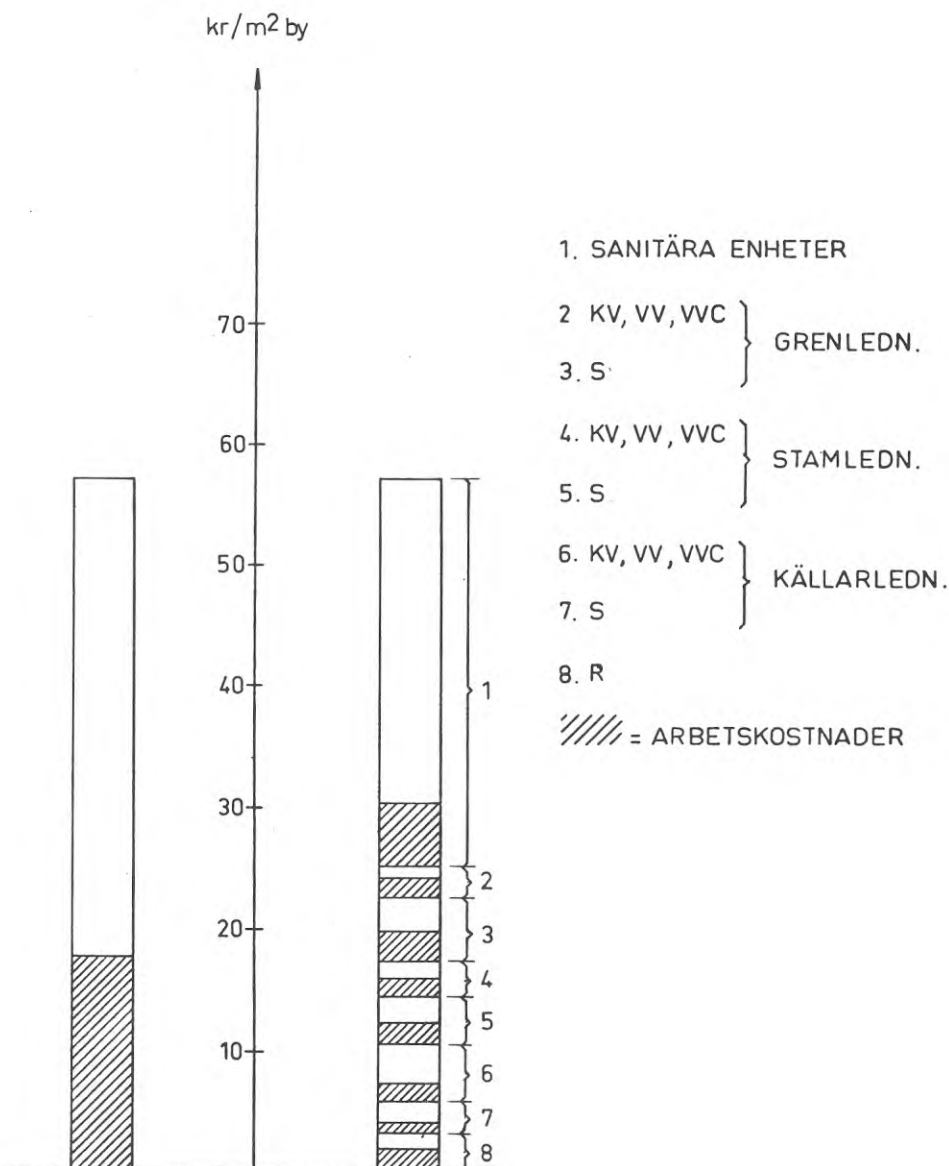
LAMELLHUS 4 VÅN., 4 TRAPPHUS, 32 LÄGENHETER

KOSTNADER FÖR VATTEN OCH AVLOPP

FIGUR 4.5.11

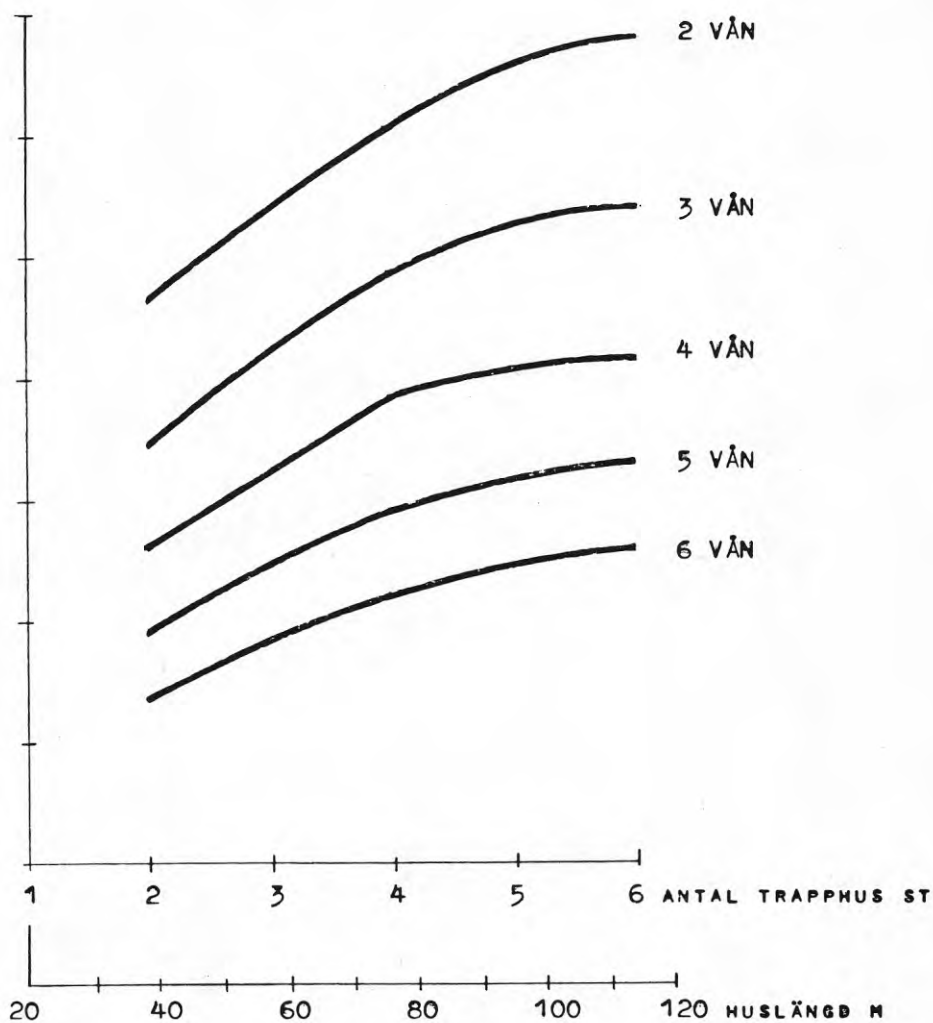
1974-10-01

H 63/E2-207



KOSTNAD FÖR  
VÄRMEINSTALLATION

ÖRE, H/KCAL

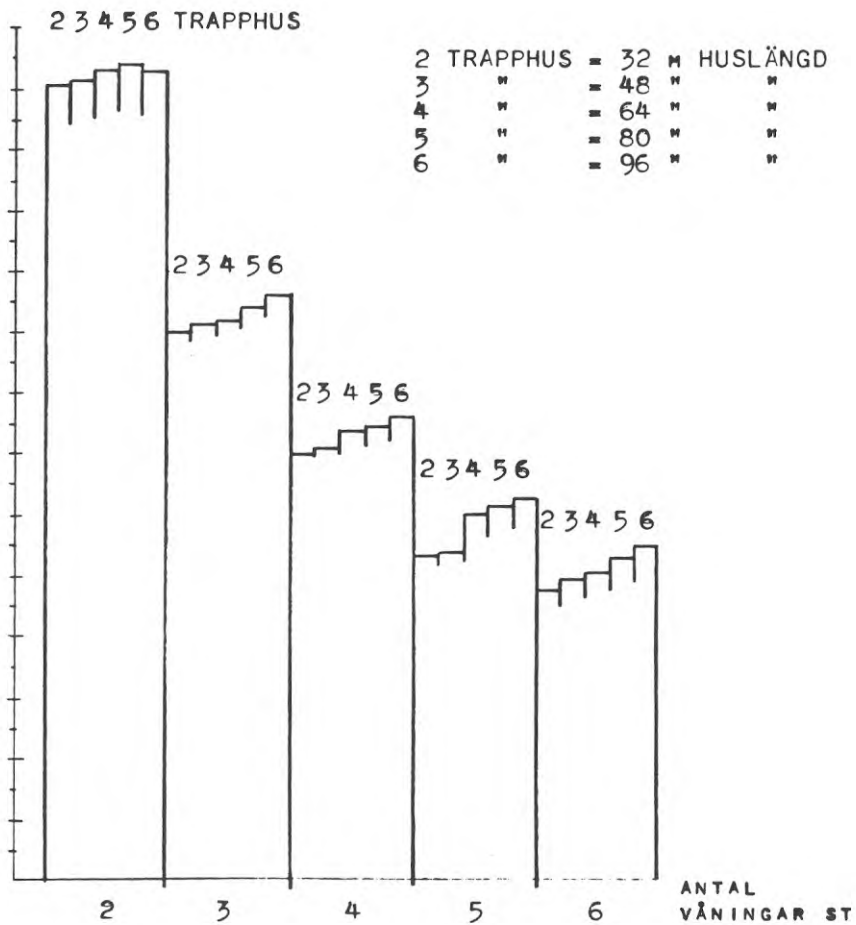


VATTEN, AVLOPP 52/5/, 52/6/

FIG 4.5:13

KOSTNADER FÖR  
VATTEN OCH AVLOPP  
I KÄLLARE OCH MARK

KR/LGM



## 5 MODELL 2-4, LUFTBEHANDLING

5.1 Allmänt - Sammanfattning - Rekommendationer

När en byggnad har börjat ta form på ritbordet och de första skisserna över luftbehandlingsinstallationen ligger klara utförs kostnadsbedömningar enligt modell 2. För att i viss mån kontrollera dessa bedömningar samt för noggrannare kalkyler av intressanta delar används modell 3.

Under konstruktionsskedet när kanalsystemutformningen är fastställd utförs kostnadsberäkningar med modell 3. Vissa delar t ex platsutrustningen kostnadsberäknas på entreprenörsvi s d v s enligt modell 4.

De olika kostnadsfaserna har utförligare beskrivits i avsnitt 4.1.

Redan i sättaramskedet ställs stora krav på konstruktören. Den skissade installationen skall vara optimal med avseende på årskostnaden vilket i sig också innebär bl a den anskaffningskostnadsmissigt bästa kombinationen mellan aggregatstorlekar - kanalutbredning. Följande exempel baserat på kostnader som redovisas i det följande avser att belysa detta.

Exempel: Ett enhetsaggregat med roterande entalpiväxlare fig 5.3:9 är placerat på vind och mitt i en 60 meter lång byggnad. Luftflödet till fördelningskanalsystemet är 20 000 m<sup>3</sup>/h d v s 10 000 m<sup>3</sup>/år åt vardera byggnadshalvan. Byggnadstekniskt kan vi antaga att det ställer sig lika kostsamt att placera 2 st aggregat à 10 000 m<sup>3</sup>/h mitt i vardera byggnadshalvan. Ger detta en lägre anskaffningskostnad för luftbehandlingsinstallationen?

Fall 1

1 st aggregat à 2,7 kr, h/m <sup>3</sup> :	54 000:-
2 st värmeisol. tilluftsystem vid 7 m/s för 10 000 m <sup>3</sup> /h ger ca 92 kr/m (fig 5.3:15):	5 500:-
2 st oisol. frånluftsystem vid 7 m/s för 10 000 m <sup>3</sup> /h ger ca 42 kr/m (fig 5.3:13):	<u>2 500:-</u>
Installationskostnad	62 000:-

Fall 2

2 st aggregat à 3,3 kr, h/m <sup>3</sup> :	66 000:-
4 st tilluftsystem enligt ovan men för 5 000 m <sup>3</sup> /h ger ca 75 kr/m:	4 500:-
4 st frånluftsystem enligt ovan men för 5 000 m <sup>3</sup> /h ger ca 35 kr/m:	<u>2 100:-</u>
Installationskostnad	72 600:-

Denna förenklade kostnadsanalys visar således att anskaffningskostnaden blir ca 10 000:- högre med 2 st aggregat. Hänsyn har då ej tagits till styrkostnader eller kostnader för inkoppling av batterier. Dessa kostnader kan beräknas enligt de principer som redovisas i avsnitt 6 resp 4.

I avsnitt 5.3 ges ett par ytterligare exempel på hur de framtagna modellerna kan användas för kostnadsstyrning.

Det förtjänar att här ånyo påpekas att i figurerna redovisade kostnader gäller endast vid angivna förutsättningar och tidpunkter. Det kommer alltså an på den enskilde konstruktören - kalkylatorn att aktualisera materialet.

## 5.2 Modell 2, luftbehandling

Modell 2, för en noggrannare statistisk kalkyl än modell 1, av en luftbehandlingsinstallation är baserad på en primärindelning av installationen enligt BSAB:s produkttabell 2.

Kostnaden redovisas uppdelad på centralutrustning 57/2/, ledningsnät 57/5/ och platsutrustning 57/8/.

Centralutrustning 57/2/. - I det tidiga skede som modell 2 används kan totala kostnaden för samtliga tilluftsaggregat och frånluftsaggregat betraktas. Kostnadsuppgifter för centralutrustning i utförda anläggningar är lämpliga att grovanalysera och användas för detta ändamål. Kostnaderna är lämpliga att redovisa per luftflödesenhet som funktion av luftflödet vid vald luftkvalitet.

Kostnaden för platsbyggd utrustning bör redovisas inkluderande fläktrumsväggar.

Sökt storhet	Variabler	Parametrar
- Kostnad/luftflödesenhet för all centralutrustning	Luftflöde, totalt	- Filterklass - Förvärmning - Eftervärmning - Kylning - Fuktning - Värmeväxlare - Entalpiväxlare

I många projekt kan värmewäxling eller entalpiväxling ej utföras för hela luftflödet. Kurvor bör ritas för olika andel växlat luftflöde av totala luftflödet.

Ledningsnät 57/5/. - Ledningsnätet i en luftbehandlingsinstallation lämpar sig relativt väl att kostnadsberäkna med hjälp av statistik. Idag används vanligen förzinkade stålplåtsskanaler i kanalväggarna och mineralull som värme-, brand-, buller- och kondensisolering. De främsta kostnadspåverkande faktorerna är därför hela ledningsnätets utbredning, som ett mått på plåtmängden, -kostnaden samt det isolerade ledningsnätets utbredning som ett mått på isoleringsmängden, -kostnaden.

Den del av ledningsnätet som består av en grenkanal (kopplingskanal) med don bör hänföras till platsutrustning. Därigenom behöver endast fördelnings-, respektive samlingskanalernas längder mätas grovt för att en god bedömning av ledningsnätkostnaden skall vara möjlig. För 2-kanalsystem mäts både den varma och den kalla fördelningskanalen. Under pkt 5.4 redovisas den gränsdragning som gjorts mellan fördelningskanal/samlingskanal - kopplingskanal.

De faktiska kostnaderna för stålplåtsskanaler och isolering i en utförd entreprenad omräknas därför till kostnader per längdenhet isolerad respektive isolerad kanal som funktion av det behandlade luftflödet i respektive kanalsystem.

Sökt storhet	Variabler	Parametrar
- Kostnad/längdenhet (för alla fördelnings- och samlingskanaler sammanlagt) eventuellt - Kostnad/ytenhet	- Luftflöde	- Kanalmaterial - Isolering - Monteringsläge - (Täthetsnorm) - (Antal detaljer per meter)

Modell 2 för ledningsnät får samma principiella utseende som modell 3. Vid kostnadsberäkningar fås därför en kontroll av att de båda modellerna ger ungefär samma resultat. Orsaken till att modell 2 bäst uttrycks per meter kanal står att finna i att utbredningen är den enda starkt kostnadspåverkande faktorn. Här döljer sig också en viktig orsak till att statistik baserad på ytor och volymer ger stor spridning; ledningsnätets utformning beaktas ej. De övriga kostnadspåverkarna, där isolering i vanliga fall är den dominerande, kan sättas som parametrar. En uppdelning på olika isolertyper har ej ansetts nödvändig för denna modell. Jämför modell 3 avsnitt 5.3.

Platsutrustning 57/8/. - Platsutrustningen i en luftbehandlingsinstallation innehåller flera starkt kostnadspåverkande komponenter. Dessutom medför en felbedömning av kostnaden för platsutrustningen i ett typrum att felet adderas för alla lika utrustade rum. Det finns därför anledning att närmare försöka analysera de kostnadspåverkande faktorerna.

I nedanstående tabell anges ett antal kostnadspåverkare till vilka hänsyn bör tas.

Sökt storhet	Variabler	Parametrar
- Kostnad/antal don (i kostnaden inräknas grenkanaler, spjäll, ljuddämpare etc)	- Luftflöde	- Don-, spridarekvalitet - Blandningsboxar - Kopplingskanallängd - Isolering - Ljuddämpare - Spjäll



### 5.3 Modell 3, luftbehandling

Modell 3 för kostnadsberäkningar av luftbehandlingsinstallationer innebär en kalkyl baserad på enhetskostnader. Modell 3 grundas på de principer som gäller för entreprenörer vid anbuds-kalkylering, se vidare pkt 5.4.

Enhetskostnaderna har erhållits genom sammanslagning av kostnaderna för ingående komponenter. För kanaldetaljer: böjar, avstick, dimensionsförändringar, T-förgreningar, X-förgreningar och gavlar har frekvensberäkningar utförts.

I figur 5.3:1 visas principiellt hur modell 3 är uppbyggd.

Centralutrustning 57/2/. - Kostnader för centralutrustning redovisas som funktion av det luftflöde som passerar genom de olika behandlingsenheterna i centralutrustningen.

Sambandet mellan aggregatkostnaden per luftflödesenhet och luftflödet kan tecknas med en logaritmisk funktion. Ingående aggregatdelar väljs som parametrar.

Kostnaden för styrutrustningen redovisas under pkt 6.

De i figurbladen visade kostnaderna för centralutrustning baseras på endast ett fabrikat. De medelvärden och spridningar som erhållits vid regressionsanalysen är därför inte representativa som ett genomsnitt för flera företags produkter.

I figur 5.3:2 redovisas aggregatkostnaden för ett enhetsaggregat av enkel typ som funktion av luftflödet genom aggregatet. I figuren har filterklass och värmebatteriets temperaturhöjning av luften angetts.

Med hjälp av det dimensionerande luftflödet och temperaturhöjningen i ett aktuellt fall kan värmeeffekten beräknas och ligga till grund för bedömning av kostnader för rörledningar, pkt 4.

I figur 5.3:3 redovisas kostnaden för samma typ av enhetsaggregat, men med återluftskörning. Den varma frånluften shuntas till den kalla uteluften vilket medför ökade kostnader för spjäll men reducerade kostnader för värmebatteri. Ett mindre värmebatteri kan användas eftersom temperaturen på tilluften ej behöver höjas lika mycket ( $0^{\circ}$  till  $+23^{\circ}\text{C}$  mot  $-20^{\circ}$  till  $+23^{\circ}\text{C}$  i figur 5.3:2).

I figurerna 5.3:4 och 5.3:5 visas kostnadsbilden då kylning av tilluften utförs. Aktuell kyleffekt kan beräknas med hjälp av angiven entalpiet och det dimensionerande flödet. Köldbäraresystemet kan beräknas enligt de metoder som anges under pkt 4.

I figurerna 5.3:6 och 5.3:7 visas kostnaderna för enhetsaggregat där förvärmning, fuktning och eftervärmning utförs.

Fuktningsgraden vid den aktuella eftervärmningen med en temperaturhöjning av  $10^{\circ}\text{C}$  ger tillsammans med luftflödet underlag för dimensionering av tappkallvattentillförseln. Rörledningarna kostnadsberäknas enligt de riktlinjer som anges under pkt 4.

I figur 5.3:8 redovisas kostnaden för en värmeåtervinningsutrustning med värmeväxlare.

Avståndet mellan till- och frånluftsaggregat påverkar starkt kostnaden för rörledningarna mellan väx-larna, och har därför satts som parameter i figuren.

I de fall till- och frånluftsaggregat är placerade nära varandra kan eventuellt även återluftskörning tillämpas.

I figur 5.3:9 visas kostnaden för en värmeåtervinningsutrustning med roterande entalpiväxlare. Med denna typ av växlare återvinns såväl värme som fukt.

Ledningsnät 57/5/. - Kostnaden för kanaler anges i kr/m kanal inklusive kanaldetaljer (formstycken) men exklusive spjäll, ljuddämpare m m. Blandningsboxar har hänförs till platsutrustning 57/8/. Ingående mängd kanaldetaljer i ett ledningsnät har relativt stor påverkan på kanalkostnaden varför man bör försöka beräkna denna påverkan. För elledningsnät har, av samma orsak, frekvensundersökningar gjorts, se pkt 7. Kostnader för formstycken m m i rörledningar täcks av ett rördelspåslag. Detta rördelspåslag är f n föremål för en särskild utredning, se vidare pkt 4.

För att bedöma hur stort antal kanaldetaljer som ingår per meter kanal så har en statistisk bearbetning av installationerna i två byggnader gjorts. För cirkulära spiralfalsade plåtkanaler, med diameter  $>200$  mm, erhöles medelvärdet 0,32 detaljer per meter kanal, och att variationen för olika kanalavsnitt i dessa byggnader, med 95 % sannolikhet ligger mellan 0,29-0,35. Beräkningen är baserad på studium av totalt 895 meter kanal. Hänsyn har tagits till att detaljerna ingår med olika kostnader och i olika stor mängd samt de rakkanalstillskott till mätta kanallängder som erhålls för vissa detaljer (t ex böjar, T-rör). För rektangulära metallkanaler med tvärsnittsarea  $>0,06$  m<sup>2</sup>, erhålls ett medelvärde på 0,58 detaljer per meter kanal. Med 95 % sannolikhet ligger värdet för olika kanalavsnitt mellan 0,52-0,64 baserat på studium av 312 meter. Att flera detaljer förekommer för rektangulära kanaler förklaras av att kanaldragningar i fläktrum, i schakt samt i större huvudstråk, där vanligen fler detaljer förekommer, huvudsakligen utgörs av rektangulära kanaler.

Då kostnaderna för kanaler inkl detaljer har framtagits har således rektangulära kanaler med en tvärsnittsarea  $\leq 0,06 \text{ m}^2$  och cirkulära kanaler med  $\text{dim} \leq 200 \text{ mm}$  inte medtagits. Orsaken är att förekomsten av kanaldetaljer för klena dimensioner varierar kraftigt. Normalt är kanaler med dessa klena dimensioner att betrakta som kopplingskanaler (grenkanaler) vilka förekommer i olika stor omfattning, i olika byggnader, beroende på verksamhet.

För att kunna hålla en god noggrannhetsnivå i modell 3, måste kopplingskanalernas kostnader beräknas separat och delas upp i kostnader för kanal och kanaldetaljer var för sig. Detta torde inte vara någon större olägenhet eftersom kopplingskanaler kan sägas utgöra platsutrustning och ofta måste kostnadsberäknas noggrant på grund av sin stora omfattning.

I figur 5.3:10 visas kostnader för cirkulära oisolerade fördelnings- eller samlingskanaler som funktion av diametern eller luftflödet till kanalsystemet. Fyra viktiga variabler har här fastlästs: material, täthetsnorm, monteringen vid tak samt antalet detaljer per meter. Procentuella påslag kan göras för andra täthetsnormer, monteringslägen eller antal detaljer per meter. Vid antagandet att medelvärdet för antalet detaljer per meter ligger vid det 95 %-iga konfidensintervallets ena gräns t ex 0,35 erhålls ett systematiskt fel av 2 %. Det kan således vara av vikt att studera ett större antal objekt med avseende på det antal detaljer som ingår i kanalsystemen.

I figur 5.3:11 och 5.3:12 visas kostnader för rektangulära oisolerade fördelnings- och samlingskanaler som funktion av kanalomkretsen eller kanaldimensionen. I detta diagram har antalet detaljer per meter låsts till 0,58. Kostnadsandelen för detaljerna blir ungefär samma som för cirkulära kanaler.

I figur 5.3:13 visas kostnaden för ett komplett oisolerat fördelnings- eller samlingskanalsystem för cirkulära kanaler som funktion av luftflödet till systemet. Jämfört med tidigare redovisade diagram över kanalkostnader har ytterligare en variabel tillkommit och låsts; konstant avtappning utmed kanalsystemet har förutsatts.

Om stora variationer i avtappning förekommer kan ändå kanalkostnaden erhållas med relativt god noggrannhet beroende på att variationerna "tar ut" varandra. Besvärligare blir det om t ex en del av systemet har stor avtappning medan andra delen har liten avtappning. I ett sådant fall kan man dela systemet i två delar och kostnadsberäkna delarna var för sig.

Beräkningen sker på följande sätt:

$V_1$  är flödet till hela systemet

$V_2$  är flödet till delen med ändrad avtappning

$K_1$  är kostnaden för  $V_1$

$K_2$  är kostnaden för  $V_2$

$L_1$  är längden av delen där  $V_1 - V_2$  avtappas

$L_2$  är längden av delen där  $V_2$  avtappas

Nedanstående ekvation ger totalkostnaden:

$$K_{TOT} = K_1 \cdot L_1 \left(1 + \frac{V_2}{V_1}\right) - K_2 \cdot L_1 \cdot \frac{V_2}{V_1} + K_2 \cdot L_2$$

Figur 5.3:14 visar motsvarande diagram för rektangulära kanaler.

Figur 5.3:15 visar kostnaden för ett helt, isolerat, fördelnings- eller samlingskanalsystem för cirkulära kanaler.

Figur 5.3:16 visar motsvarande för rektangulära kanaler.

I figur 5.3:17 och 5.3:18 visas hur man, vid kostnadsstyrning, praktiskt kan utnyttja de kanalkostnader som framräknats ovan för att minimera årskostnaden. Vid energipriset 0,10 kr/kWh, annuiteten 0,15, två vanligt förekommande drifttider samt isolerad respektive oisolerad kanal erhålls varierande optimala dimensioner.

Av figurerna framgår att:

En oisolerad kanal med lång drifttid bör ha avsevärt större dimension än en isolerad kanal med kort drifttid.

Exempel: Ett oisolerat frånluftssystem för WC, med dag- och nattdrift, bör alltså ha grövre dimensioner än ett isolerat tilluftssystem med enbart dagdrift.

Platsutrustning 57/8/. - Platsutrustningen innehåller som tidigare nämnts komponenter som bl a genom sin rikliga förekomst blir starkt kostnadspåverkande. Kostnaderna bör därför beräknas med hjälp av så detaljrika kalkyler som möjligt. Den modell som är mest lämpad för sådana kalkyler är modell 4, se avsnitt 5.4.

Det fel som erhålls (jfr avsnitt 2.1.3) är summan av det relativa felet i å-kostnaden och i mängden. Det är följaktligen av stor vikt att söka hålla nere båda felkällorna.

Av exemplet nedan framgår hur man i praktiken kan erhålla stor skillnad i kostnaden för platsutrustning då en mängdreducering utförs.

Exempel: Vad blir besparingen om 300 st rum förses med 1 luftspridare à 200 m<sup>3</sup>/h i stället för 2 st à 100 m<sup>3</sup>/h? Av figur 5.4:8, 5.4:9 och 5.4:10 framgår att man vid 6 m kopplingskanal med 1 st spjäll, 2 st böjar samt 1 st T-rör erhåller följande besparing i kopplingskanaler och spridare.

<u>2 st spridare</u>	alt.	<u>1 st spridare</u>
----------------------	------	----------------------

12 m x 8:- =	96:-	6 m x 10:- =	60:-
--------------	------	--------------	------

2 st x 25:- =	50:-	1 st x 30:- =	30:-
---------------	------	---------------	------

4 st x 7:- =	28:-	2 st x 9:- =	18:-
--------------	------	--------------	------

Kostnaden för T-rör kan antas ingå i fördelningskanalen om dennas diameter är större än 200 mm.

Kopplings-	_____		_____
kanal:	174:-	resp.	108:-

2 st spridare x 55 =	110:-	1 st spridare x 60 =	60:-
----------------------	-------	----------------------	------

Totalt per rum:	284:-	resp.	168:-
-----------------	-------	-------	-------

Besparing per rum: 116:-

Besparing för 300 st rum: 35 000:-

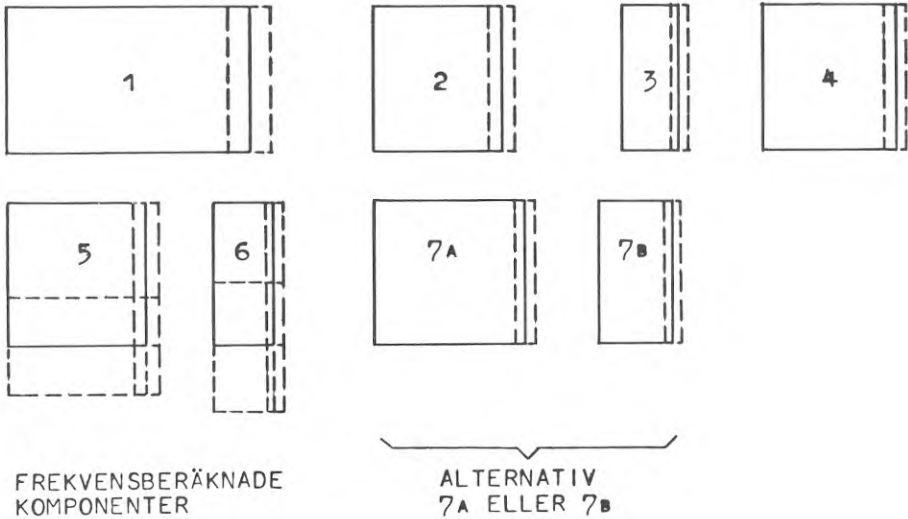
Det förefaller alltså som om en besparing kan göras. Man måste emellertid i detta fall noga söka fastställa om de förutsättningar beträffande utrymmen ovan undertak samt komfortkraven (dragfri inblåsning, ljudkrav etc) fortfarande innehålls för alternativet med den lägsta installationskostnaden.

Den modell för blandningsboxar fig 5.3:19 som redovisas i detta avsnitt är sammansatt av delkostnader för box, flexibel slang, styrutrustning (alt konstantflödesdon) samt inkopplingskostnader. Kostnaden redovisas per boxenhet som funktion av det luftflöde som tillförs boxen.

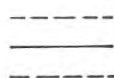
MODELL 3, LUFTBEHANDLING

FIG 5.3:1

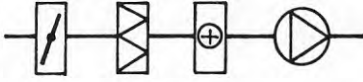
SAMMANSÄTTNING AV KOSTNADER FRÅN MODELL 4 FÖR KOMPONENTERNA 1-7 TILL EN KALKYLERAD KOSTNAD FÖR EN KOMPLETT ENHET



ANGER VARIATIONSBREDD MED HÄNSYN ÄVEN TILL  
ALTERNATIVA KOMPONENTER

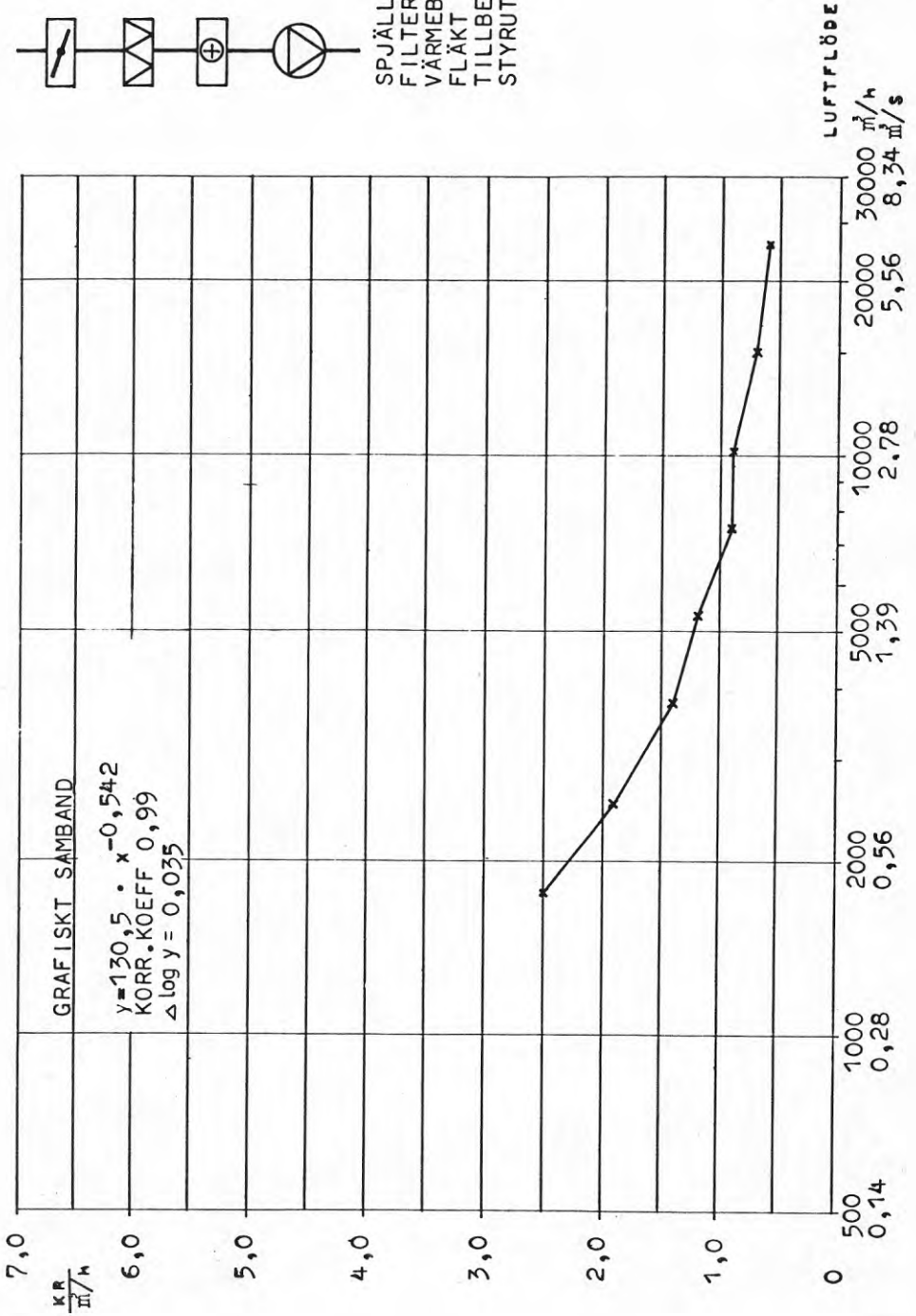


ANGER VARIATIONSBREDD FÖR FREKVENSBERÄKNADE  
KOMPONENTER



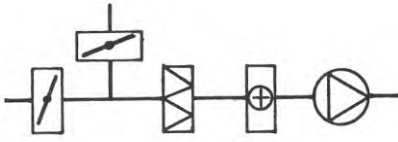
SPJÄLL  
 FILTER F45  
 VÄRMEBATT. -20 → +23°C  
 FLÄKT  
 TILLBEHÖR EXKL.  
 STYRUTRUSTNING

AGGREGATKOSTNAD

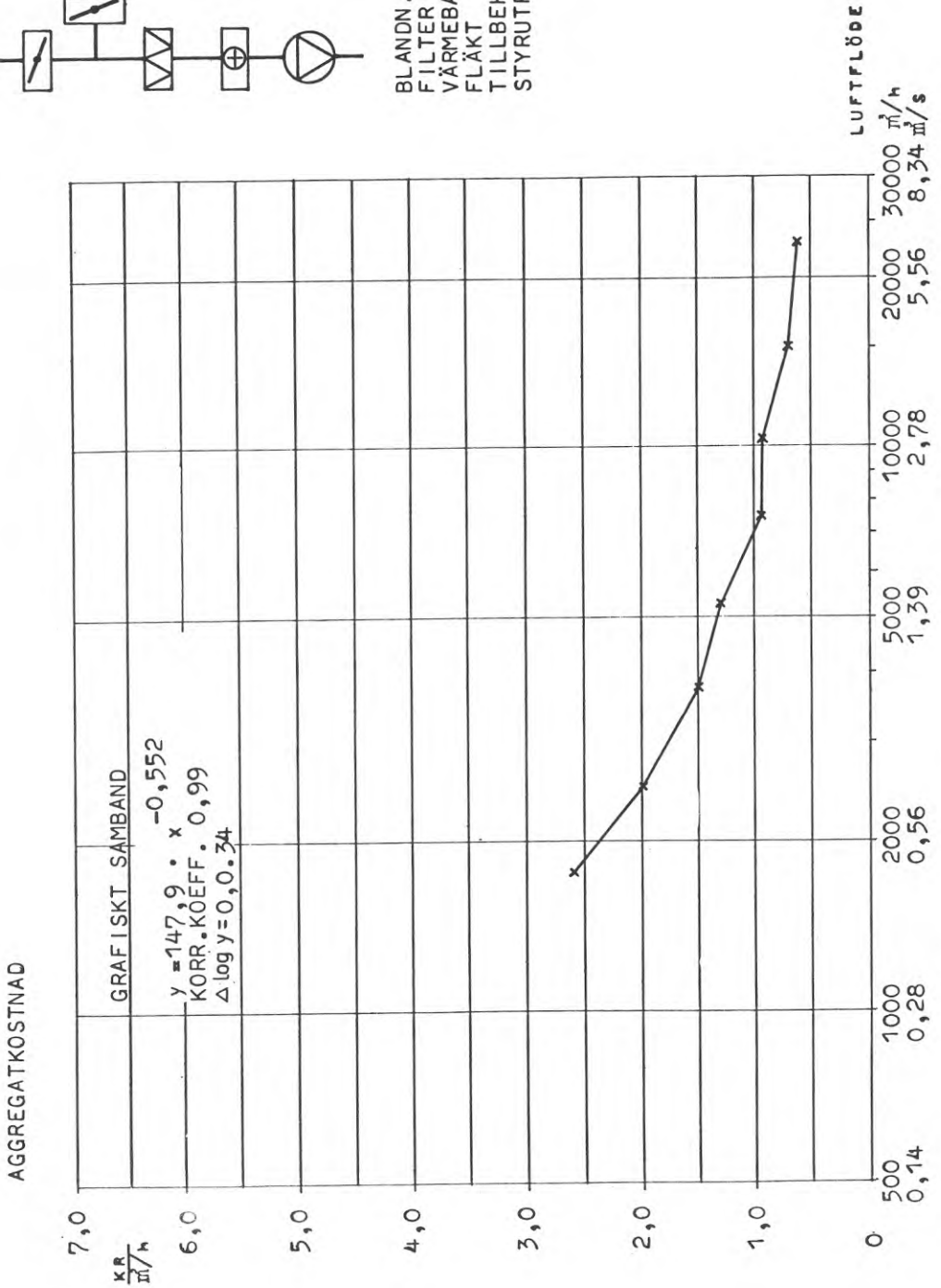


CENTRALUTRUSTNING 57/2/  
 ENHETSAGGREGAT

FIG 5.3:3  
 1974-01-01  
 H63/E3=176,6  
 ORTSGRUPP 4



BLANDN. DEL  
 FILTER F45  
 VÄRMEBATT. 0 → +23°C  
 FLÄKT  
 TILLBEHÖR EXKL  
 STYRUTRUSTNING





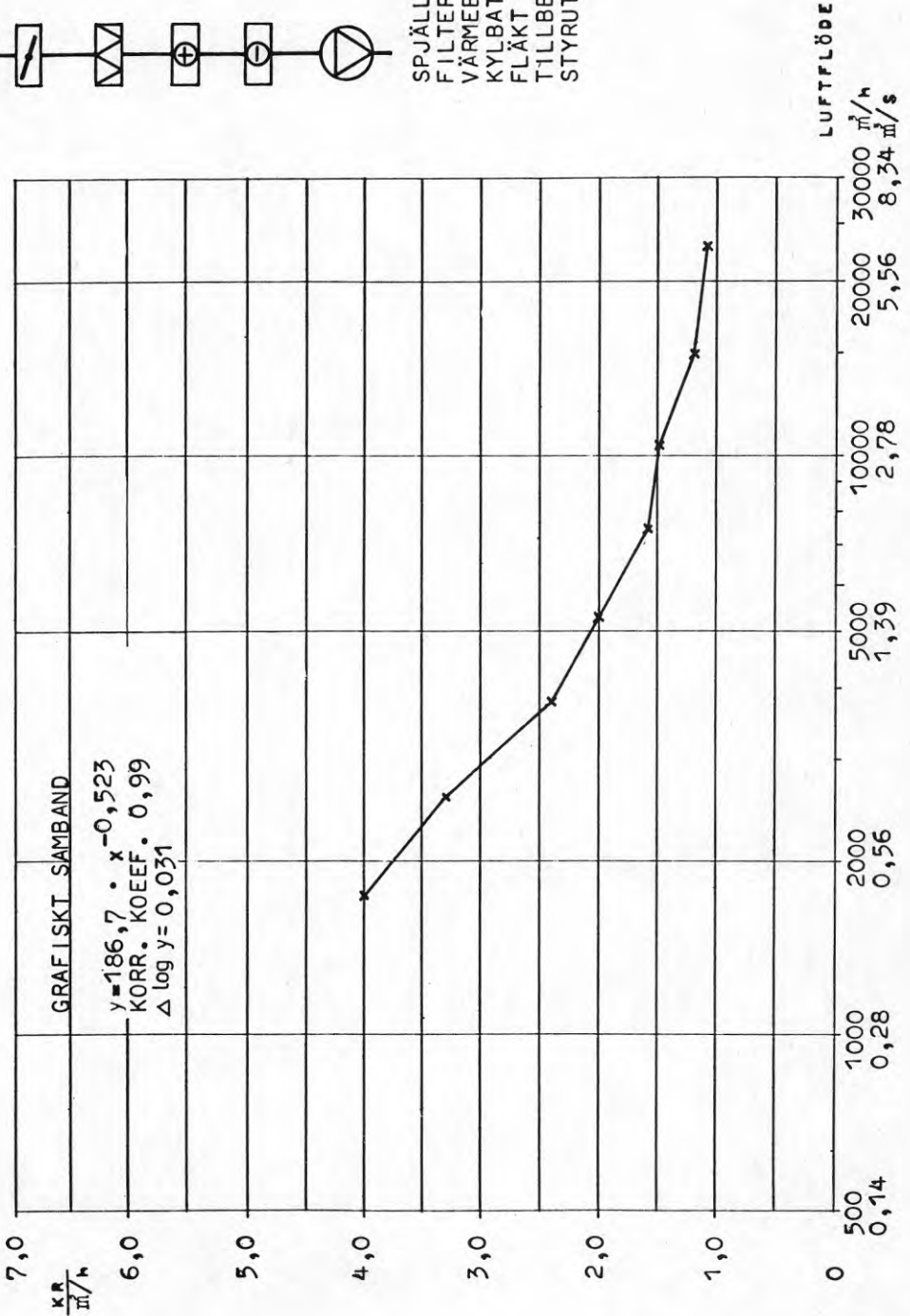
CENTRALUTRUSTNING 57/2/  
 ENHETSAGGREGAT

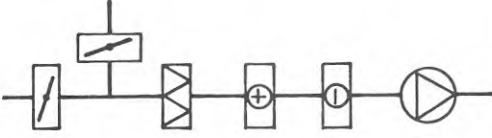
FIG 5.3:4  
 1974-01-01  
 H63/E3=176,6  
 ORTSGRUPP 4



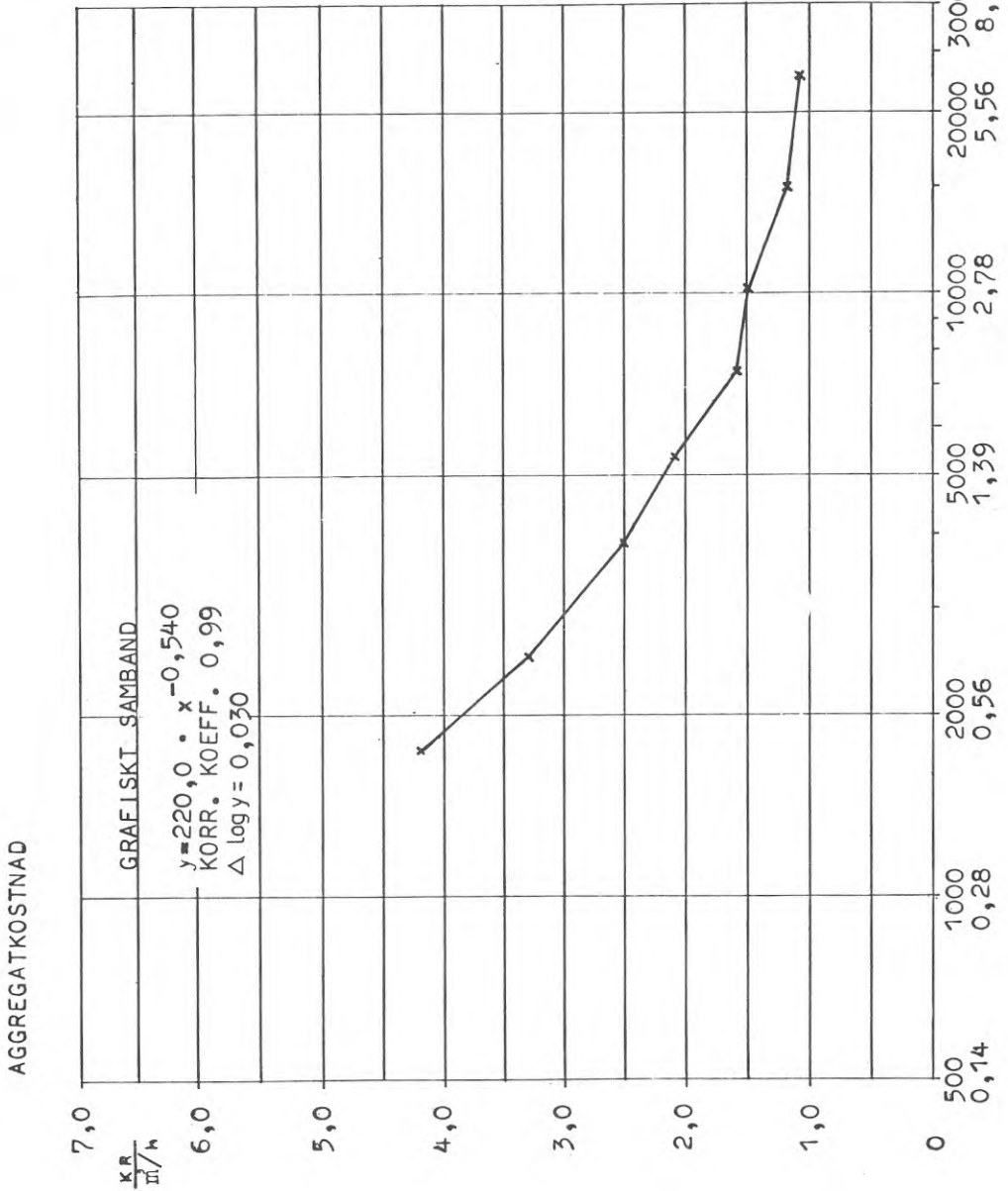
SPJÄLL  
 FILTER F45  
 VÄRMEBATT. -20 → +23°C  
 KYLBATT. 15 KJ/KG  
 FLÄKT  
 TILLBEHÖR EXKL.  
 STYRUTRUSTNING

AGGREGATKOSTNAD





BLANDN. DEL  
 FILTER F45  
 VÄRMEBATT. 0 → +23°C  
 KYLBATT. 15 kJ/kg  
 FLÄKT  
 TILLBEHÖR EXKL.  
 STYRUTRUSTNING



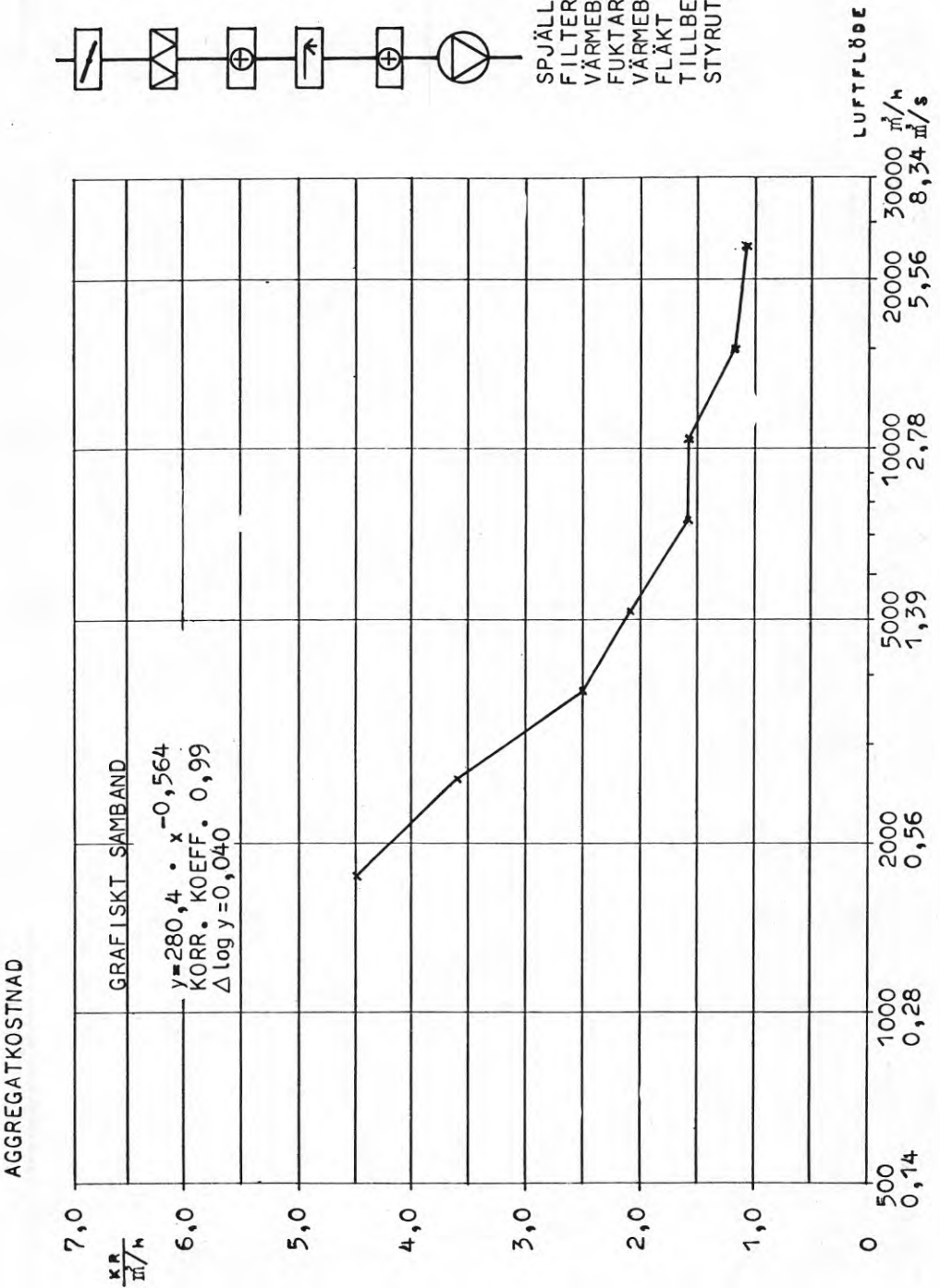
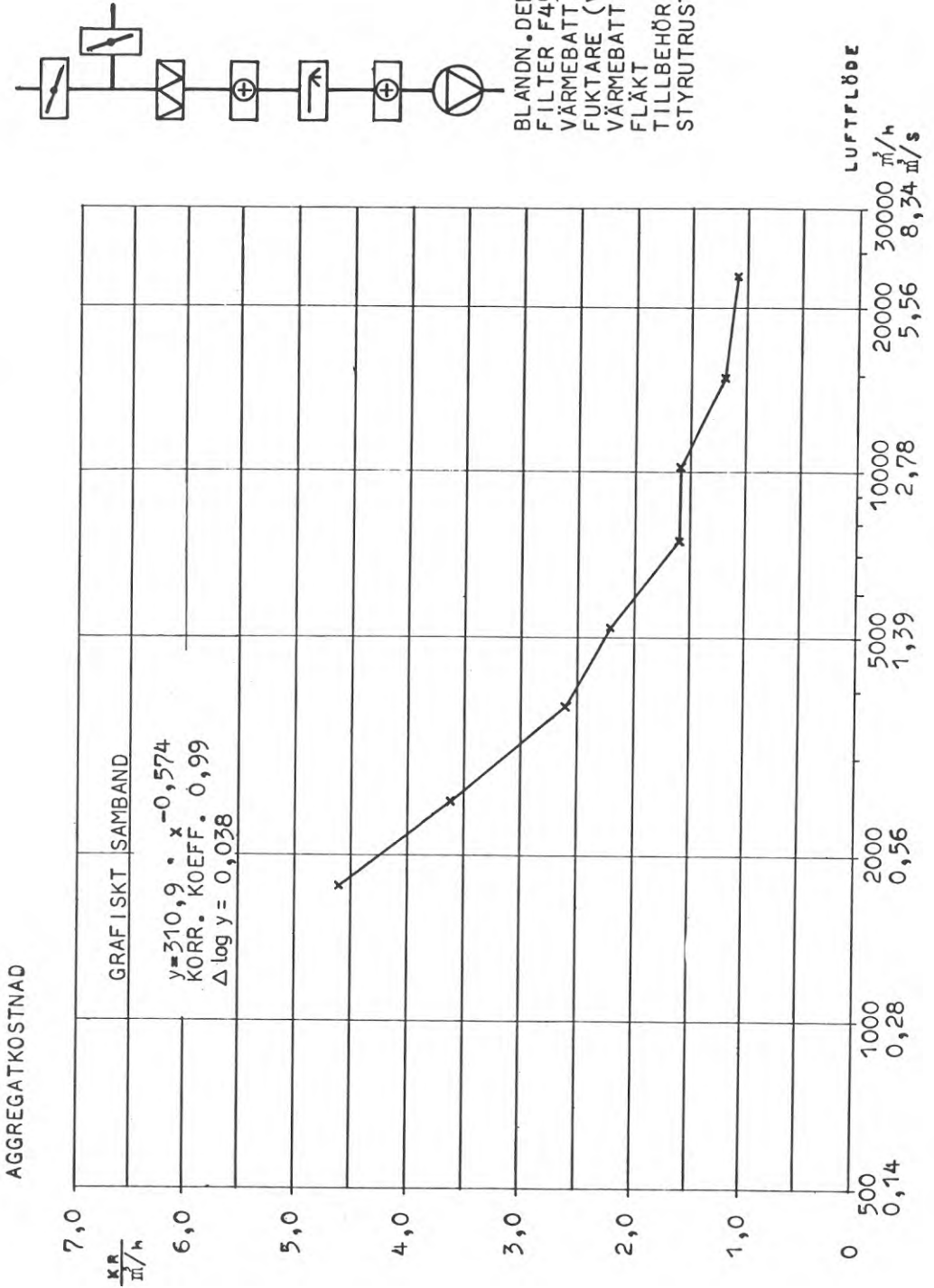
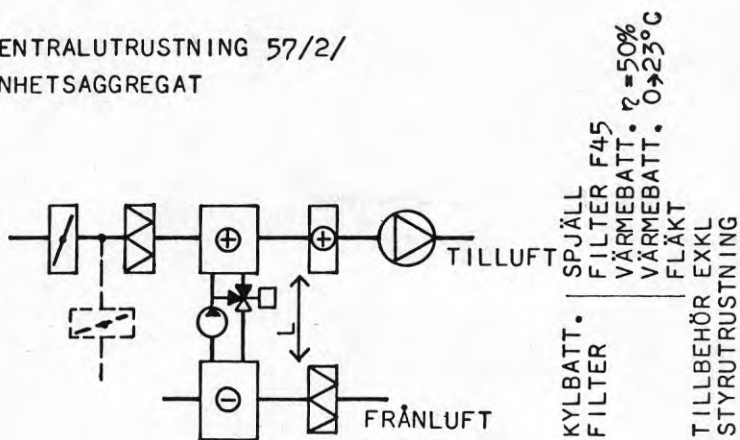


FIG 5.3:7  
 1974-01-01  
 H63/E3=176,6  
 ORTSGRUPP 4,6

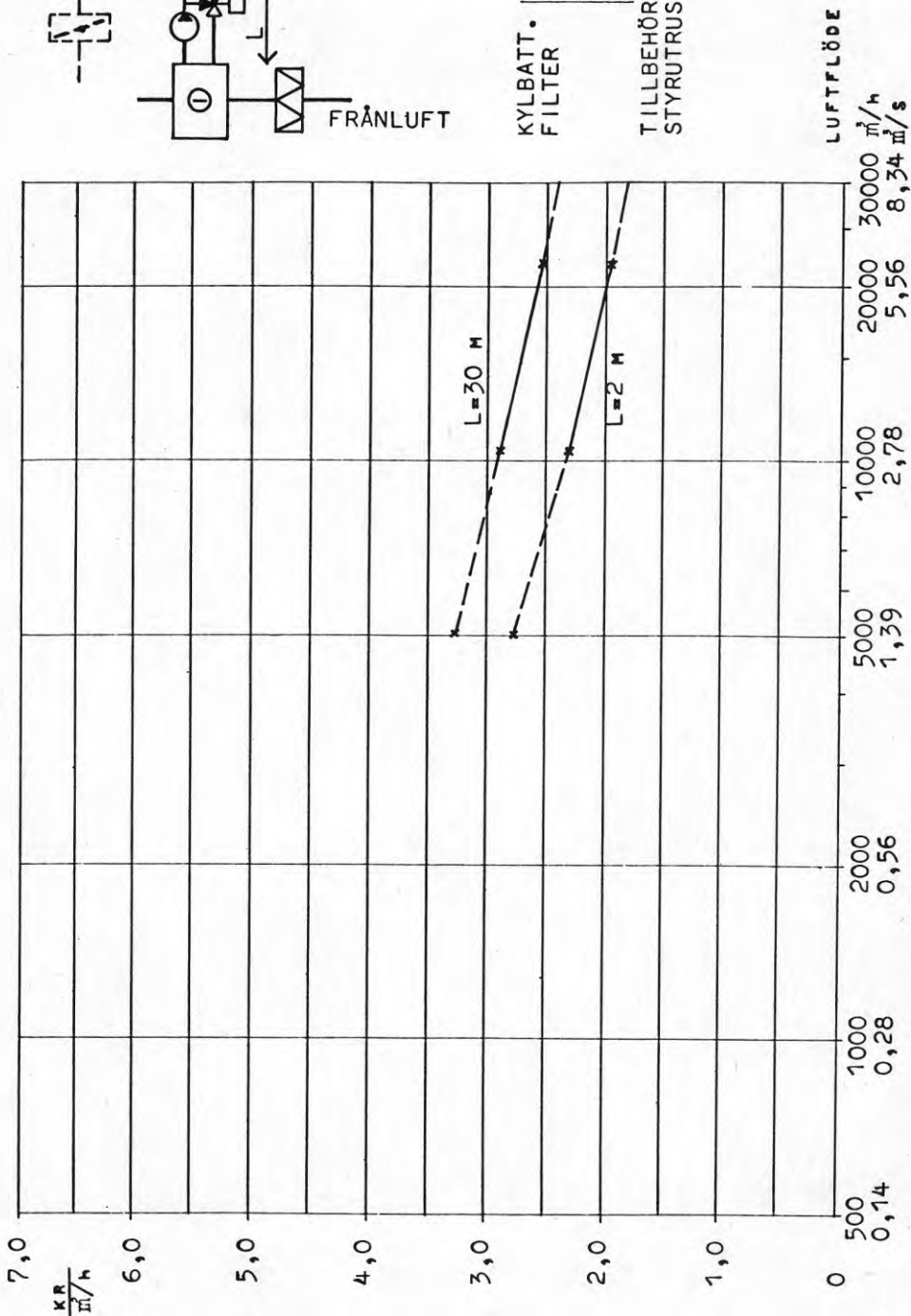


CENTRALUTRUSTNING 57/2/  
 ENHETSAGGREGAT

FIG 5.3:8  
 1974-01-01  
 H63/E3=176,6  
 ORTSGRUPP 4

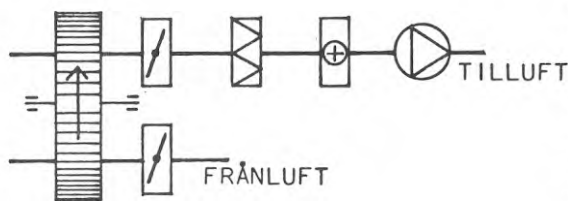


AGGREGATKOSTNAD



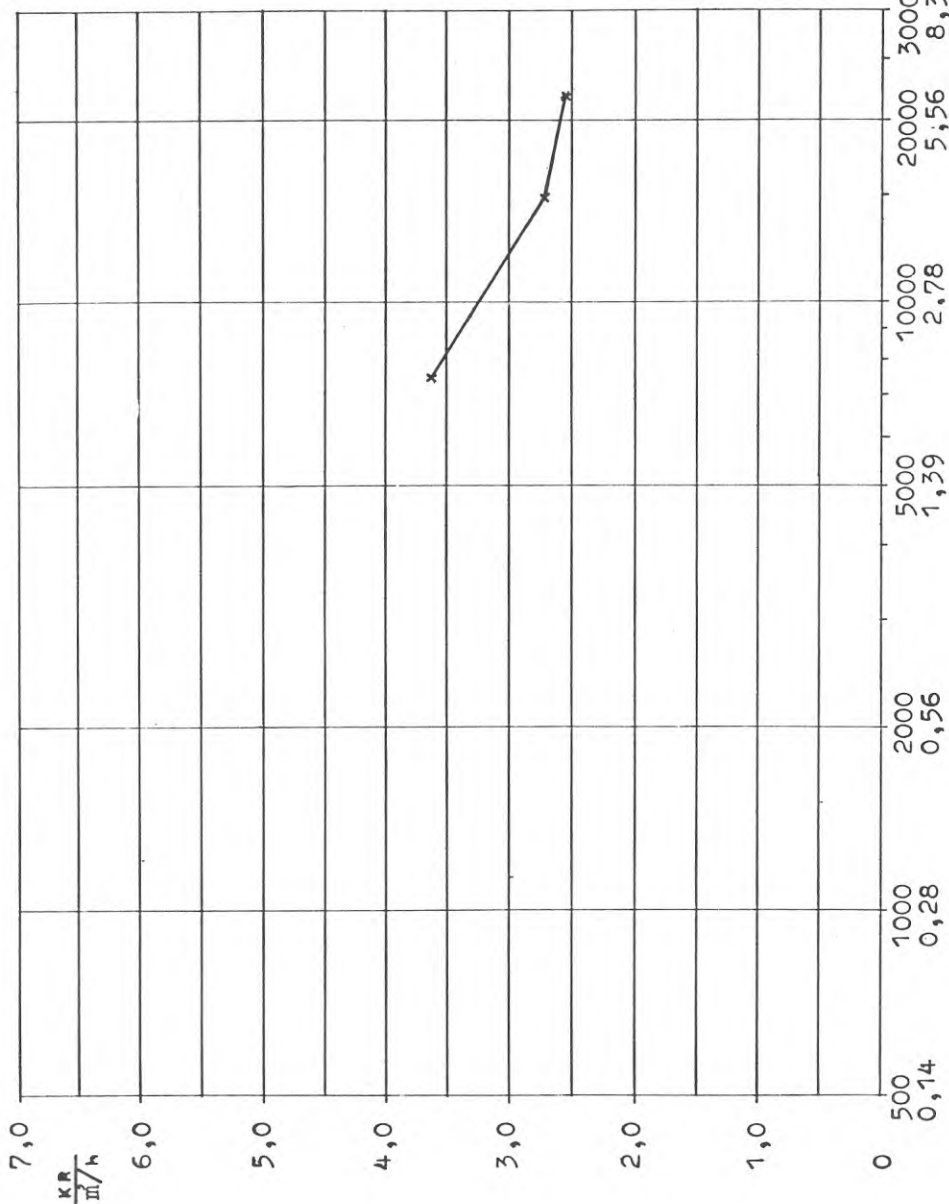
CENTRALUTRUSTNING 57/2/  
 ENHETSAGGREGAT

FIG 5.3:9 140  
 1974-01-01  
 H63/E3=176,6  
 ORTSGRUPP 4



ROTÉRANDE ENTALPI-  
 VÄXLARE  $\eta = 75\%$   
 SPJÄLL  
 FILTER F45  
 VÄRMEBATT  $\Delta t 10^{\circ}\text{C}$   
 FLÄKT  
 TILLBEHÖR EXKL  
 STYRTRUSTNING

AGGREGATKOSTNAD



LUFTFLÖDE  
 m³/h  
 m³/s

## LEDNINGSNÄT 57/5/

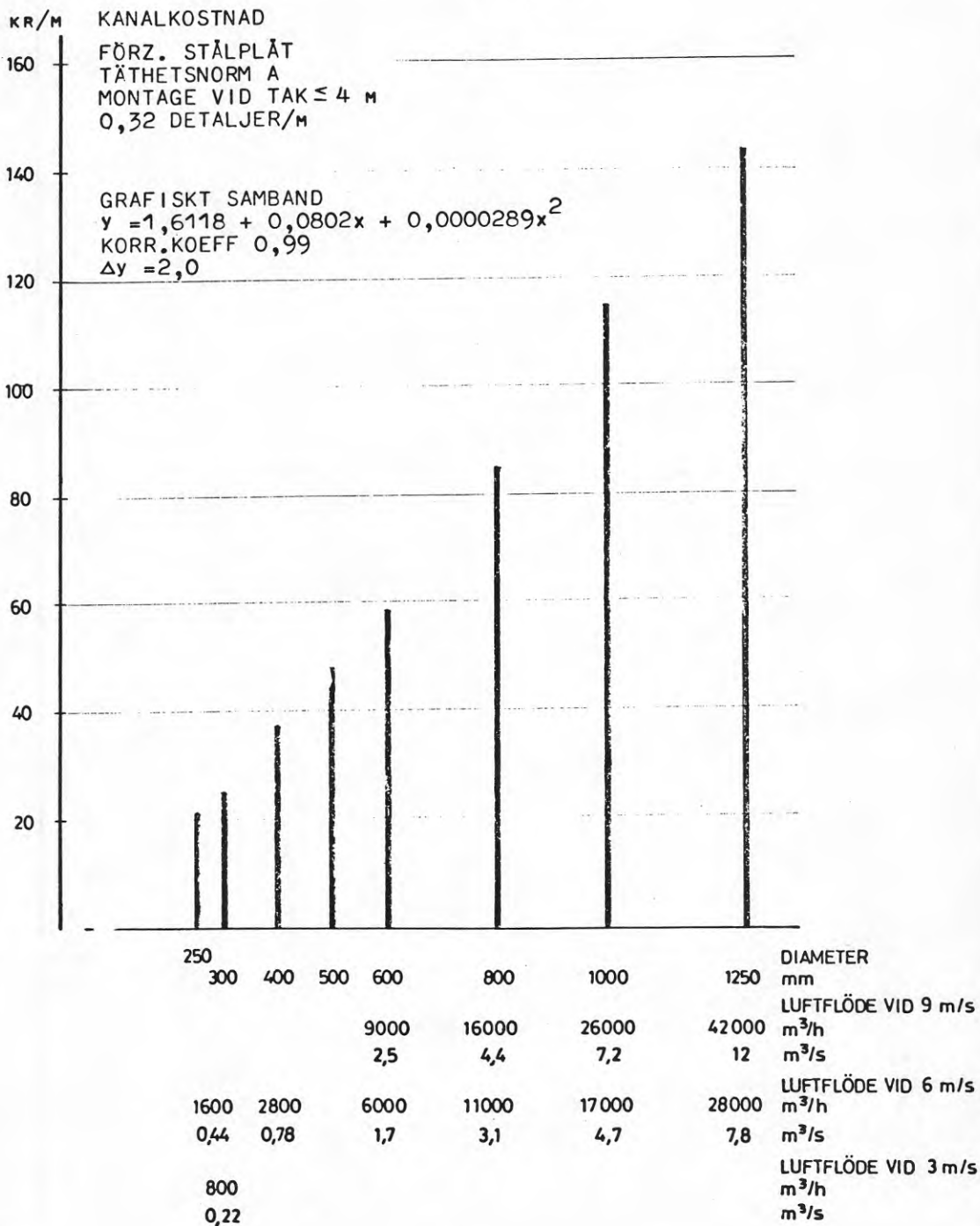
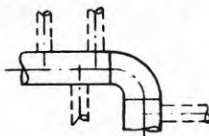
CIRKULÄRA OISOLERADE FÖRDELNINGS-  
OCH SAMLINGSKANALER > 200 MM DIAM.

FIG 5.3:10

1974-01

H63/E3=176,6

ORTSGRUPP 4

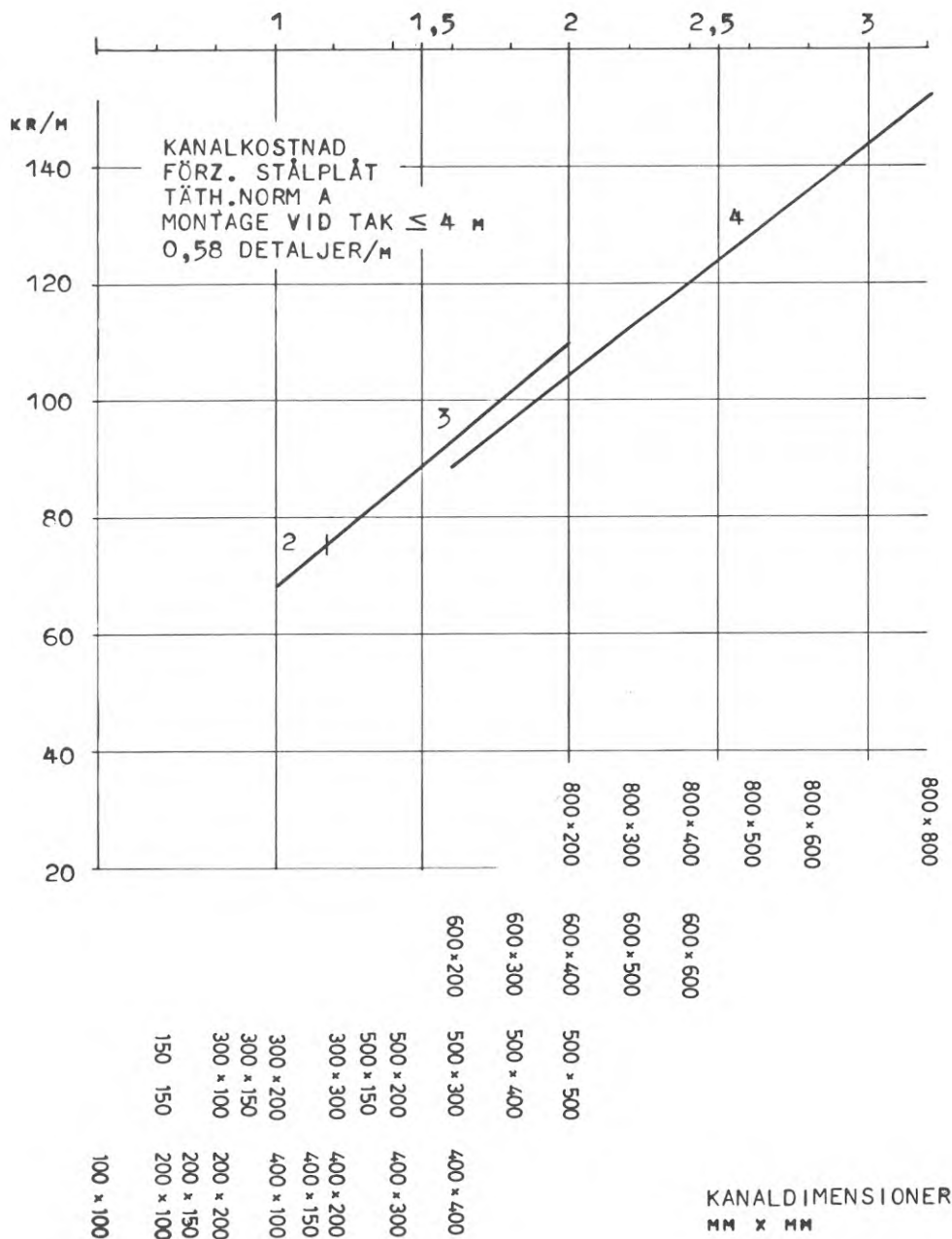


## LEDNINGSNÄT 57/5/

KOSTNADER FÖR REKTANGULÄRA  
OISOLERADE FÖRDELNINGSKANALER > 0,06 m<sup>2</sup>  
TVÄRSN. AREA

FIG 5.3:11  
1974-01  
H63/E3=176,6  
ORTSGRUPP 4

2	MAX SIDA	300 MM
3	" "	500 MM
4	" "	800 MM

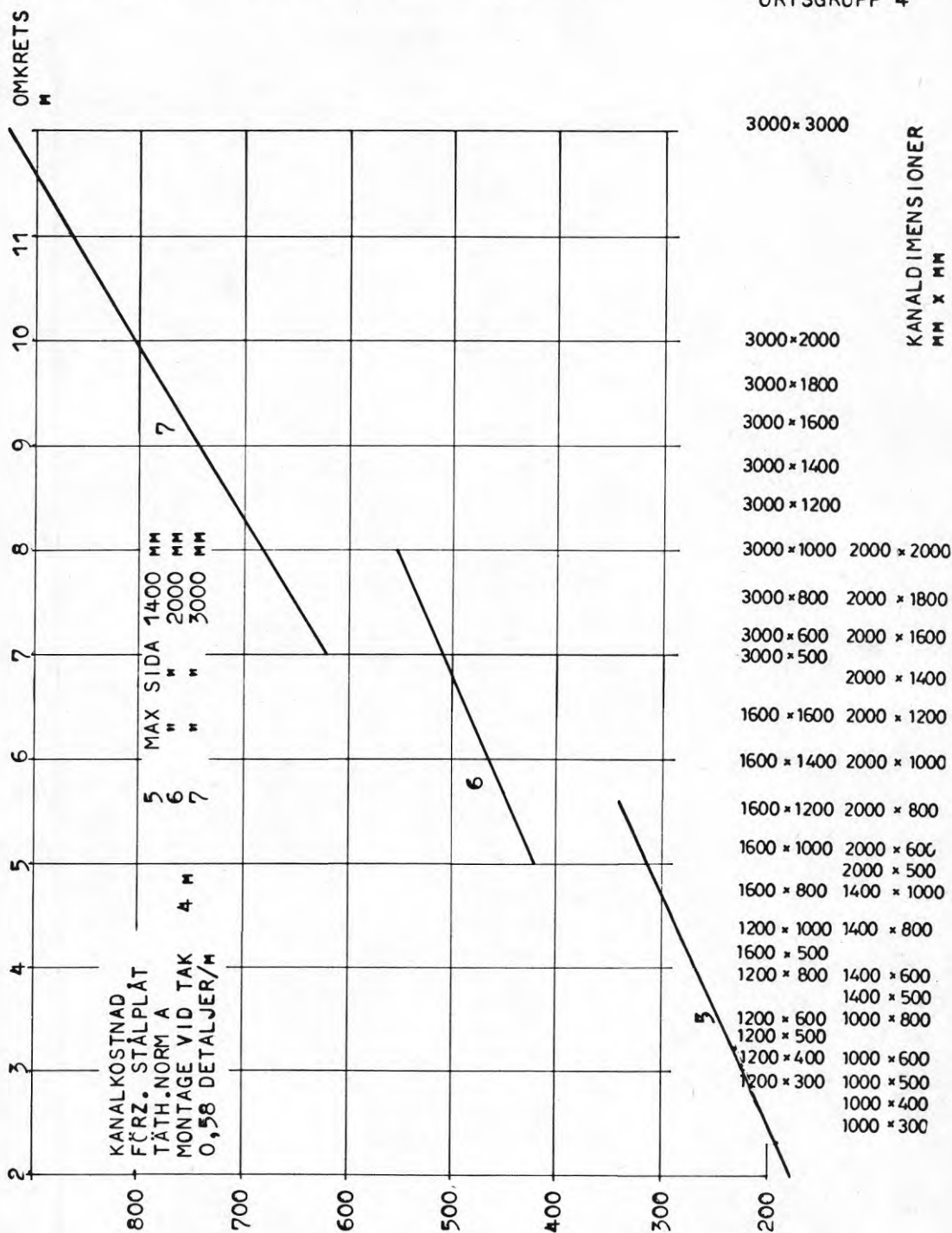




## LEDNINGSNÄT 57/5/

KOSTNADER FÖR REKTANGULÄRA OISOLERADE  
FÖRDELNINGSKANALER > 0,06 m<sup>2</sup> TVÄRSN.AREA

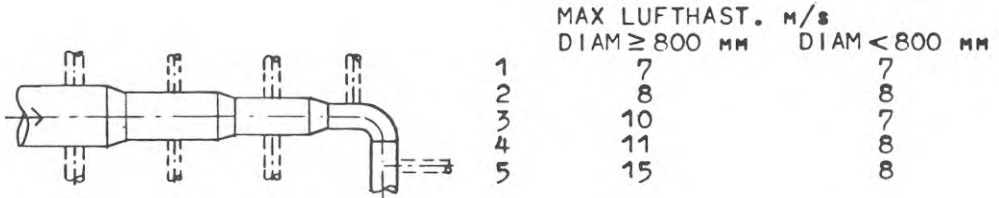
FIG 5.3:12  
1974-01  
H63/E3=176,6  
ORTSGRUPP 4



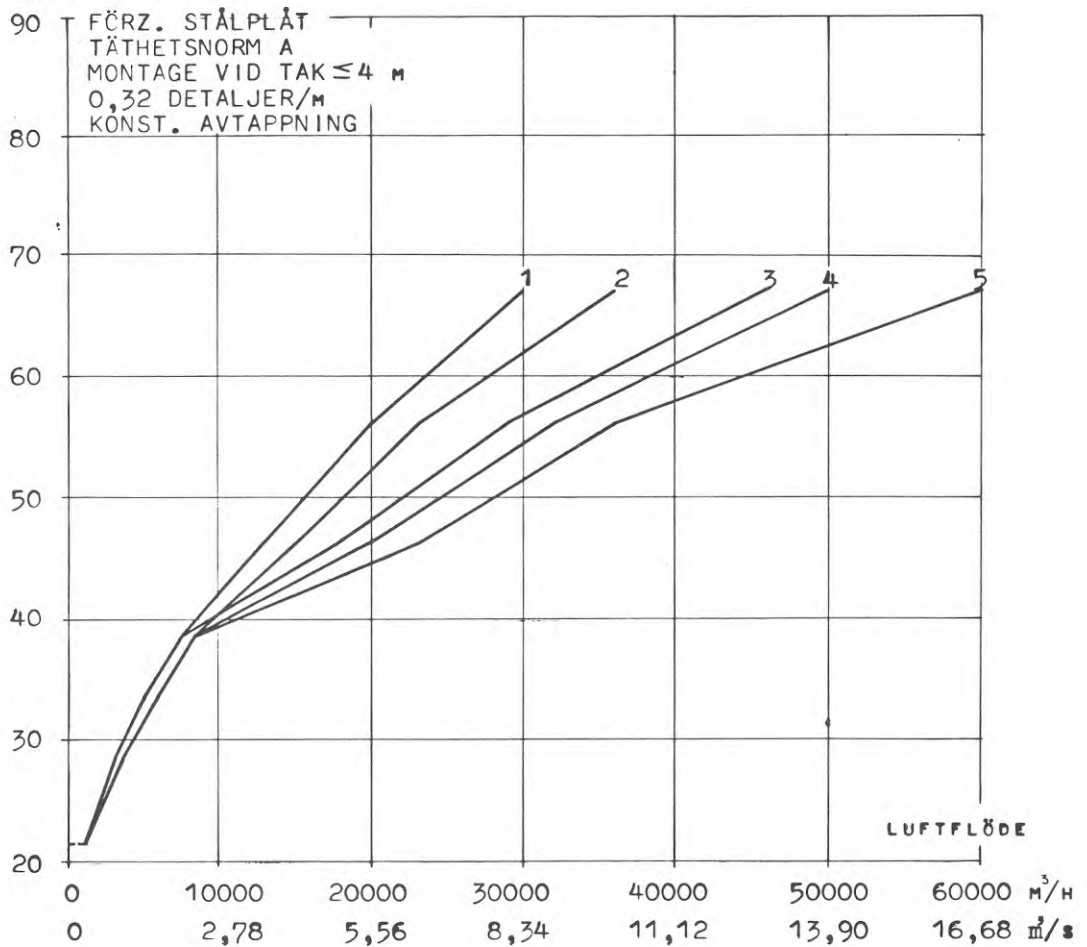
## LEDNINGSNÄT 57/5/

CIRKULÄR OISOLERAD FÖRDELNINGS- ELLER  
SAMLINGSKANAL MED MINSTA DIAM > 200 MM

FIG 5.3:13a  
1974-01  
H63/E3=176,6  
ORTSGRUPP 4



KR/M KANALKOSTNAD



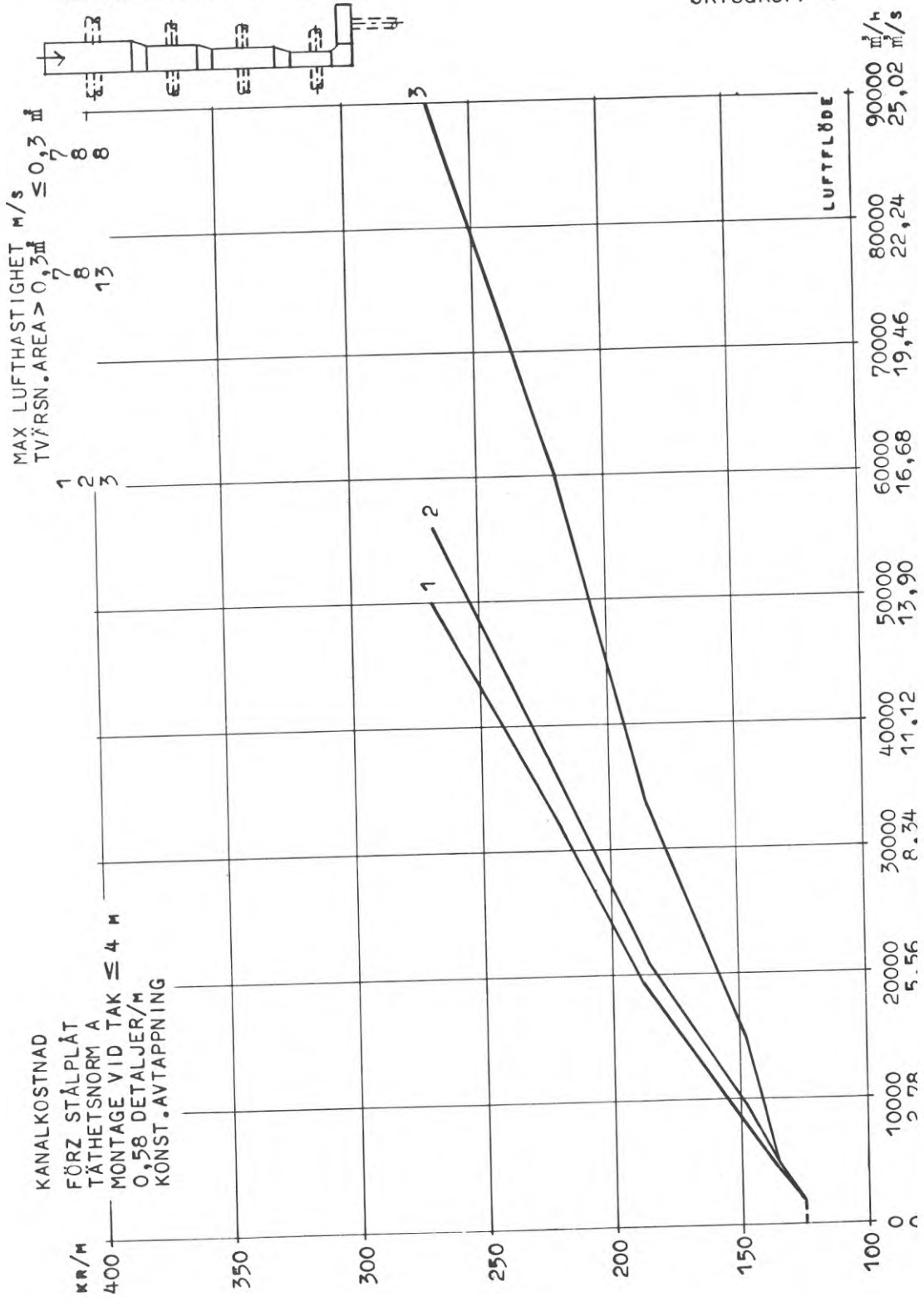
## GRAFISKA SAMBAND

		MEDELFEL $\Delta y$	KORRELA- TIONSKOEFF.
1	$y = 20,4 + 0,002448x - 2,993 \cdot 10^{-8} x^2$	1,2	0,99
2	$y = 20,4 + 0,002134x - 2,337 \cdot 10^{-8} x^2$	1,1	0,99
3	$y = 22,2 + 0,001727x - 1,662 \cdot 10^{-8} x^2$	2,3	0,99
4	$y = 22,1 + 0,001563x - 1,350 \cdot 10^{-8} x^2$	2,1	0,99
5	$y = 22,7 + 0,001352x - 1,034 \cdot 10^{-8} x^2$	2,5	0,99

LEDNINGSNÄT 57/5/

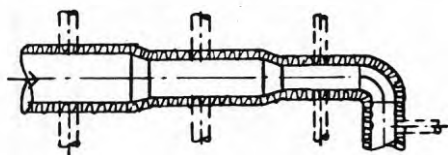
REKTANGULÄR OISOLERAD FÖRDELNINGS-  
ELLER SAMLINGSKANAL MED MINSAT  
TVÄRSNITTSAREA > 0,06 m<sup>2</sup>

FIG 5.3:14  
1974-01  
H63=176,6  
ORTSGRUPP 4

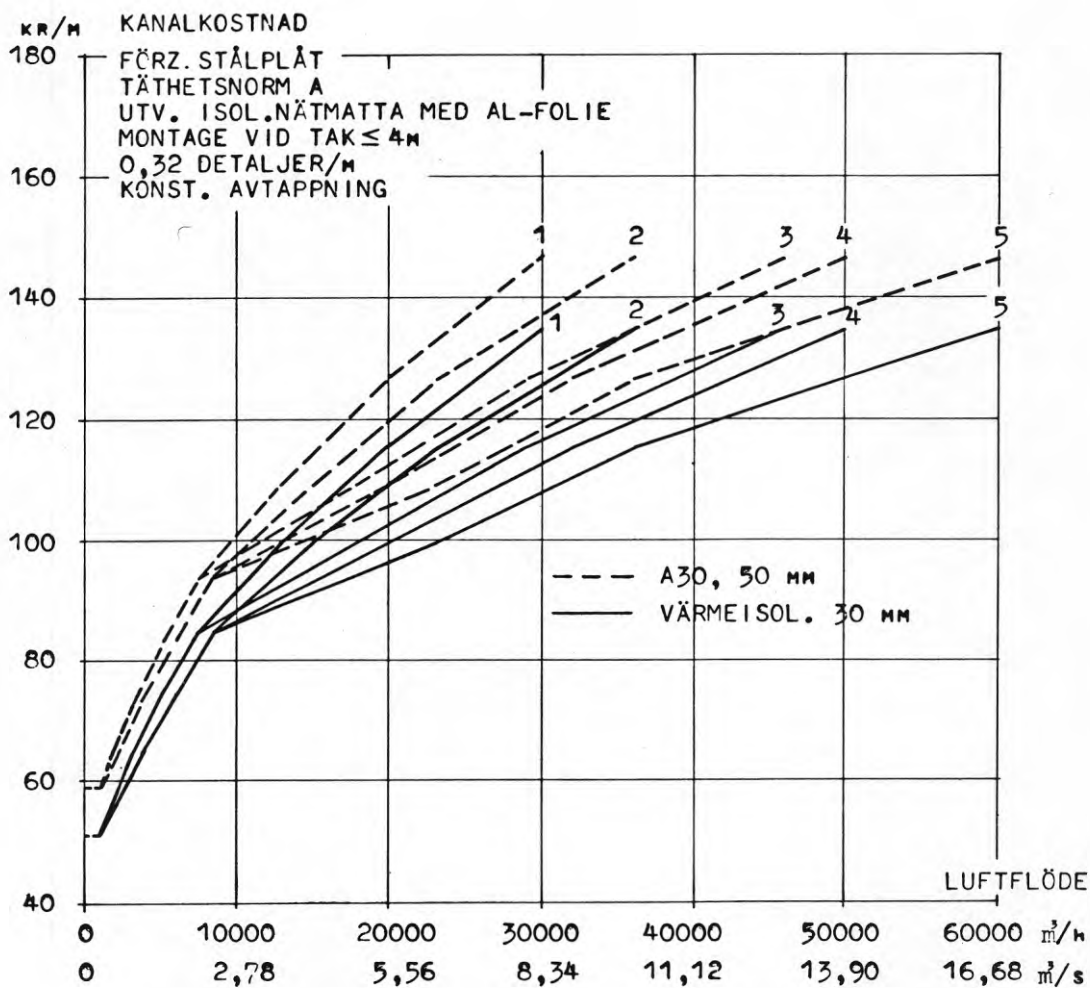


LEDNINGSNÄT 57/5/  
CIRKULÄR UTVÄNDIGT ISOLERAD  
FÖRDELNINGSKANAL  
MED MINSTA DIAM > 200 MM

FIG 5.3:15a  
1974-01  
H63/E3=176,6  
ORTSGRUPP 4



	MAX LUFTHAST. m/s	
	DIAM ≥ 800 mm	DIAM < 800 mm
1	7	7
2	8	8
3	10	7
4	11	8
5	15	8



GRAFISKA SAMBAND  
VÄRMEISOL 30 MM

		MEDELFEL $\Delta y$	KORRELA- TIONSKOEFF.
1	$y = 49,8 + 0,004661x - 6,147 \cdot 10^{-8} x^2$	2,4	0,99
2	$y = 50,0 + 0,004048x - 4,724 \cdot 10^{-8} x^2$	2,1	0,99
3	$y = 53,3 + 0,003260x - 3,294 \cdot 10^{-8} x^2$	4,5	0,98
4	$y = 53,0 + 0,002954x - 2,688 \cdot 10^{-8} x^2$	4,2	0,98
5	$y = 54,3 + 0,002543x - 2,029 \cdot 10^{-8} x^2$	4,9	0,98

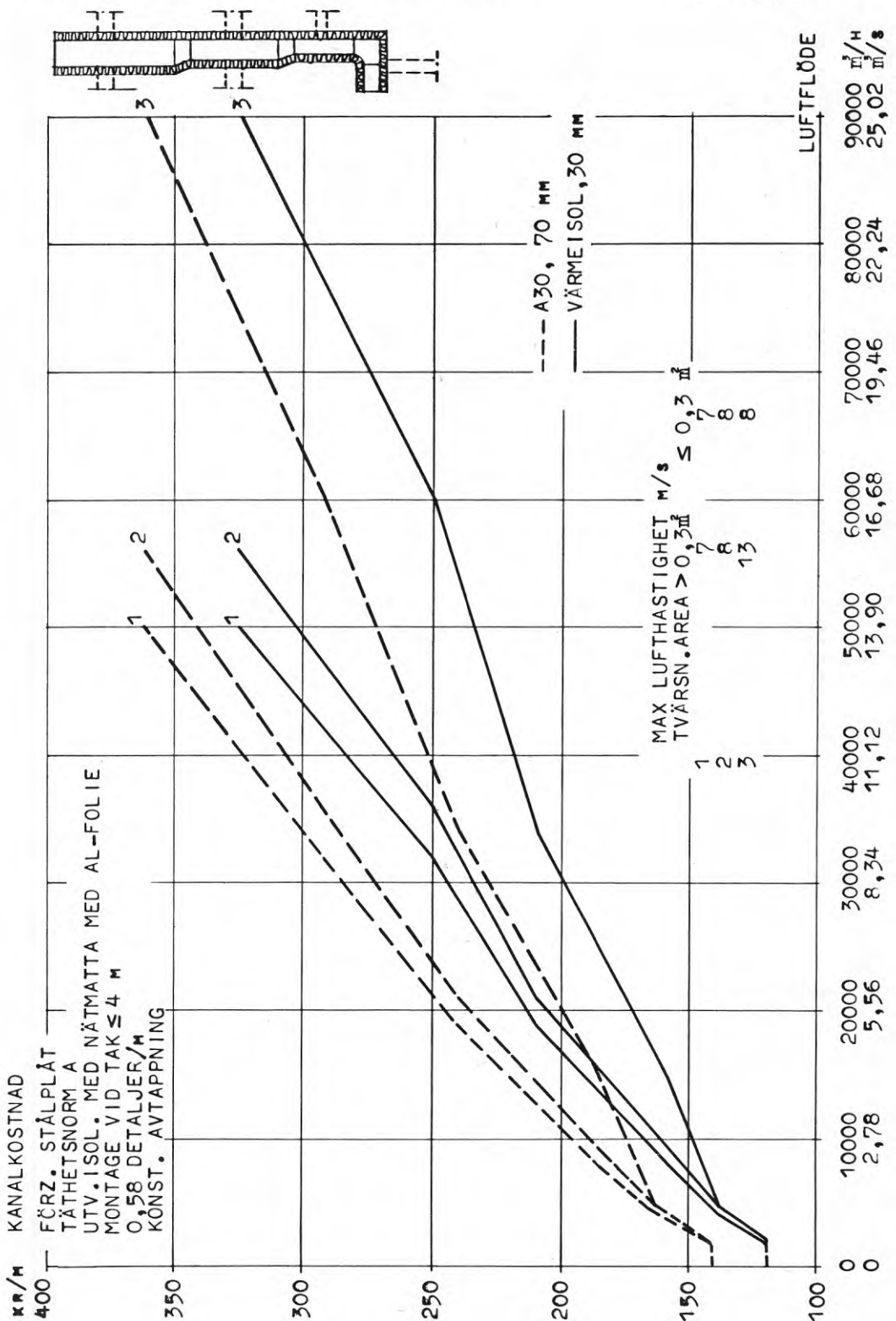
BRANDISOL A30, 50 MM

1	$y = 57,6 + 0,004873x - 6,394 \cdot 10^{-8} x^2$	2,5	0,99
2	$y = 57,8 + 0,004234x - 4,920 \cdot 10^{-8} x^2$	2,2	0,99
3	$y = 61,3 + 0,003411x - 3,437 \cdot 10^{-8} x^2$	4,7	0,98
4	$y = 61,0 + 0,003091x - 2,804 \cdot 10^{-8} x^2$	4,4	0,99
5	$y = 62,3 + 0,002662x - 2,119 \cdot 10^{-8} x^2$	5,1	0,98

LEDNINGSNÄT 57/5/

REKTANGULÄR ISOLERAD FÖRDELNINGSKANAL  
MED MINSTA TVÄRSNITTSAREA > 0,06 m<sup>2</sup>

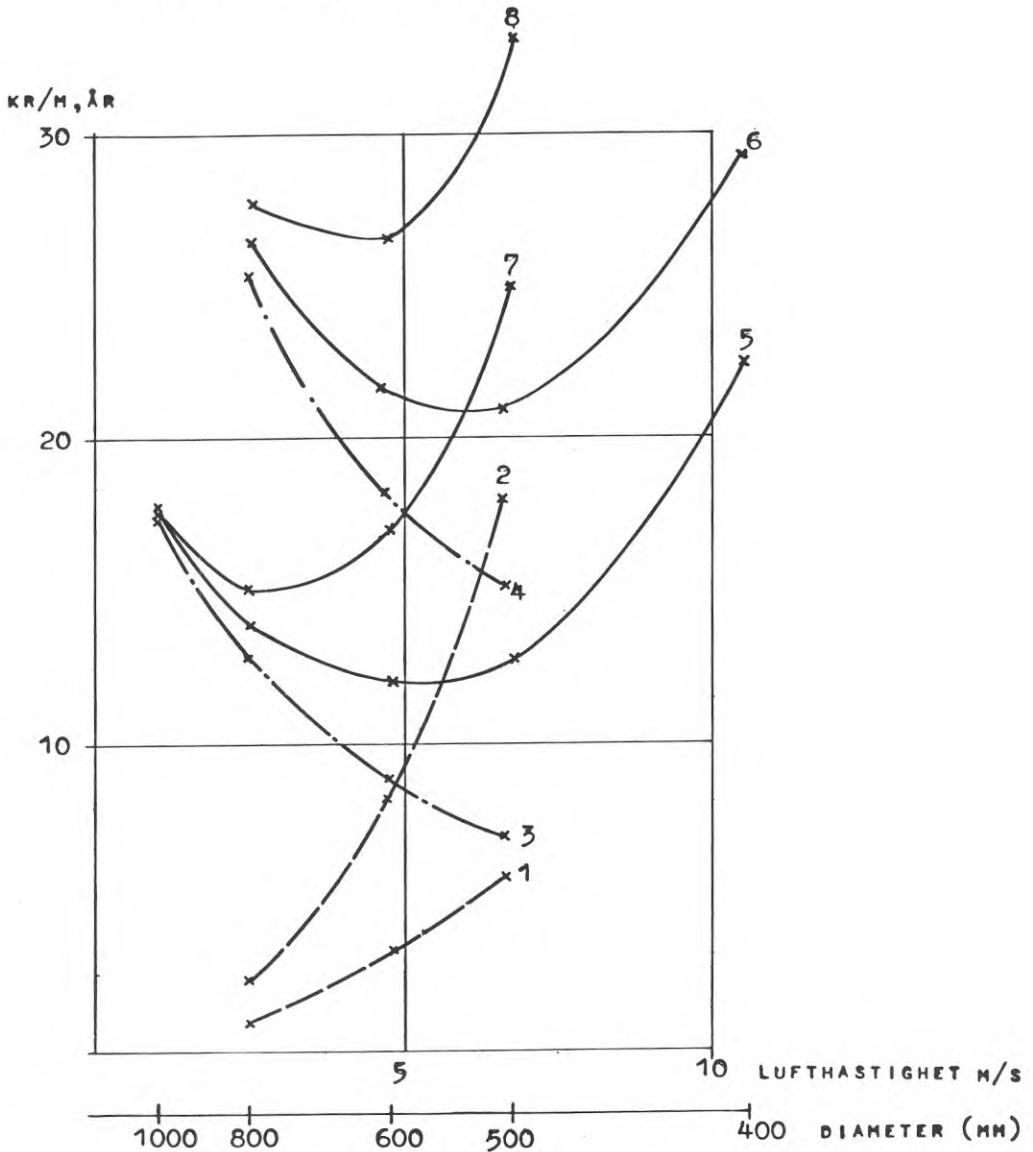
FIG 5.3:16 149  
1974-01  
H63/E3=176,6  
ORTSGRUPP 4



CIRKULÄRA KANALER  
LUFTFLÖDE 1,4 m<sup>3</sup>/s (5000 m<sup>3</sup>/h)

- |       |    |   |           |
|-------|----|---|-----------|
| ---   | 1. | DRIFTKOSTNAD VID DRIFTTIDEN 3120 h/år                 | 3120 h/år |
| ---   | 2. | " " " " 8760 "  | 8760 "    |
| -.-.- | 3. | INSTALLATIONSKOSTNAD FÖR OISOL KANAL, 1974-01         | 1974-01   |
| -.-.- | 4. | " " ISOL " " " " 1974-01                              | 1974-01   |
| —     | 5. | TOTALKOSTNAD FÖR OISOL KANAL VID DRIFTTIDEN 3120 h/år | 3120 h/år |
| —     | 6. | " " ISOL " " " " 3120 "                               | 3120 "    |
| —     | 7. | " " OISOL " " " " 8760 "                              | 8760 "    |
| —     | 8. | " " ISOL " " " " 8760 "                               | 8760 "    |

ANNUITET: 0,15  
ENERGIPRIS: 0,10 KR/KWH





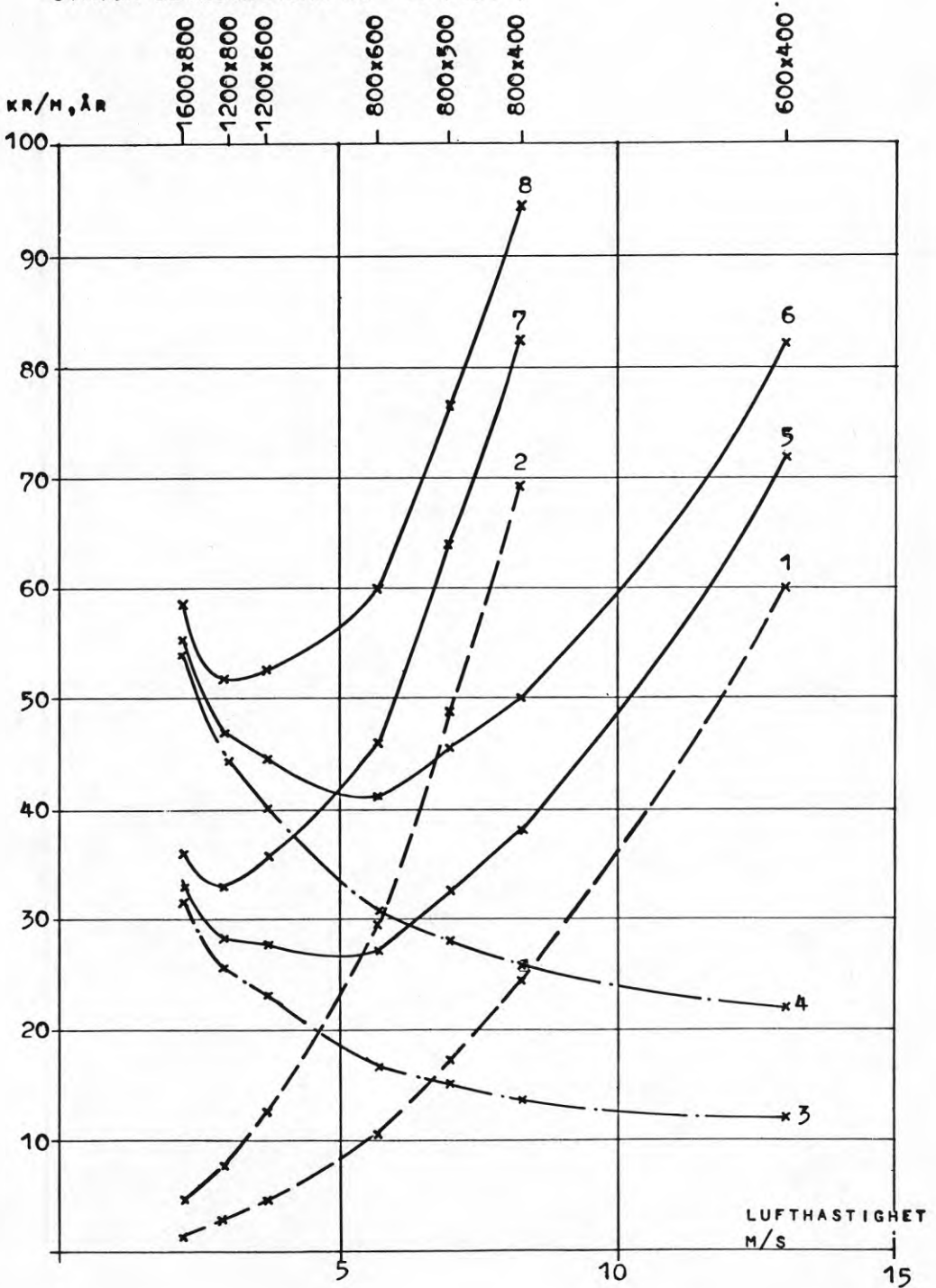
REKTANGULÄRA KANALER

LUFTFLÖDE 2,8 m<sup>3</sup>/s (10000 m<sup>3</sup>/h)

ANNUITET: 0,15

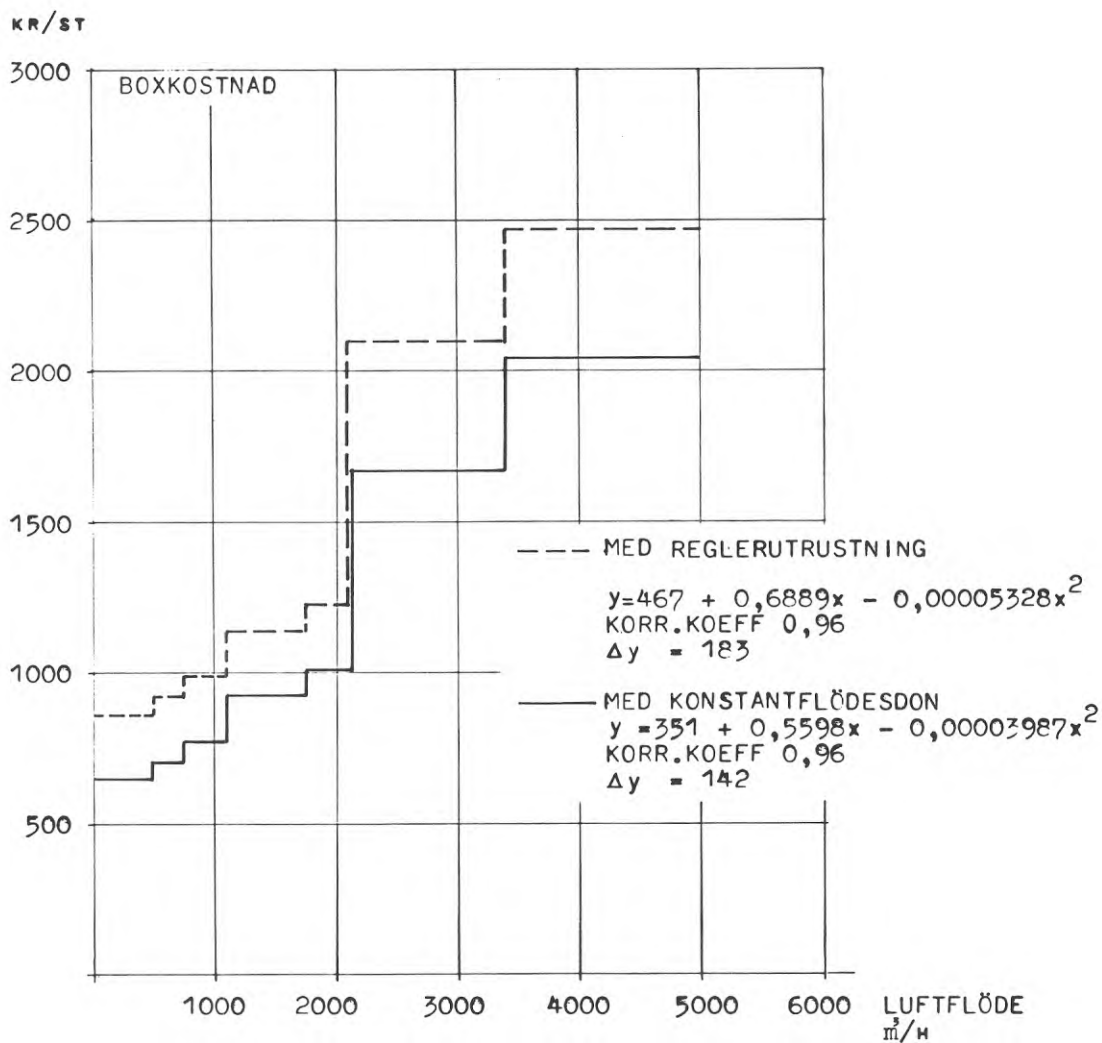
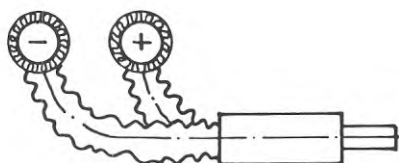
ENERGIPRIS: 0,10 KR/KWh

ÖVRIGA BETECKNINGAR SE FIG 5.3:17



LEDNINGSNÄT 57/5/  
BLANDNINGSBOKAR  
2-KANALSYSTEM

FIG 5.3:19  
1974-01  
H63/E3=176,6  
ORTSGRUPP 4



#### 5.4 Modell 4, luftbehandling

Modell 4 avser en kostnadsberäkningsmodell som bygger på de metoder som entreprenörerna använder vid anbuds-kalkylering.

Underlaget utgörs då av förfrågningshandlingar bestående av tekniska beskrivningar, mängdbeskrivningar och ritningar som visar installationens omfattning, förläggningssätt m m.

Anbudspriset innehåller kostnader för materiel och arbete, samtliga omkostnader jämte vinst.

Inom luftbehandlingsbranschen förekommer ej gemensamma prislister för materiel och arbete. De prislister som förekommer är företagsknutna d v s avser det egna företags specifika produkter. Olika rabatter och försäljningsvillkor tillämpas.

Kalkylmetoderna varierar också mellan olika företag inom luftbehandlingsbranschen. Kostnaderna uppdelas vanligtvis i kostnader för egen eller inköpt materiel, arbetskostnader, d v s kostnader för montering på arbetsplatsen samt omkostnader och vinst.

Med utgångspunkt från de kostnader som inhämtats på olika sätt vilka anges i det följande har modell 4 utvecklats. I fig 5.4:1 visas principiellt hur modell 4 är uppbyggd.

Ledningsnät 57/5/. - Materielpris för kanaler har hämtats ur prislister, med tillämpade rabatter, från tillverkare. Kanalerna är standardiserade beträffande mått och kvalitet (SIS 82 72 03, 82 72 04).

Arbetskostnader för kanaler har hämtats från mängdförteckningar, dels prissatta med materiel - respektive arbetskostnader, dels med sammanlagd materiel och arbetskostnad från vilken känd materielkostnad reducerats.

Materiel- och arbetskostnader för olika typer av isolering har i huvudsak uppbyggts på liknande sätt.

I dessa nämnda materiel- och arbetspriser ingår samtliga omkostnader jämte vinst. I entreprenörernas egna kalkyler specificeras däremot oftast direkt kostnad för materiel respektive lön samt lönebikostnader, övriga omkostnader och vinst.

I figur 5.4:2 visas totalkostnaden för cirkulära oisolerade raka kanaler monterade vid tak som funktion av diametern eller luftflödet genom kanaldelen vid given lufthastighet.

Medelfelet är mycket litet i det angivna funktions-sambandet vilket innebär att man med ett tillförlitligt ingångsvärde på medelkostnaden för de olika dimensionerna kan erhålla ett mycket noggrant resultat via modellekvationen. Sådana tillförlitliga medelvärdeskostnader erhålls enklast genom regressionsanalys av insamlade  $\bar{a}$ -kostnader för kanaler. I det redovisade exemplet har medelfelet kunnat hållas extremt litet dels beroende på att en värdering gjorts före regressionsanalysen dels beroende på att endast 3 st olika kostnadsuppgifter för varje dimension ligger till grund för analysen.

Vid ett flertal ingångar via ekvationen (grafiska sambandet) erhålls ett medelfel som reduceras med kvadratroteten ur antalet ingångar varför medelfelet (d v s skillnaden mellan staplarna i figuren och den angivna ekvationen) är helt försumbart.

I figurerna 5.4:3 och 5.4:4 visas motsvarande kostnader för rektangulära kanaler monterade vid tak som funktion av kanalomkretsen eller kanalsidorna  $A \times B$ . Den tidigare vanliga indelningen i grupper ger diskontinuiteter ("hopp") i kostnadsfunktionen men man torde i dag kunna erhålla funktions-samband som bättre visar kostnaden som funktion av kanalomkretsen.

Vid beräkning av kostnader för isolering av ventilationskanaler kan förhållandet att isoleringskostnaden är proportionell mot isoleringens största omkrets utnyttjas. I diagram kan isoleringskostnaden tecknas som funktion av kanalomkrets för rektangulära kanaler och kanaldiameter för cirkulära kanaler. Funktionssambandet blir då en rät linje. Ekvationerna för de räta linjer som erhålls innehåller inte något modellfel så länge isoleringskostnadsfunktionen är en rät linje. Isoleringskostnaderna innehåller endast det medelfel som erhålls vid bestämning av kostnadernas medelvärde ur den fördelning som ges av de inhämtade prisuppgifterna. Däremot påverkas naturligtvis kostnaderna av de faktorer som redogörs för under punkt 1.5, korrigerings av kostnader.

I figur 5.4:5 visas kostnaden för utvändigt isolering av cirkulära kanaler som funktion av kanaldiametern.

I figurerna 5.4:6 och 5.4:7 visas kostnaden för utvändigt isolering av rektangulära kanaler som funktion av kanalomkretsen eller kanaldimensionen  $A \times B$ .

Kostnadsbilden för avstängnings-/injusterings-spjäll och injusteringspjäll framgår av fig 5.4:8.

Centralutrustning 57/2/-platsutrustning 57/8/.

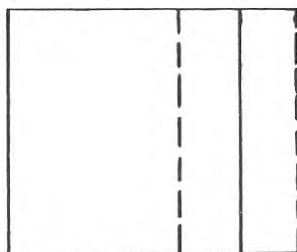
- Priserna har hämtats dels från prislister, dels från prissatta mängdförteckningar. Produkterna från olika tillverkare är ej helt jämförbara beträffande kvalitet och utformning. Det stora varusortimentet med alla olika förekommande typer och varianter har medfört att begränsningar måst göras och endast ett fåtal produkter och fabrikat har medtagits i utredningen. Man kan därför förvänta sig vissa avvikelser från de beräknade medelvärdena för de kostnader som redovisas samt en större spridning, jämfört med de övriga kostnadsuppgifter i utredningen.

Av figur 5.4:9 framgår flödesområden och kostnader för några vanliga typer av till- och frånluftsdon.

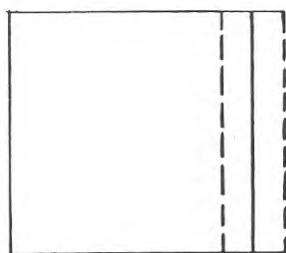
Isolerade cirkulära kanaler och kanaldetaljer med diameter mindre än eller lika med 200 mm visas i fig 5.4:10. Dessa kanaler och detaljer används främst i grenkanaler (kopplingskanaler) och har i denna utredning hänförs till platsutrustning 57/8/. Isoleringkostnaden erhålls ur figur 5.4:5.

MODELL 4, LUFTBEHANDLING

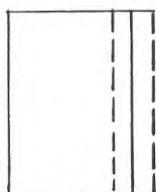
FIG 5.4:1



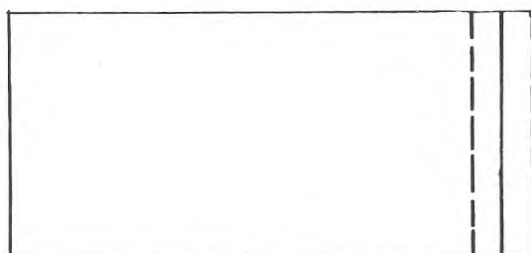
MATERIELKOSTNAD  
 HUVUDMATERIEL  
 DETALJMATERIEL  
 MONTAGEMATERIEL



ARBETSKOSTNAD  
 INKL SOCIALA  
 KOSTNADER FÖR  
 MONTERING AV ALL  
 INGÅENDE MATERIEL



OMKOSTNADER  
 PÅ MATERIEL OCH  
 ARBETE SAMT VINST



TOTALKOSTNAD  
 FÖR EN KOMPONENT



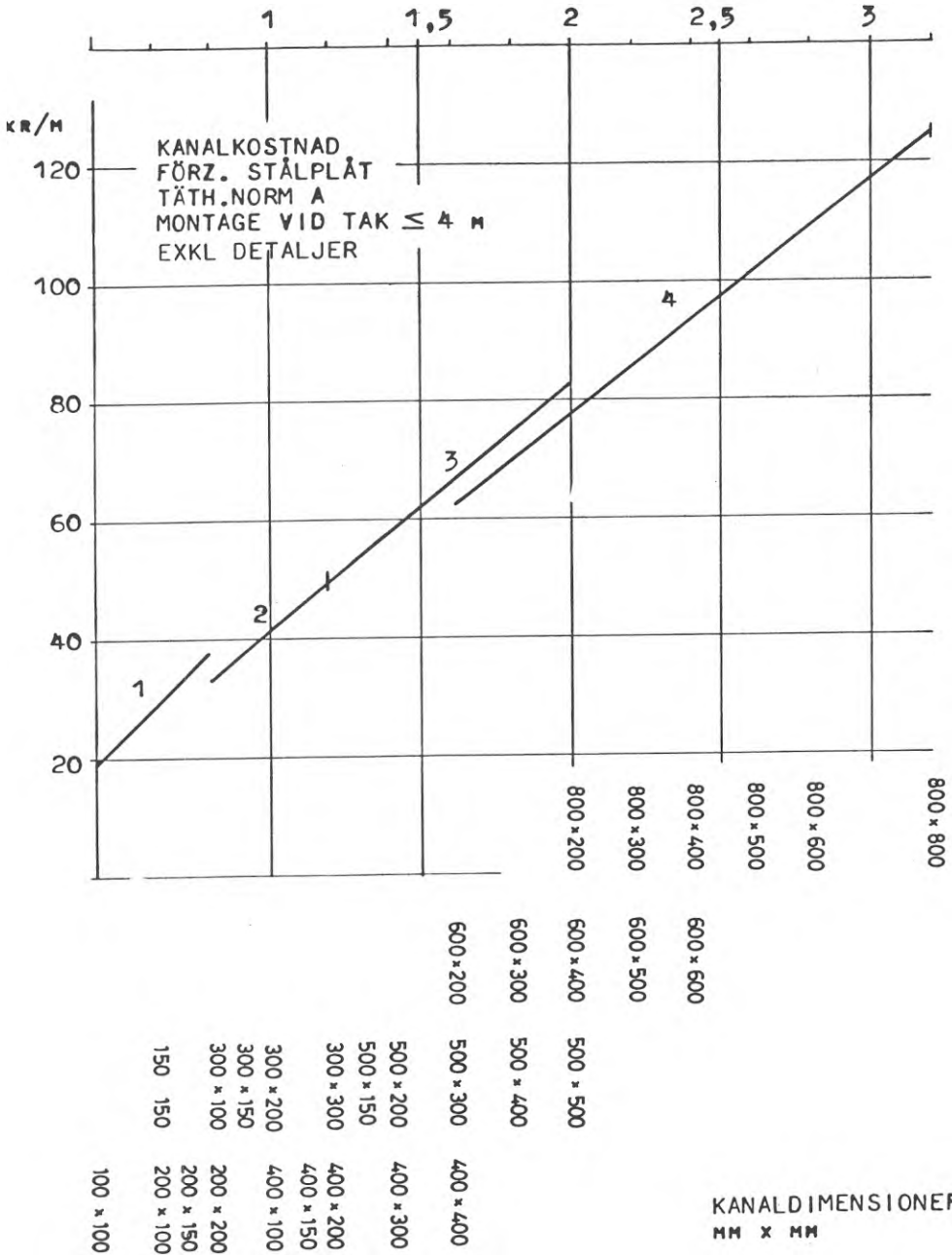
ANGER VARIATIONSBREDD HOS INSAMLADE  
 KOSTNADSUPPGIFTER



LEDNINGSNÄT 57/5/  
KOSTNADER FÖR REKTANGULÄRA  
OISOLERADE KANALER

FIG 5.4:3  
1974-01

ORTSGRUPP 4

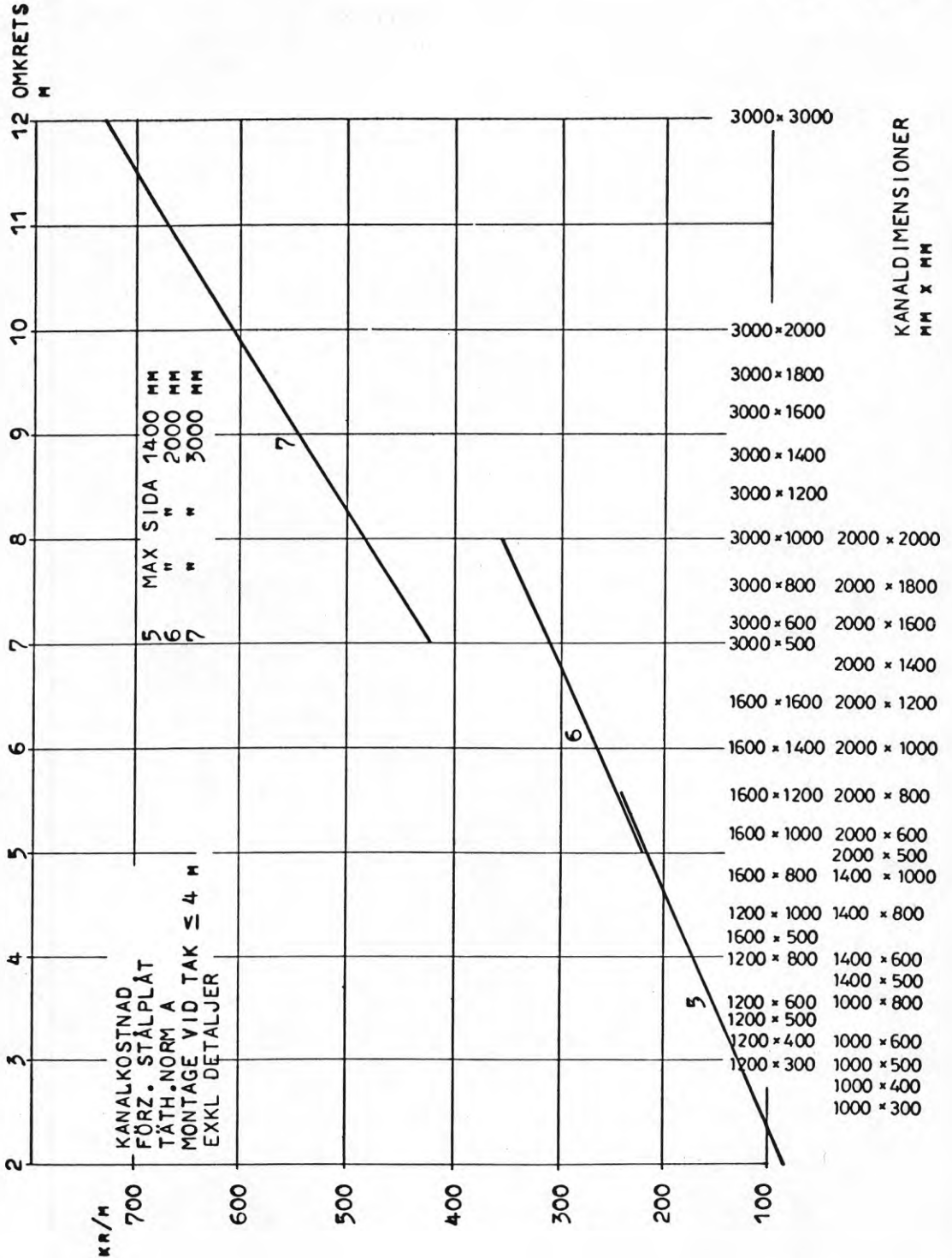




LEDNINGSNÄT 57/5/  
KOSTNADER FÖR REKTANGULÄRA  
OISOLERADE KANALER

FIG 5.4:4  
1974-01

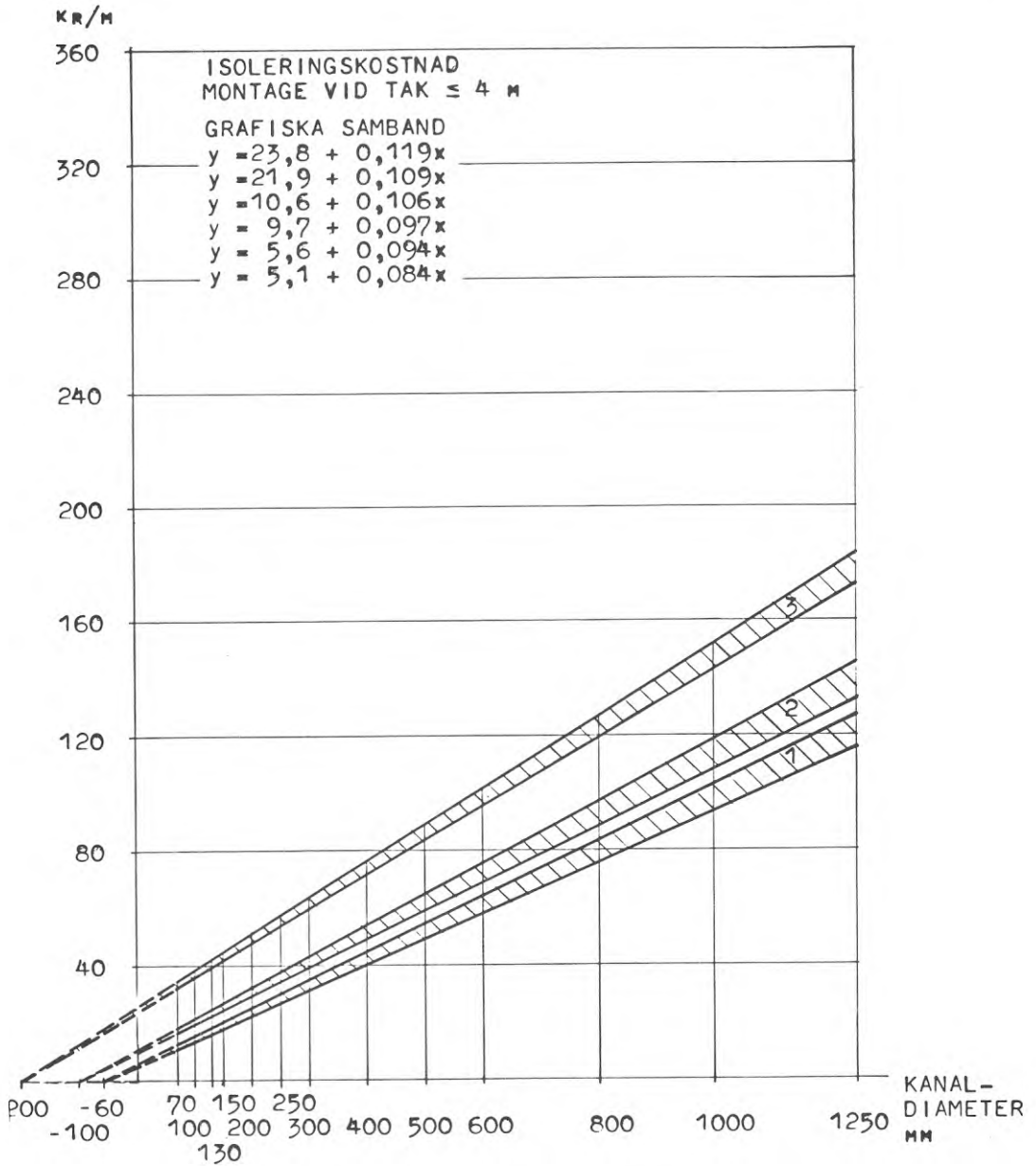
ORTSGRUPP 4



LEDNINGSNÄT 57/5/  
ISOLERING AV CIRKULÄRA KANALER  
UTVÄNDIG ISOLERING

FIG 5.4:5  
1974-01

ORTSGRUPP 4



- 1 UTV VÄRMEISOL, NÄTMATTA, 30 MM
- 2 UTV BRANDISOL, NÄTMATTA, A30, 50 MM
- 3 UTV BRANDISOL, NÄTMATTA, A60, 100 MM

/// TILLÄGG FÖR AL-FOLIE

LEDNINGSNÄT 57/5/

ISOLERING AV REKTANGULÄRA KANALER  
UTVÄNDIG ISOLERING

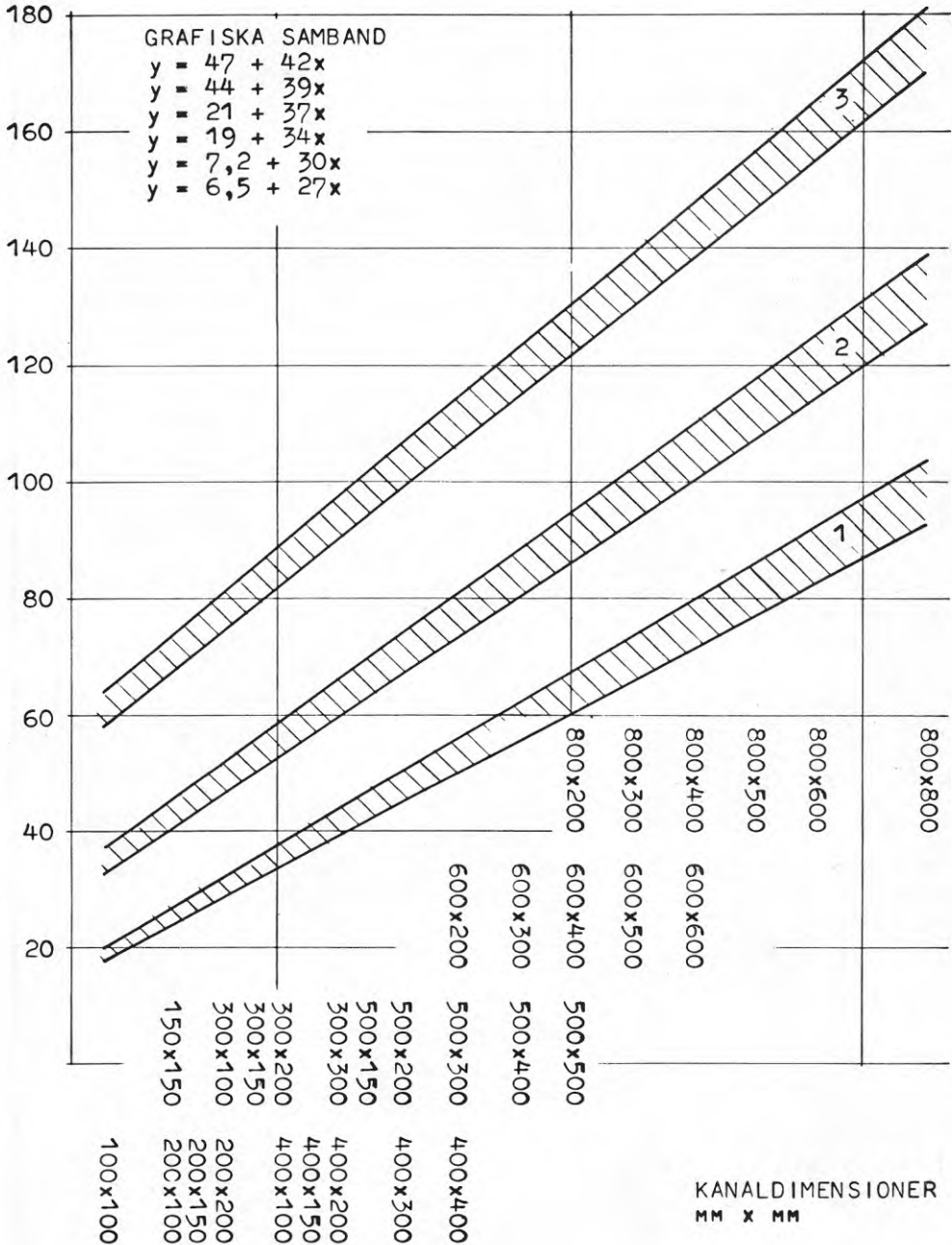
FIG 5.4:6  
1974-01

ORTSGRUPP 4

- 1 UTV VÄRMEISOL, NÄTMATTA, 30 MM
- 2 UTV BRANDISOL, NÄTMATTA, A30, 70 MM
- 3 UTV BRANDISOL, NÄTMATTA, A60, 140 MM
- ////// TILLÄGG FÖR AL-FOLIE

ISOLERINGSKOSTNAD  
MONTAGE VID TAK ≤ 4 M

KR/M 1 1,5 2 2,5 3 KANAL-  
OMKRETS

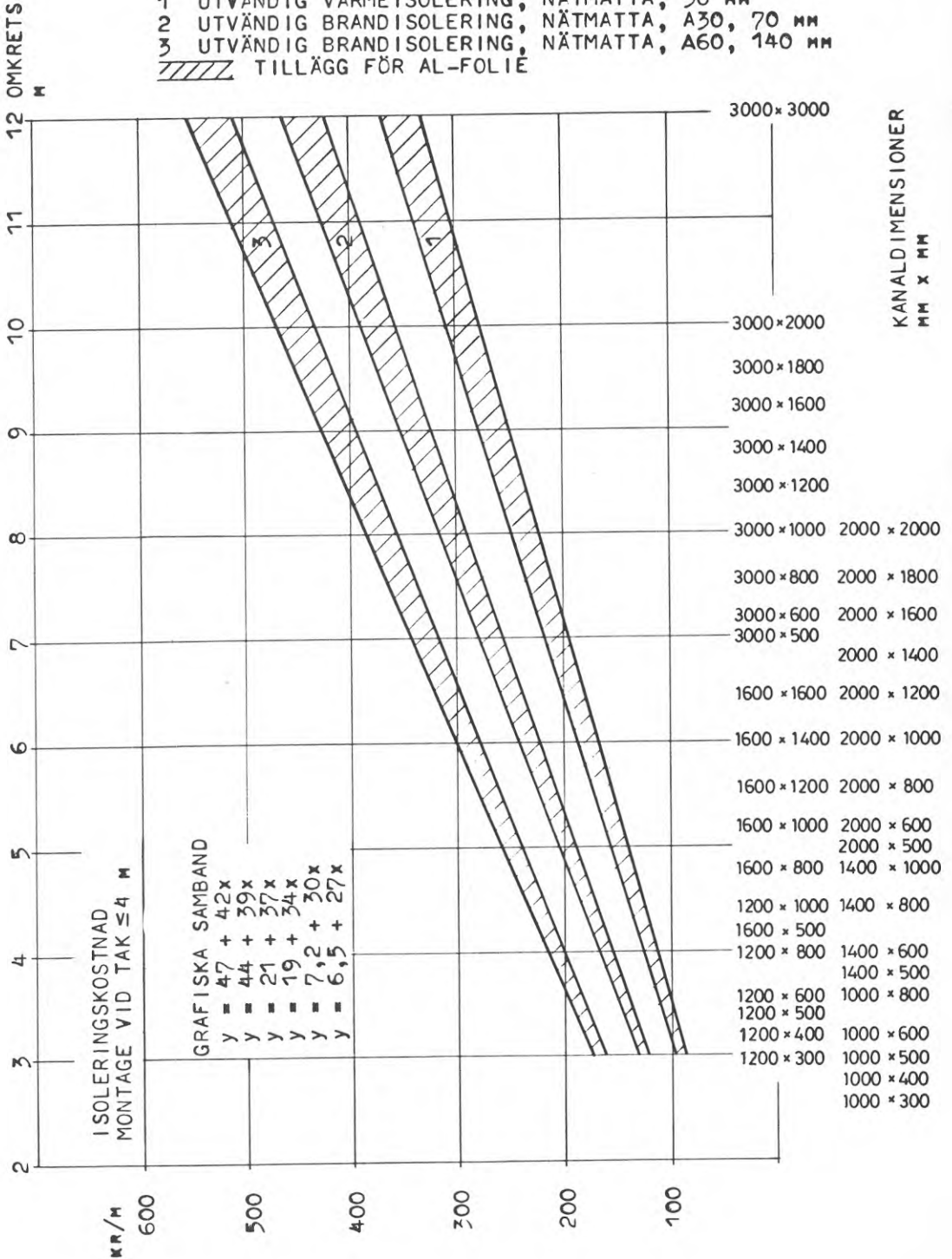


LEDNINGSNÄT 57/5/  
ISOLERING AV REKTANGULÄRA KANALER  
UTVÄNDIG ISOLERING

FIG 5.4:7  
1974-01

ORTSGRUPP 4

- 1 UTVÄNDIG VÄRMEISOLERING, NÄTMATTA, 30 MM
- 2 UTVÄNDIG BRANDISOLERING, NÄTMATTA, A30, 70 MM
- 3 UTVÄNDIG BRANDISOLERING, NÄTMATTA, A60, 140 MM
-  TILLÄGG FÖR AL-FOLIE



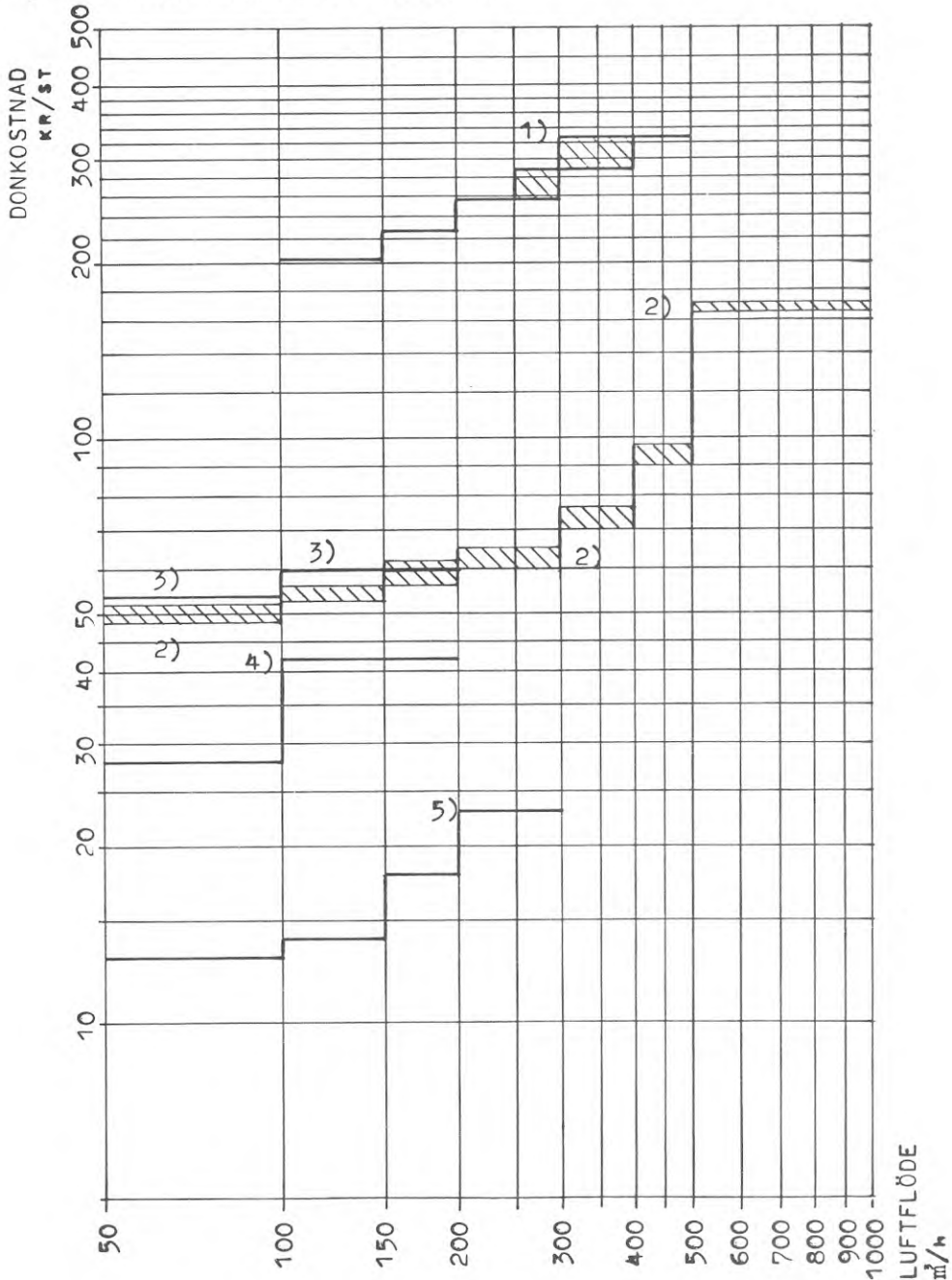


PLATSUTRUSTNING 57/8/  
TILL- OCH FRÅNLUFTSDON

FIG 5.4:9  
1974-01-01

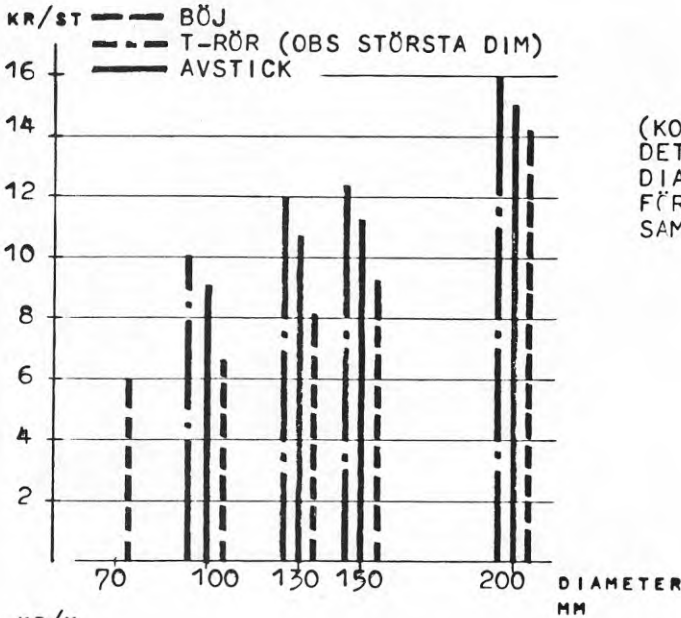
ORTSGRUPP 4

- 1 TAKSPRIDARE MED TILLBEHÖR T EX AV TYP STIFAB:S PDS
- 2 VİGGALLER MED TILLBEHÖR T EX AV TYP FAREX FARFLEX III OCH IV
- 3 LUFTSPRIDARE MED TILLBEHÖR T EX AV TYP SF:S CTPB
- 4 KONTROLLVENTIL MED TILLBEHÖR
- 5 TALLRIKSVENTIL MED TILLBEHÖR

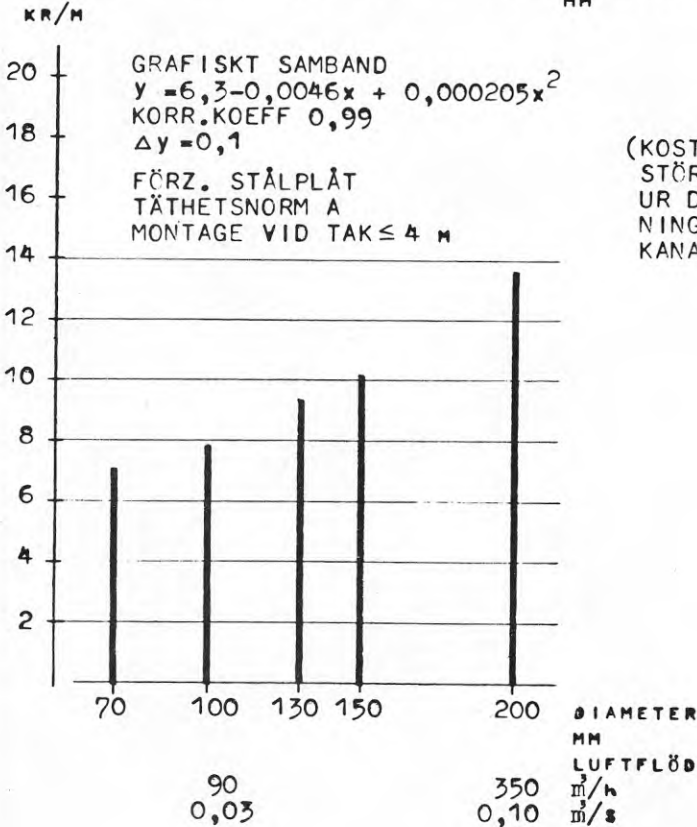


KOSTNADER FÖR DETALJER  
(ÖVRE FIG) SAMT  
KOSTNADER FÖR CIRKULÄRA OISOLERADE  
KOPPLINGSKANALER (UNDRE FIG)

ORTSGRUPP 4



(KOSTNADER FÖR  
DETALJER MED STÖRRE  
DIAMETER INGÅR I RESP  
FÖRDELINGS- ELLER  
SAMLINGSKANAL.)



(KOSTNAD FÖR KANALER MED  
STÖRRE DIAMETER HÄMTAS  
UR DIAGRAM FÖR FÖRDEL-  
NINGSG- OCH SAMLINGS-  
KANALER.)

## 6 MODELL 2 - 4 STYRINSTALLATIONER

6.1 Allmänt - Sammanfattning - Rekommendation

Under senare år har det blivit allt vanligare att styranläggningar upphandlas i en separat entreprenad. Motivet till att projektera och upphandla separata styrentreprenader är i första hand att få en bättre samordning och ett mer definierat ansvar för styrfunktioner och manöver- och övervakningssystem.

Med utgångspunkt från den praxis som växt fram för större anläggningar har vi i denna rapport räknat med att en komplett styrentreprenad omfattar:

- Regulatorer (givare, reglercentraler, motorventiler etc).
- Ledningar (pneumatiska och elektriska signalledningar, manöverledningar samt kraftmatning till pump- och fläktmotorer).
- Apparatskåp innehållande manöver och kraft för vvs-installationerna.
- Allt montage exklusive montage av styrventiler och givare i rörledningar.
- Injustering och garantiservice.
- Dokumentation bestående av flödes- och el-scheman, apparatförteckningar samt injusteringsprotokoll.

Gränsen mellan el- och styrentreprenaderna är normalt förlagd till apparatskåpens matningsledning, se figur 6.1:1. I tabell 6.1:2 framgår mer i detalj omfattning av leverans, montage och inkoppling.

I apparatkostnaderna i det följande är inkluderat även de allmänna kostnaderna för teknisk dokumentation, injustering, garantiservice o s v. Dessa kostnader är i storleksordningen ca 25 % av den totala styrentreprenadkostnaden.

I kapitel 6.2 framgår vilka variabler och parametrar som ligger till grund för kostnadsredovisningen av de olika reglerfunktionerna. Genom att summera kostnaderna för en önskad funktion i diagrammen i kapitel 6.3 erhålls en total funktionskostnad. Exempelvis styrutrustning för ett luftbehandlingsaggregat med en luftvärmare och till- och frånluftfläkt:

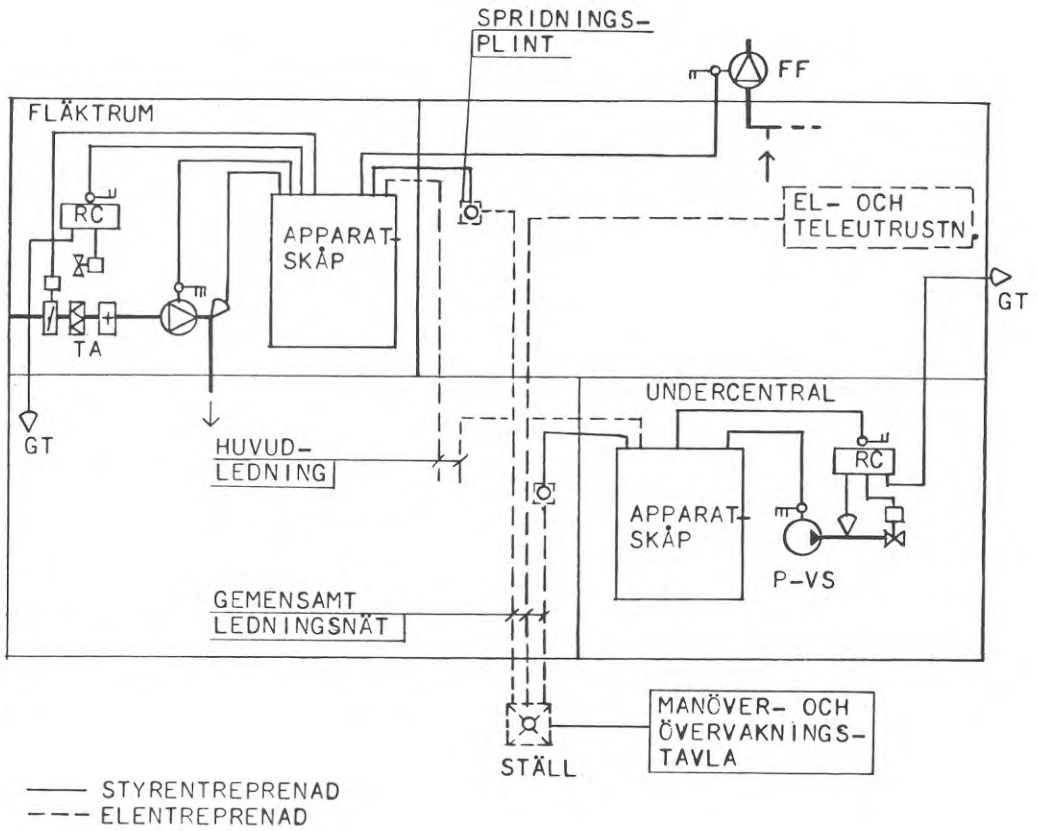


	Kostnad	Figur
Reglerutrustning	3 100:-	6.3:4a
Styrventil ans1 40, 3-vägs	1 000:-	6.3:1
Ledningar		
Motorer < 7 kW	3 300:-	6.3:4b
Medelavstånd 25 meter		
Apparatskåpsandel		
2 st motorer 5 kW	3 400:-	6.3:2
1 st motor 0,5 kW	1 300:-	
	<hr/>	
	<u>Summa</u> <u>12 100:-</u>	

Tillkommer funktioner i form av kompensering med hänsyn till utomhustemperaturer eller spjällmotor med fjäderåtergång får detta läggas till. Motsvarande uppställning kan naturligtvis utföras för pneumatisk utrustning.

Exempel på ett förenklat diagram och kostnadsunderlag för övervakningsinstallationer visas under kapitel 6.3.

FIG 6.1:1



GRÄNSDRAGNING  
SE ÄVEN TABELL 6.1:2

TABELL 6.1:2

	L	M	I
<u>STYR- OCH ÖVERVAKNINGSG- ANLÄGGNINGAR</u>			
DOKUMENTATION	X		
ÖVRIGT			
- Instruktion av drift- personal	X		
- Service under garanti- tiden	X		
- Märkning	X	X	
ELKANALISATION			
- Elstegar i VVS-rum	X	X	
- Övrig kanalisation	-		
ELLEDNINGAR			
- Elledningar från apparatskåp	X	X	X
- Ledning mellan styr- utrustning och sprid- ningsplint i gemen- samt ledningsnät	X	X	X
PUMPAR			X
KYLAGGREGAT M M			X
LUFTBEHANDLINGSAGGREGAT			X
APPARATSKÅP			
- För VVS, ej kyla	X	X	X
- För kyla			X
APPARATTAVLA			
- I övervakningscentral	X	X	X
SÄKERHETSBRYTARE	X	X	X

L M I avser resp Leverans, Montage, Inkoppling.

TABELL 6.1:2 forts

	L	M	I
<u>MANÖVERANLÄGGNINGAR</u>			
MANÖVERAPPARATER	X	X	X
<u>REGLERANLÄGGNINGAR</u>			
KOMPRESSORER			
- Luftkompr för styrdon	X	X	X
RÖRLEDNINGAR - HUS			
- För pneumatiska styrdon	X	X	X
GIVARE			
- I rörledning	X		X
- Övriga	X	X	X
STYRFUNKTIONSENHETER			
STÄLLDON	X	X	X
VENTILER	X		
HJÄLPDON			
- Motorhylla och länk- armatur för spjäll		X	
<u>PROGRAMSTYRNINGSANL</u>			
<u>FEL- OCH NÖDSIGNALANL</u>			
FELSIGNALCENTRAL			
- I apparatskåp för VVS, ej kyla	X	X	X
- För kyla			X
- I övervakningscentral	X	X	X
ALARMSÄNDARE	X	X	X
GIVARE			
- För VVS, ej kyla och ej i rör	X	X	X
- För kyla			X
- För nödsignal från frysrum			X

L M I avser resp Leverans, Montage, Inkoppling.

## 6.2 Modell 2, Styrinstallationer

I modell 1 har den totala installationskostnaden för VVS och EL framtagits som även inkluderar kostnaden för styrinstallationen.

I modell 2 skall kostnaden för styrinstallationen kunna erhållas ur ett statistiskt underlag.

Den statistikmodell som byggs upp för en styrinstallation kommer att omfatta 3 olika delmodeller;

en för reglerutrustning (platsutrustning), en för ledningsnät samt en för apparatskåp (centralutrustning).

### Reglerutrustning

Sökt storhet	Variabler	Parametrar
Kostnad/utrustn.	Funktion	P-regulator PI-regulator Dödzon Elektronik Pneumatik Självverkande

### Ledningsnät

Sökt storhet	Variabler	Parametrar
Kostnad/utrustn.	Ledningslängd	Funktion Effekt Kvalité Ledningsförläggning

### Apparatskåp

Sökt storhet	Variabler	Parametrar
Kostnad/utrustn.	Antal motorgrupper	Effekt Tungstart Styrur Manöver Indikering

Ur denna statistikmodell kan vi erhålla de värden (t ex procentsatser) som behövs för att sätta ram på styrinstallationen i detta skede genom att jämföra med de övriga installationskostnaderna.

Denna jämförelse bör göras med installationskostnaden för luftbehandling respektive värme och ej den totala vvs-installationskostnaden då t ex den sanitära installationskostnaden kan variera mycket mellan olika anläggningar beroende på centralutrustningens omfattning, ledningsnätets utbredning och platsutrustningens kvalitet.

Styrinstallationens andel av den totala kostnaden för värme- och ventilationsinstallationen i en normalinstallation är ca 15 % med en uppdelning som fördelar sig ungefär på 5 % reglerutrustning, 5 % ledningsnät, 5 % apparatskåp.

Dessa procentsatser förändrar sig i förhållande till de parametrar som är uppräknade i ovanstående statistikmodell. Kostnadsandelen för ledningsnät har emellertid en tendens att öka i förhållande till reglerutrustning och apparatskåp. Detta beror på en tendens att centralisera samt den ökade arbetskostnaden för förläggning av ledningar.

### 6.3 Modell 3, Styrinstallationer

De kostnader som legat till grund för framtagandet av modell 3 för kostnadsberäkningar av styrinstallationer är hämtade från av tillverkare levererade nettoprislistor samt kostnader från redan färdigställda anläggningar.

En bieffekt av kostnadsstatistik enligt ovanstående modell borde vara att man bättre får grepp om följdkostnaderna för en vvs-funktion, t ex kostnaden för tvåhastighetsdrift som erfarenhetsmässigt ökar el-installationskostnaden ca 2 1/2 gånger för aktuell motorinstallation.

Reglerutrustning. - Genom att summera apparatkostnaderna för en reglerutrustning till ett aggregat kan man erhålla en "funktionskostnad" för olika enheter. Apparaterna delas lämpligen upp enligt VVS-AMA i följande grupper.

U1 Givare  
 U2 Styrfunktionsenheten  
 U3 Styrdon (ställdon)  
 U4 Ventiler  
 U5 Mätutrustning  
 U6 Hjälpedon

Förteckning över de vanligaste förekommande komponenterna för STYR (VVS)

#### Givare

GT Temperaturgivare, reglerande  
 GT - " - , begränsande  
 GT - " - , styrande  
 GT - " - , brandtermostat  
 GT - " - , styrning (tvåläges)  
 GT - " - , larm  
 GT - " - , frysskydd  
 GM Fuktgivare , reglerande  
 GM - " - , begränsande  
 GM - " - , styrande  
 GM - " - , styrning (tvåläges)  
 GP Tryckgivare , flödesvakt  
 GP - " - , filtervakt  
 GS Rotationsgivare , vakt

Styrfunktionsenheter

RC	Styrfunktionsenhet,	ett ställdon
RC	- " -	, två ställdon
RC	- " -	, två ställdon, med dödzon
RC	- " -	, två ställdon, med dödzon sep. förstärkning
RC	- " -	, två ställdon, min.läge
RC	- " -	, två ställdon, dödzon, min. läge, sep. förstärkning

Ställdon

ST	Ställdon för spjäll,	tvåläges
ST	- " -	, tvåläges, fjäderåtergång
ST	- " -	, kontinuerlig verkan

Styrventil\_inkl\_ställdon

SV	Styrventil	, 2-vägs, NT16, 120 <sup>o</sup> C
SV	- " -	, 2-vägs, NT10, 100 <sup>o</sup> C
SV	- " -	, 3-vägs, NT10, 100 <sup>o</sup> C
SV	- " -	, 2-vägs, NT10, kylvatten
SV	- " -	, 3-vägs, NT10, kylvatten

Ledningsnät. - Av de tre ingående delarna reglerutrustning, ledningar och apparatskåp i en styrentreprenad är det ledningarna som har den största variationen vid för övrigt likartade förhållanden. Detta beror på apparatskåpens placering i förhållande till de aggregat som de betjänar. Vid komplicerade aggregat, vilket innebär stort antal ledningar, ökar ledningskostnaden snabbt med ökat avstånd till apparatskåpet.

Detta gäller speciellt när reglercentralerna placeras centralt. Ledningsnätets kostnader har de variabler och parametrar som framgår av modell 2.

De visade diagrammen för respektive funktion bygger på de ledningskostnader som redovisas under avsnitt 7. Kostnaderna inkluderar säkerhetsbrytare. Med medelavstånd i diagrammen avses avstånden mellan reglerdon och motorer till apparatskåp. Reglercentraler förutsättes vara placerade i anslutning till apparatskåpet. Ledningskostnaden är beräknad efter förläggning på ledningsstege.

Motoreffekten för tillufts- och frånluftsaggregat förutsätts vara lika stor och effekten för batteripumpar är < 3 kW.

Apparatskåp. - Kostnaden för apparatskåpen är den del som är svårast att utföra med hjälp av enhetspriser. Önskar man en noggrannhet som ligger inom  $\pm 10\%$  måste man alltid utgå från en detaljkalkyl innehållande varje apparat och komponent inklusive montage och dokumentation. Vid överslagsberäkningar kan man med vissa rutiner komma fram till en noggrannhet av ca  $\pm 20\%$  genom att enbart utgå från antalet motorgrupper.

Totalkostnaden för en motorgrupp skall då bära även en kostnad för skåpvolym, huvudströmställare, säkringar, manöver, indikering, hjälpreläer, ledningsrännor, ledningar i skåp, märkning, plintar och eventuella styrur, startordnare, tungstartutrustning, Y/ $\Delta$  -start och manövertransformatorer. Med viss erfarenhet och kännedom om aggregatens komplexitet kan man välja kostnadsläget för varje motorgrupp och på så vis få en tillfredsställande överslagskalkyl med fig 6.3:2.

För att utföra en mer detaljerad kalkyl kan lämpligen nedanstående uppdelning av kostnader och komponenter göras.

Specifikation	Mängd	Enhet	Kostnad
<u>APPARATSKÅP</u>			
3-fasgrupper			
skåp			
huvudströmställare			
0-7 kW			
7-10 kW			
10-15 kW			
15-30 kW			
1-fasgrupp			
larmpunkter			
transformator			
styrur			
startordnare			
tungstartutrustning			

I 3-fasgrupp ingår all materiel för denna såsom kontaktormotorbrytare, säkringar, ledningsdragning i skåpet etc.



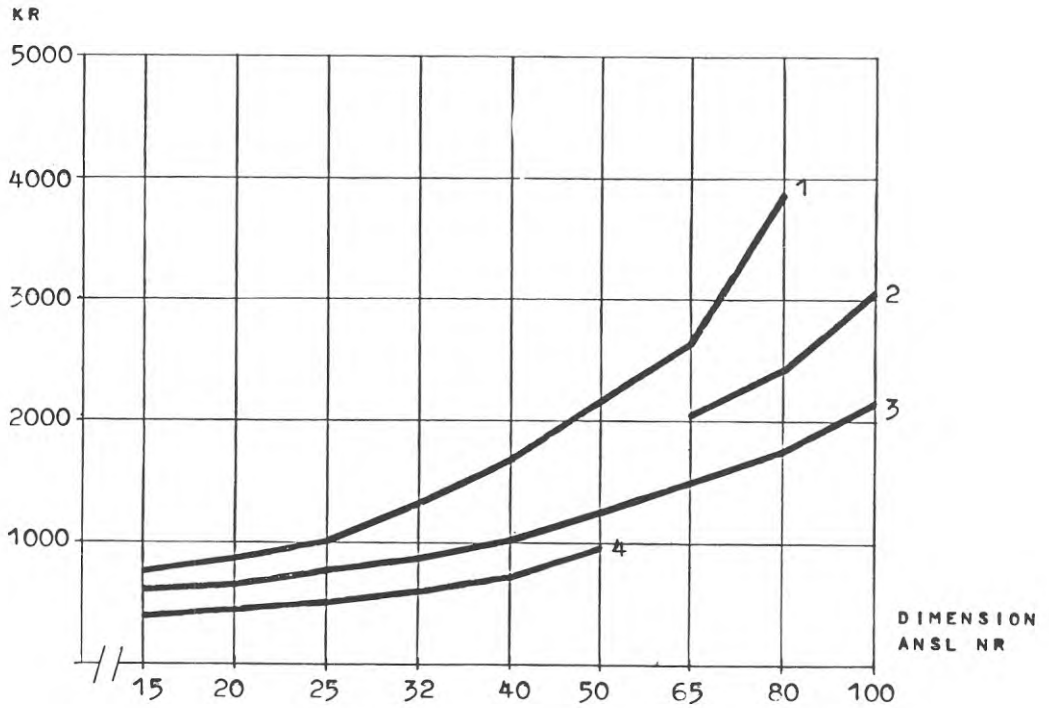
### Övervakningsanläggningar

En byggnads övervakningsanläggning ingår i vissa fall i styrentreprenaden men när det gäller stora projekt upphandlas ofta övervakningsutrustning för sig eller också ingår olika delar i olika entreprenader (el-, hiss-, styr). Exempel på separata övervakningsdelar är brandlarm och inbrottslarm.

Vid kostnadsberäkningar kan övervakningsanläggningen delas upp i centralutrustning, ledningar och platsutrustning. Om man har bestämt omfattningen av övervakningsanläggningen är det möjligt att utföra en kostnadsuppskattning med hjälp av enhetspriser uppställda enligt tabell 6.3:7 och fig 6.3:8.

KOSTNAD FÖR STYRVENTIL  
EXKL STÄLLDON

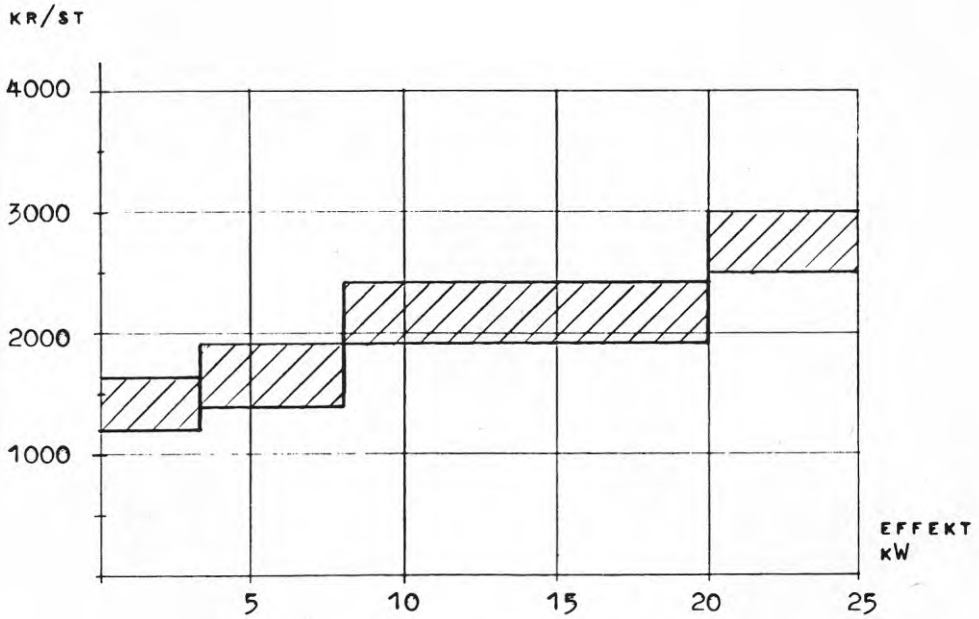
FIG 6.3:1  
1975-06



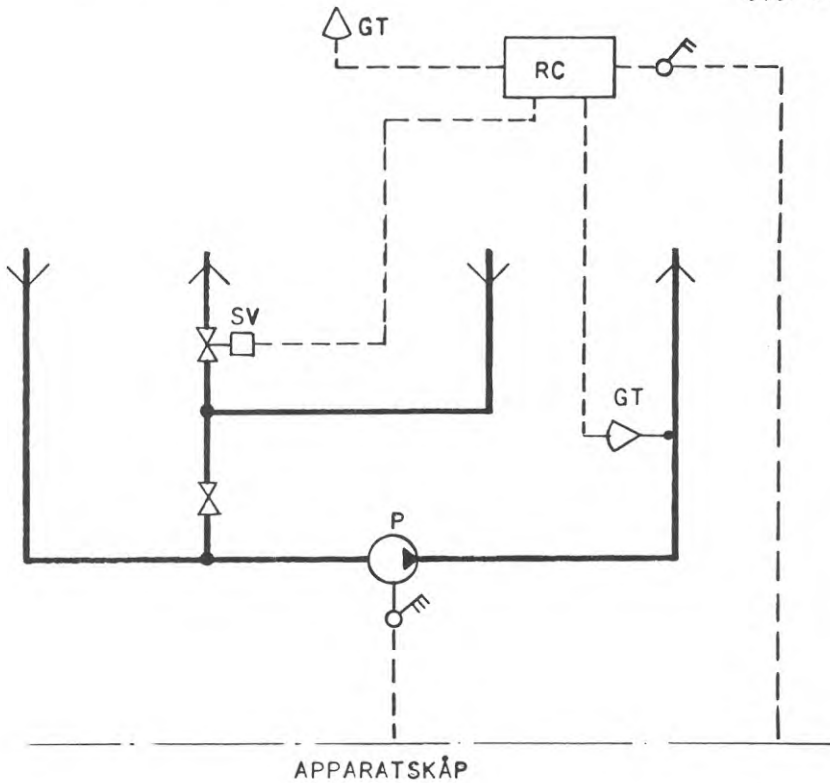
- 1 2-VÄGS, NT16, MATERIAL VENTILHUS SEGJÄRN  
 2 2-VÄGS, NT10, " " GJUTJÄRN  
 3 3-VÄGS, NT10, " " RÖDGODS  
 4 2-VÄGS, NT10, " " RÖDGODS

KOSTNAD FÖR MOTORGRUPPER.  
y/ $\Delta$  -START ELLER TUNGSTARTUTRUSTNING  
FÄR RÄKNAS SOM "EXTRA" MOTORGRUPP.

FIG 6.3:2  
1975-06



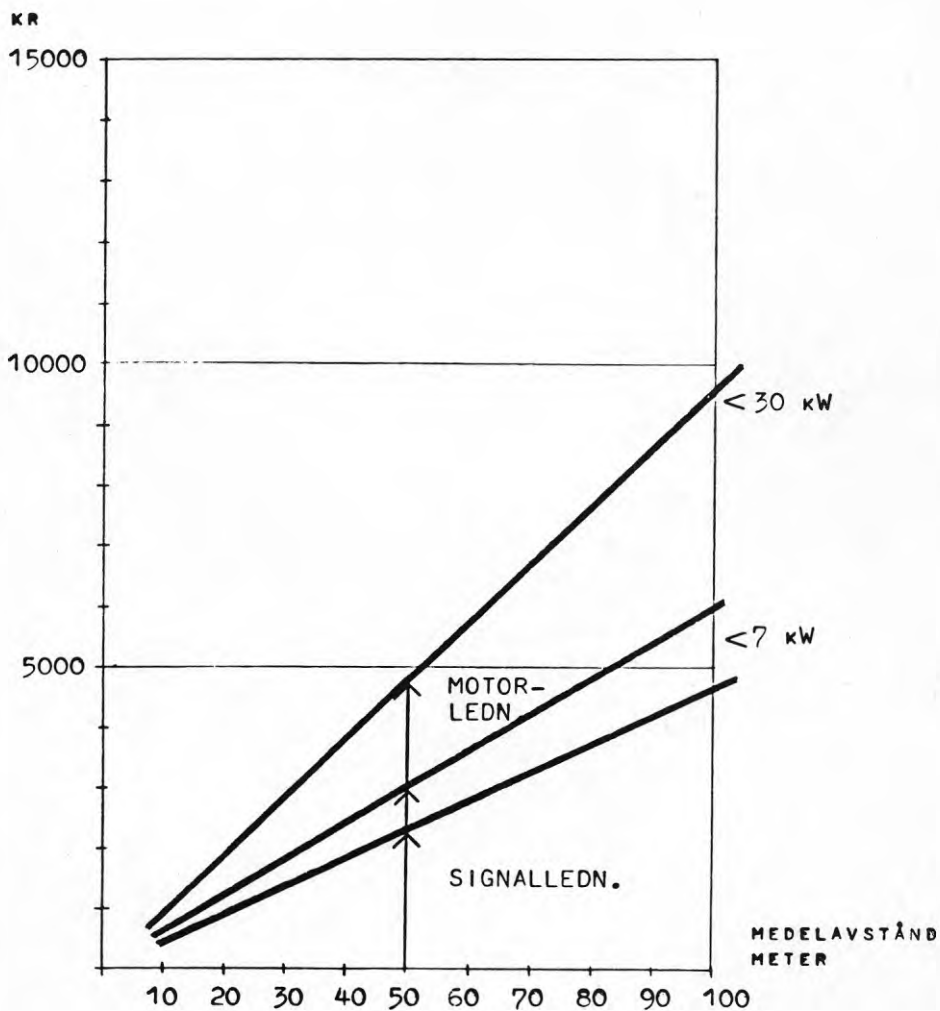
## STYRUTRUSTNING FÖR VÄRMEINSTALLATION

FIG 6.3:3 a  
1975-06VÄRMEGRUPP 1

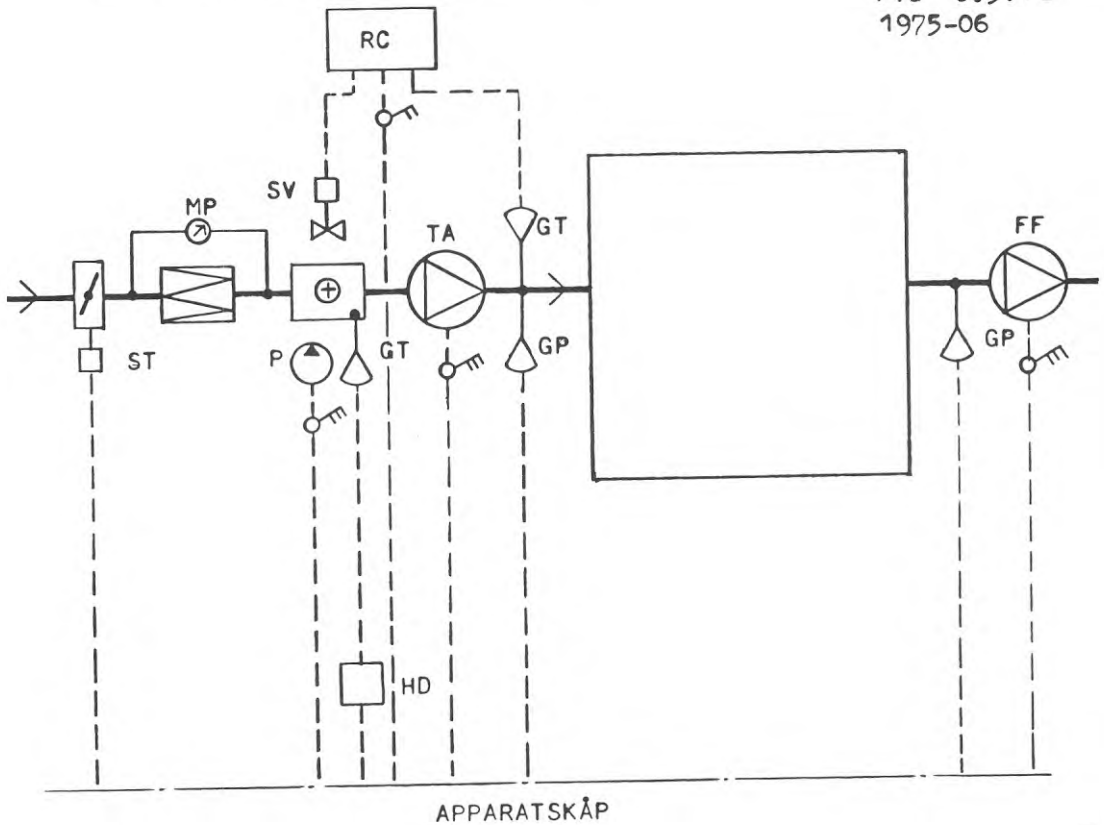
FUNKTION: FRAMLEDNINGENS TEMPERATUR REGLERAS.  
TEMPERATUREN STYRS SOM EN FUNKTION AV UTE-  
TEMPERATUREN.

HUVUDKOMPONENTER:	TEMPERATURGIVARE, REGLERANDE	} FAST KOSTNAD
	TEMPERATURGIVARE, STYRANDE	
	STÄLLDON	} RÖRLIG KOSTNAD SE VENTIL- KOSTNAD FIG 6.3:1
	STYRFUNKTIONSENHET	
	STYRVENTIL	

KOSTNAD FÖR REGLERUTRUSTNING  
EXKL STYRVENTIL 2100:-

FIG 6.3:3b  
1975-06KOSTNAD LEDNINGSNÄT  
VÄRMEGRUPP 1

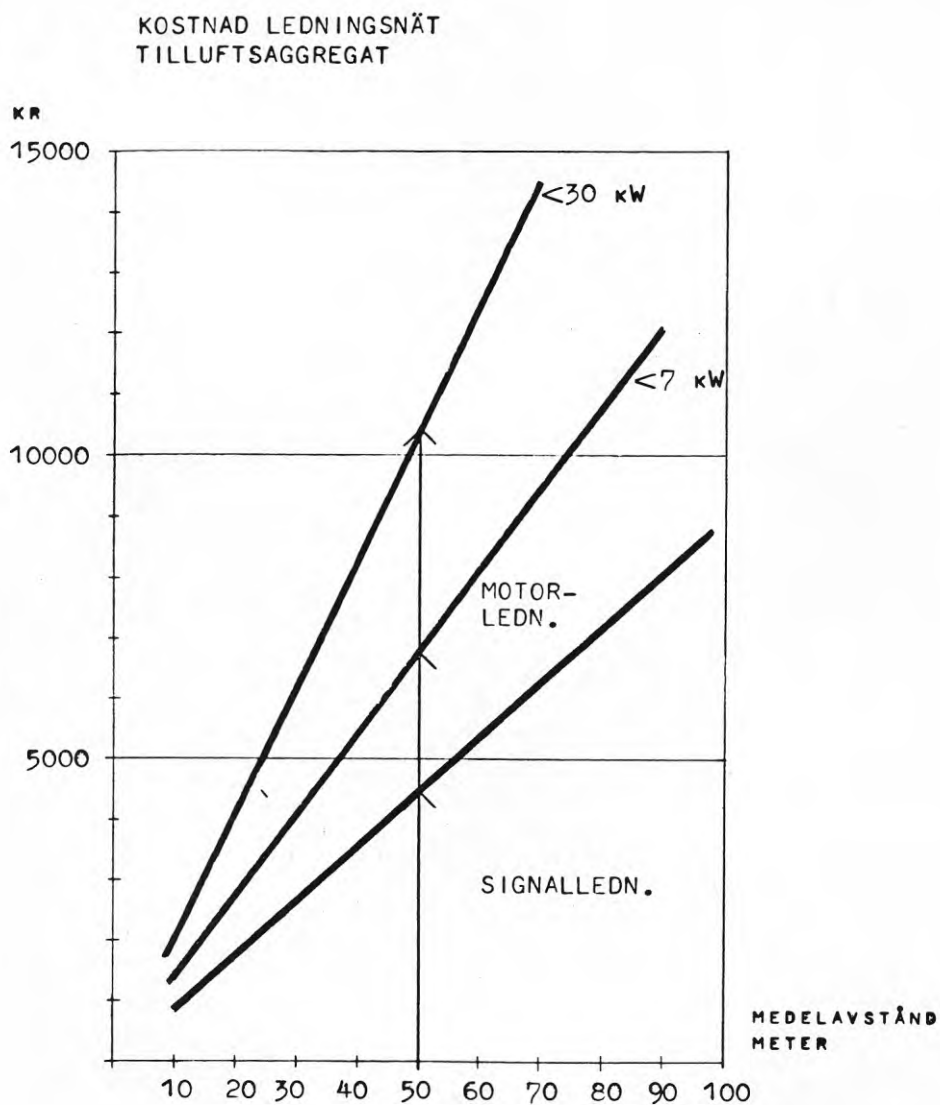
## STYRTRUSTNING FÖR LUFTBEHANDLING

FIG 6.3:4 a  
1975-06TILLUFTSAGGREGAT 1

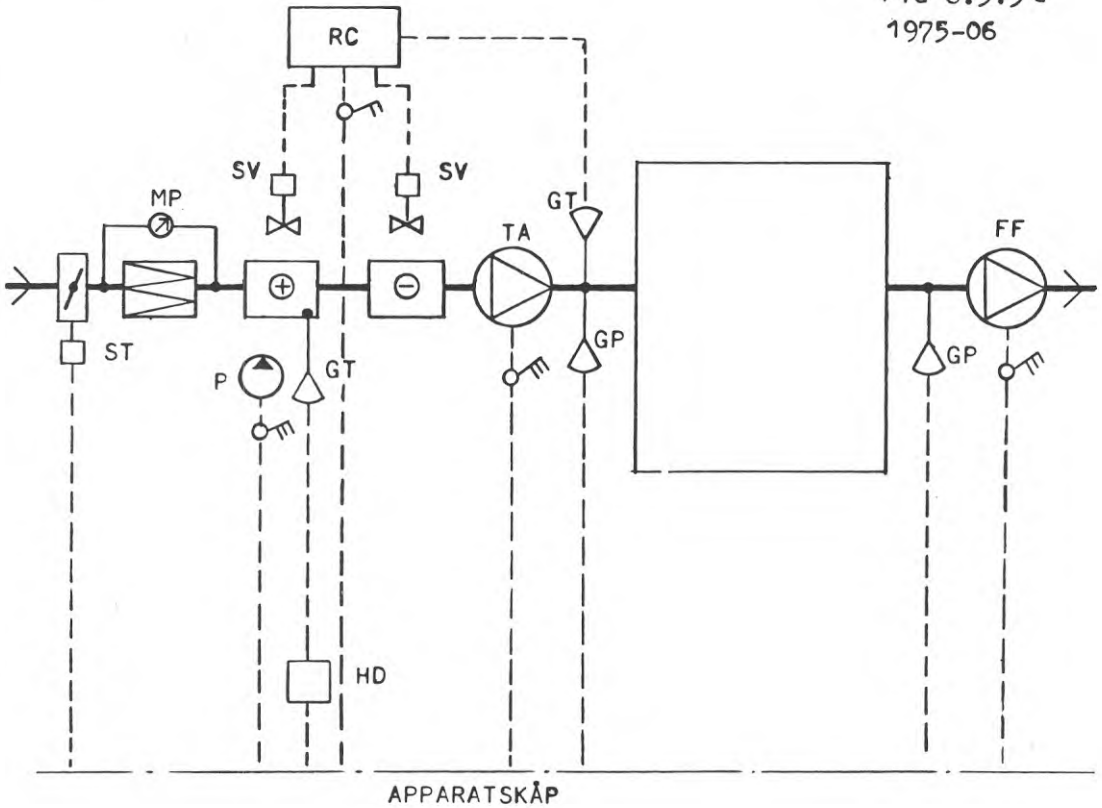
FUNKTION: TILLUFTENS TEMPERATUR REGLERAS. SPJÄLLET STYRS AV FLÄKTEN. MÄTUTRUSTNING FÖR MANUELL AVLÄSNING AV TRYCKFALLET ÖVER FILTRET. FRYSSKYDDET GER LARM VID FÖR LÅG TEMPERATUR. TRYCKVAKTERNA GER LARM VID FÖR LÅGT RESP FÖR HÖGT TRYCK I KANALEN.

HUVUDKOMPONENTERNA:	TEMPERATURGIVARE, REGLERANDE	}	FAST KOSTNAD
	TRYCKGIVARE, LARM		
	STYRFUNKTIONSENHET, LARM	}	RÖRLIG KOSTNAD
	SPJÄLLMOTOR		
	MÄTUTRUSTNING MANUELL STÄLLDON FÖR STYRVENTIL		
	STYRVENTIL	}	SE VENTIL-KOSTNAD

KOSTNAD FÖR REGLERUTRUSTNING  
EXKL STYRVENTIL 3100:-

FIG 6.3:4b  
1975-06

## STYRTRUSTNING FÖR LUFTBEHANDLING

FIG 6.3:5 a  
1975-06TILLUFTSAGGREGAT 2

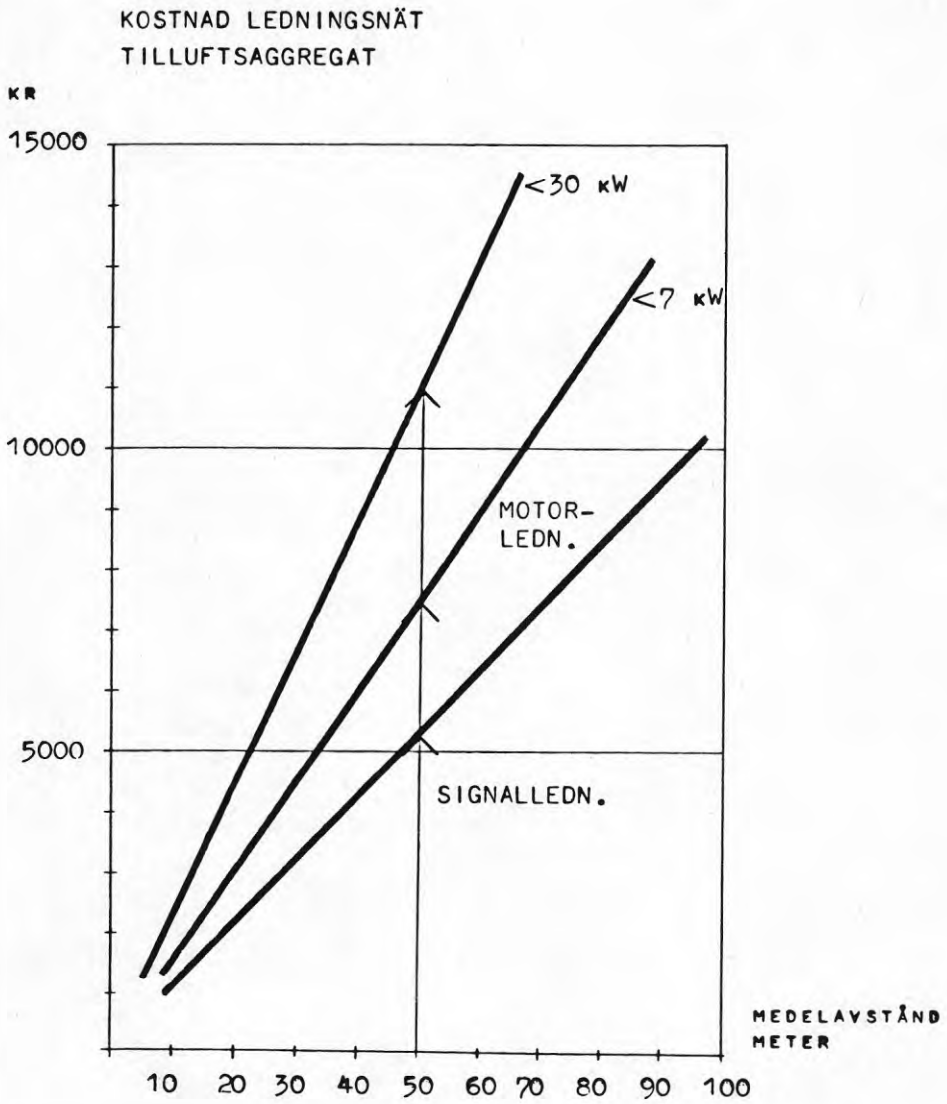
FUNKTION: TILLUFTENS TEMPERATUR REGLERAS. VÄRME OCH KYLA STYRS I SEKVENNS MED INSTÄLLBAR DÖDZON. SPJÄLLET STYRS AV FLÄKTEN. MÄTTRUSTNING FÖR MANUELL AVLÄSNING AV TRYCKFALLET ÖVER FILTRET. FRYSSKYDDET GER LARM VID FÖR LÅG TEMPERATUR. TRYCKVAKTERNA GER LARM VID FÖR LÅGT RESP FÖR HÖGT TRYCK I KANALEN.

HUVUDKOMponenterna:	TEMPERATURGIVARE, REGLERANDE	}	FAST KOSTNAD
	" " ; LARM		
	TRYCKGIVARE ; LARM	}	RÖRLIG KOST- NAD
	STYRFUNKTIONSENHET		
	SPJÄLLMOTOR		
	MÄTTRUSTNING MANUELL STÄLLDON FÖR STYRVENTIL		
	STYRVENTIL, VÄRME	}	SE VENTIL- KOSTNAD FIG 6.3:1
	" " ; KYLA		

KOSTNAD FÖR REGLERTRUSTNING  
EXKL STYRVENTIL 4200:-



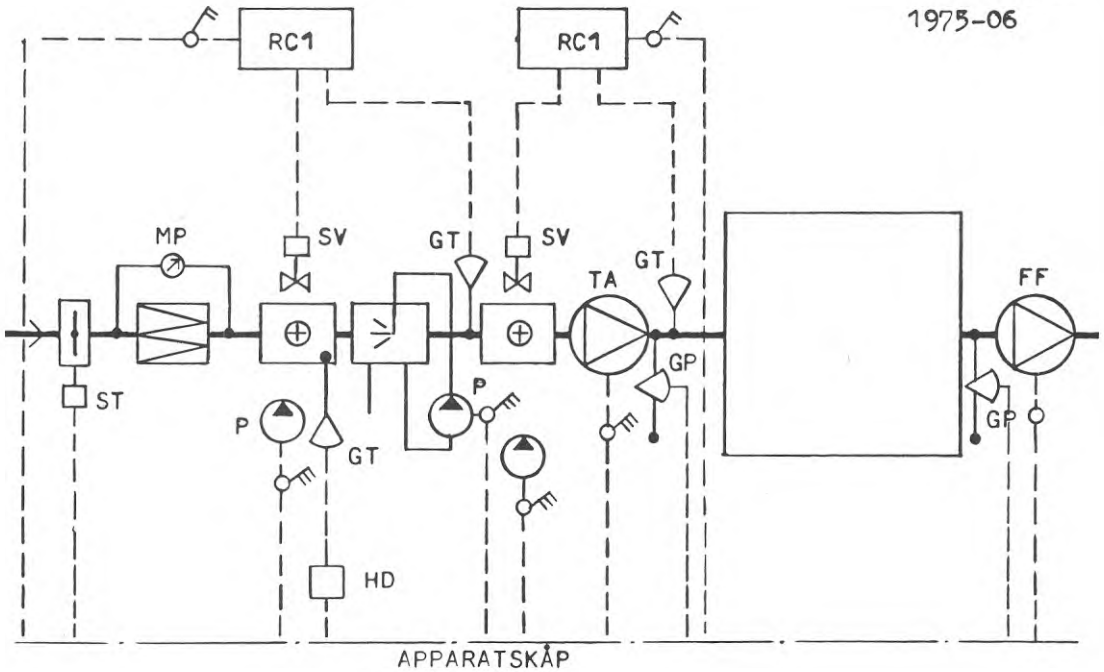
FIG 6.3:5b  
1975-06



## STYRTRUSTNING FÖR LUFTBEHANDLING

FIG 6.3:6 a

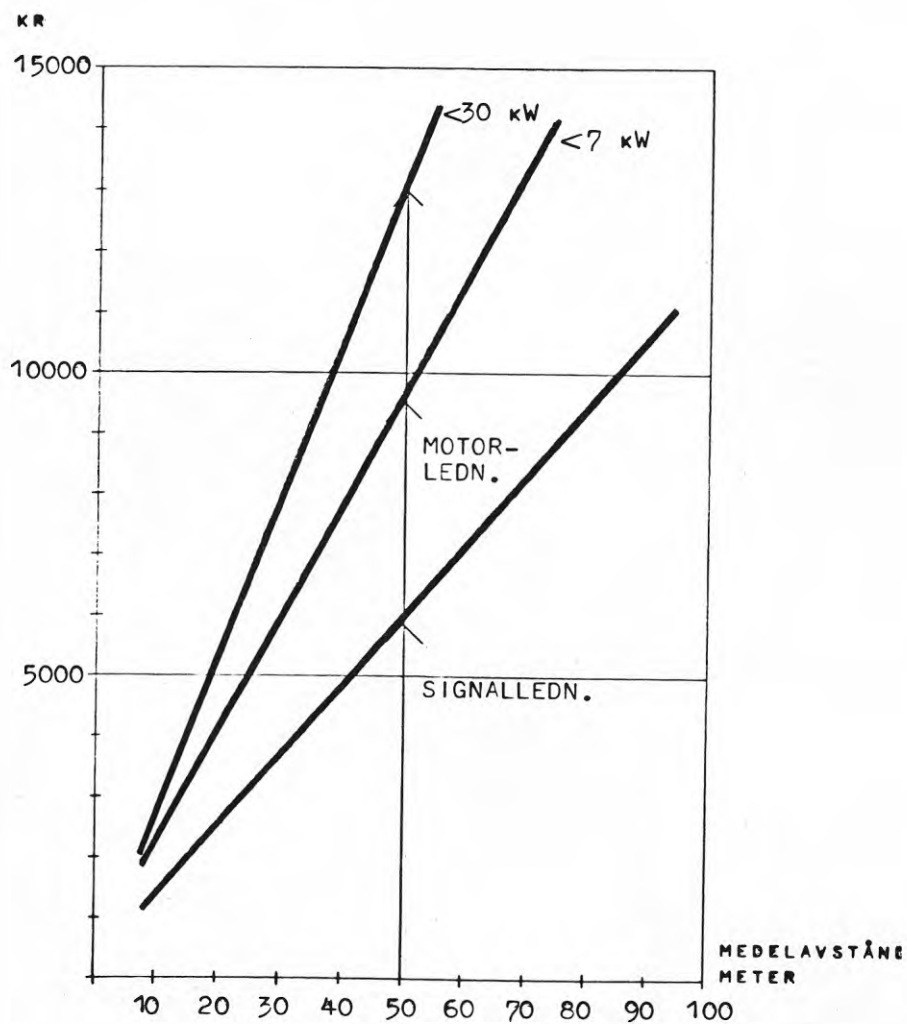
1975-06

TILLUFTSAGGREGAT 3

FUNKTION: TILLUFTENS TEMPERATUR EFTER FUKTAREN (VATTEN) REGLERAS. TILLUFTENS TEMPERATUR EFTER EFTERVÄRMAREN REGLERAS. SPJÄLLET STYRS AV FLÄKTEN. MÄTUTRUSTNING FÖR MANUELL AVLÄSNING AV TRYCKFALLET ÖVER FILTRET. FRYSSKYDDET GER LARM VID FÖR LÅG TEMPERATUR. TRYCKVAKTERNA GER LARM VID FÖR LÅGT RESP FÖR HÖGT TRYCK I KANALEN. FUKTAREN STOPPAS NÄR UTETEMPERATUREN ÖVERSTIGER  $x^{\circ}\text{C}$ .

HUVUDKOMponenterna:	TEMPERATURGIVARE, REGLERANDE	}	FAST KOSTNAD
	" , LARM		
	" , STYRNING	}	RÖRLIG KOST- NAD SE VENTIL- KOSTNAD FIG 6.3:1
	TRYCKGIVARE , LARM		
	STYRFUNKTIONSENHETER		
	SPJÄLLMOTOR		
	MÄTUTRUSTNING, MANUELL	}	RÖRLIG KOST- NAD SE VENTIL- KOSTNAD FIG 6.3:1
	STÄLLDON FÖR STYRVENTIL		
	STYRVENTIL, FÖRVÄRMNING	}	RÖRLIG KOST- NAD SE VENTIL- KOSTNAD FIG 6.3:1
	" , EFTERVÄRMNING		

KOSTNAD FÖR REGLERUTRUSTNING  
EXKL STYRVENTIL 5200:-

FIG 6.3:6 b  
1975-06KOSTNAD LEDNINGSNÄT  
TILLUFTSAGGREGAT

TABELL 6.3:7

KOSTNAD ÖVERVAKNINGSFUNKTIONER

1975-06

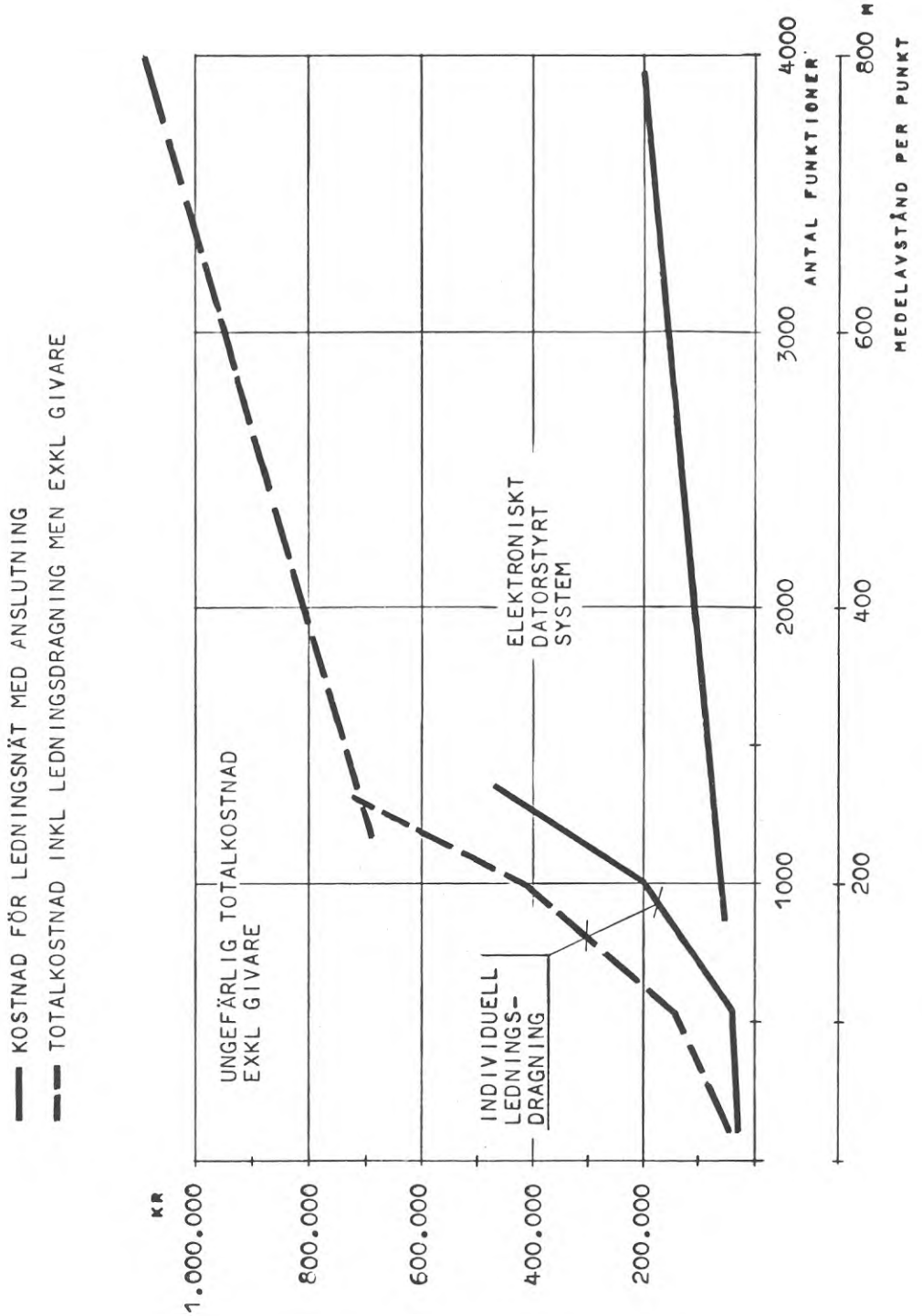
	ÖC kr.	UC kr.	Givare kr.	Summa kr.	Alternativ
STYRNING					
Manöver (till-från)	100	150		250	Lokalt Styrur Programstyrning
Ledvärde	100	900		1.000	Automatisk programstyrning Kompenserig
MÄTNING					
Temperatur	200	150	300	650	Lokal mätning
Fukt	200	150	1.000	1.350	Mätuttag +
Tryck	200	150	1.200	1.550	ambu lerande mätutrustning
LARM					
Kontaktfunktion	100	150		250	Summalarm
Hastighet	100	150	700	950	Funktionslarm
Diff.tryck luft	100	150	150	400	
Temperatur	100	150	100	350	
Fukt	100	150	400	650	

TABELL 6.3:7 forts

	ÖC kr.	UC kr.	Givare kr.	Summa kr.	Alternativ
INDIKERING, REGI- STRERING					
Skrivmaskin	25.000				Lamptablå
Projektor	10.000+250/bild				Planscher,
Flerkanalskrivare	15.000				ritn.,
Bildskärm	5.000				driftinstr.
Bildsystem	10.000+100/bild				
TELEKOMMUNIKATION					
Snabbtelefon		500			
Personsökare					
Radio					

KOSTNAD FÖR ÖVERVAKNINGS-ANLÄGGNING

FIG 6.3:8  
1975-06



#### 6.4 Modell 4, Styrinstallationer

Modell 4 omfattar den slutliga kalkylen i hållaramskedet och är av samma typ som entreprenörerna använder sig av vid anbudskalkylering. Detta innebär en detaljkalkyl där alla kostnader för materiel och arbete specificeras. De förenklade modellerna 1-3 som använts ger ej den säkerhet som krävs i detta skede.

För styrinstallationen finns inga bransch-kalkylmetoder liknande de som finns för el- och rörinstallationer, utan man får använda de à-prislistor som framtagits för de olika projekt som utförts. Detta tillsammans med väl dokumenterade statistikmodeller 1 och 2 samt beräkningsmodell 3 får utgöra det material som står till förfogande vid en slutkalkyl.

## 7           MODELL 2 - 4 ELINSTALLATIONER

### 7.1       Allmänt - Sammanfattning - Rekommendation

De i kapitel 7 redovisade modellerna bygger på EIO:s Cirkapriskurant. Cirkapriskuranten i sin tur är uppbyggd med EIO:s Kalkylnyckel som bas. Kalkylnyckeln och Cirkapriskuranten behandlas utförligt i avsnitt 7.7.

Med dessa kalkylsystem som grund blir noggrannheten i angivna enhetskostnader mycket stor. Vid de regressionsanalyser som utförts, för att utröna förläggningssättets inverkan på de i enhetskostnaden ingående delkostnaderna, har inte sällan befunnits att typ av förläggning är mycket litet kostnadspåverkande. Ofta är det tom "svårare" att få tillräcklig noggrannhet vid anpassning till ett enkelt grafiskt samband (rät linje, parabel, logaritmiskt samband etc) än det är att få acceptabel noggrannhet vid anpassning till de olika förläggningssätten. Flera olika förläggningssätt ingår vanligen i en installation varför felet därvid minskas ytterligare.

Däremot bör man vara mycket uppmärksam på hur eventuella variationer i de låsta förutsättningarna som anges för respektive figur påverkar resultatet vid en kostnadsberäkning. Även felbedömningar av den valda variabeln (ofta ledningslängd, antal grupper effekt etc) och misstag bland de olika kurvskarorna (parametern) kan ge stora förskjutningar i kostnadsbilden.

Då kalkyler av elinstallationer i många avseenden liknar kalkyler av rörinstallationer, båda bygger på av branschen skapade metoder, hänvisas till avsnitt 4.1.

### 7.2       Modell 2, Elinstallationer

Kostnadsbedömningar enligt modell 2 avser att ge bättre noggrannhet än modell 1, i det skede då byggnaden börjar ta form. Denna statistik kan upprättas med utgångspunkt från kostnadssammanställningar för olika objekt.

Ledningsnät. - De kostnadspåverkande faktorerna är:

- utbredning (yta eller längd)
- överförd effekt
- 1-fas- eller 3-fassystem

förläggningssätten kan man normalt bortse ifrån.

Tele bör bedömas separat.



Centraler. - De kostnadspåverkande faktorerna är:

- brytström
- antal anslutna grupper

Ställverk, transformatorer. - Beräknas enklast enligt modell 1 eller modell 3 kombinerat med förfrågan.

Lysrörsarmatur. - De kostnadspåverkande faktorerna är:

- antal lysrör
- typ av raster
- effekt

Det enklaste sättet att erhålla en god modell 2 för armaturer torde vara att samla à-priser från utförda installationer.

Glödljusarmatur. - Kostnadspåverkande är:

- antal glödljusarmaturer
- typ av armatur
- (effekt)

Diverse. - Hit räknas strömställare, dosor etc. Kostnaden bedöms enklast som ett procentuellt påslag.

Stolpbelysning, uttag för bilvärmare m m. - Kostnadspåverkande är:

- antalet stolpar/uttag
- utbredning (yta eller längd)

Tele. - De kostnadspåverkande faktorerna är olika beroende på typ av installation. Nedan angivna faktorer är generellt viktiga:

- antalet uttagsställen
- ledningsnätets utbredning
- ledningsnätets typ
- centralutrustningens kvalitet
- platsutrustningens kvalitet och antal

### 7.3 Modell 3, Elinstallationer

Modell 3 för kostnadsberäkningar av elinstallationer avser en kalkyl baserad på kostnader för kompletta installationsenheter. Kostnaderna har erhållits genom sammanslagning av kostnaderna för ingående komponenter. Enhetskostnaderna är för elinstallationerna framräknade med kostnader ur EIO:s CirkaprisKurant, se pkt 7.4, som underlag. De förutsättningar och antaganden som därvid gjorts beträffande installationsenheters utformning redovisas. Variationer i förutsättningar och gjorda antaganden, har redovisats som en uppskattning av den därvid uppkomna variationsbredden eller standardavvikelsen (medelfelet). Figur 7.3:1 illustrerar den principiella uppbyggnaden av modell 3.

Komplex 63/0/. - För elinstallationer är det ibland lämpligt att redovisa centralutrustning, ledningsnät och platsutrustning, helt eller delvis, integrerat i en och samma figur.

Kostnader för olika typer av armatur har ej redovisats i figurerna. Armaturkostnaden är en starkt kostnadspåverkande faktor och bör därför behandlas separat och med stor omsorg. Kostnadsberäkningar för armaturer utförs med fördel, även i sätterskedet, enligt CirkaprisKuranten; modell 4.

Vid förläggning på ledningsstege gäller normalt att utrymmet på stegen delas mellan ledningar som tillhör olika grupper, försörjer olika centraler eller tillhör annan typ av installation t ex tele. Kostnaderna för ledningsstegar och telerännor bör därför beräknas separat och även i detta fall lämpligen enligt CirkaprisKuranten; modell 4.

Figur 7.3:2 visar kostnaden för en 1-fasgrupp av vanligt förekommande utseende i kontors- eller bostadshus, som funktion av den matande gruppledningens längd. 1-fasgruppens sammansättning skiljer något mellan kontors- och bostadshus men summakostnaden för installationen är ungefär lika. Av figuren framgår att utvändigt montage ställer sig dyrare än infällt montage. Detta beror huvudsakligen på att kostnaden för ledningar av typ EKK är betydligt dyrare än av typ FK. Kostnaden för armatur och ledningsstegar ingår ej.

Figur 7.3:3 visar kostnaden för en 3-fas belysningsgrupp som funktion av matarledningens längd. I kostnaden ingår kostnader för belysningsuttag, tryckknappar, kopplingsdosor, impulsrelä, kontakter, matarledning och manöverledning. Utvändigt montage ställer sig dyrare än infällt montage av samma skäl som redogjorts för vid redovisning av 1-fasgruppens kostnader. Kostnader för armatur och ledningsstegar ingår ej.

Figur 7.3:4 visar den sammantagna kostnaden för ett antal 1-fasgrupper anslutna till en elcentral med huvudbrytare.

Antalet 1-fasgrupper har valts som oberoende variabel. Den i figur 7.3:2 oberoende variabeln matarledningslängden har tilldelats längderna 0, 10, 20 ....., 50 meter som parameter i figuren.

Centralutrustning 6/2/. - Under denna BSAB-kod har hög- och lågspänningsställverk, transformatorer 62/2/ hänförs men även decentraliserad utrustning t ex elcentraler med tillhörande brytare 63/2/.

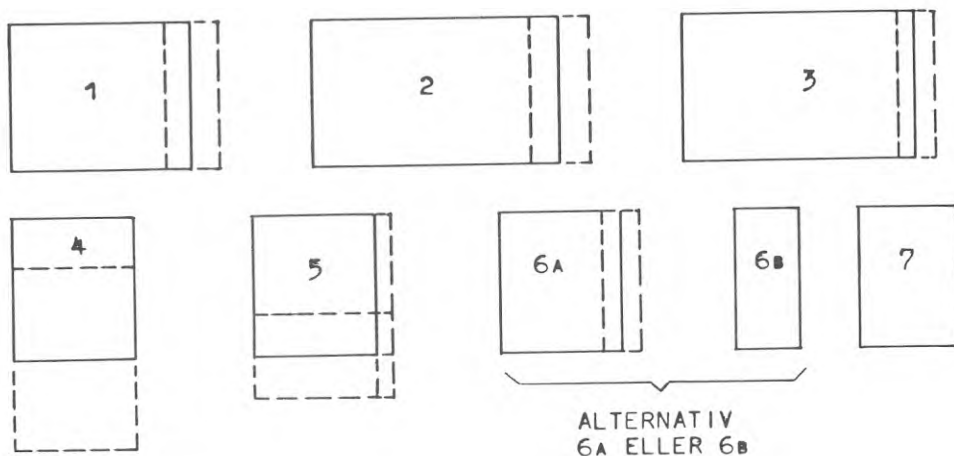
I figur 7.3:5 visas kostnader för en viss typ av högspänningsställverk med torrisolerade transformatorer samt för lågspänningsställverk som funktion av antalet kVA. Den ekonomiskt motiverade övergången från låg- till högspänning kan ske inom ett relativt stort effektintervall. Gränsen beror på typ av utrustning samt eltaxor på den aktuella orten.

Platsutrustning 63/8/. - I figur 7.3:6 visas kostnaden för anslutning av motorer (380 V, 3-fas). Ledningslängden, i detta fall 25 m, har satts som parameter och motorskydd och arbetsbrytare ingår i utrustningen. Den anslutna effekten har valts som oberoende variabel. Denna modell för motorer bör lämpligen utrustas med kurvskaror för andra ledningslängder än 25 m så att ledningslängdens inverkan på kostnaden bättre åskådliggörs.

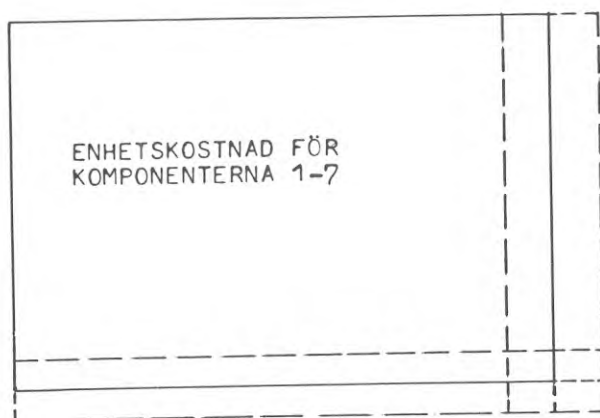
FIG 7.3:1

MODELL 3, EL-INSTALLATIONER

SAMMANSÄTTNING AV CIRKAKURANTPRISER FÖR KOMPONENTERNA 1-7  
TILL EN KALKYLERAD KOSTNAD FÖR EN KOMPLETT ENHET.



FREKVENSBERÄKNADE  
KOMPONENTER 4,5



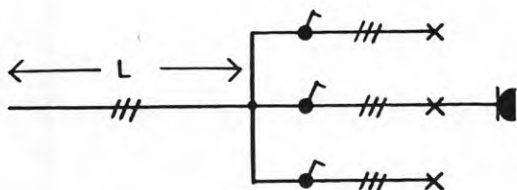
||| ANGER VARIATIONSBREDD MED HÄNSYN ÄVEN TILL  
ALTERNATIVA KOMPONENTER

--- ANGER VARIATIONSBREDD FÖR FREKVENSBERÄKNADE  
KOMPONENTER

KOMPLEX 63 / 0/

FIG 7.3:2a  
 FÖRV.BYGGN. H63/F3=211,2  
 FLERF. HUS H63/F3=207,8  
 1974-09

FÖRVALTNINGSBYGGNADER OCH FLERFAMILJSHUS



GRAFISKA SAMBAND

1  $y = 562 + 6,9x$

2  $y = 799 + 12,2x$

(KORR.KOEFF 1,  $\Delta y = 0$ )

\\\\\\\\ VARIATIONSBREDD DÅ  
 DELKOSTNADERNA INBÖRDES  
 OBEROENDE VARIERAR MED  $\pm 20\%$

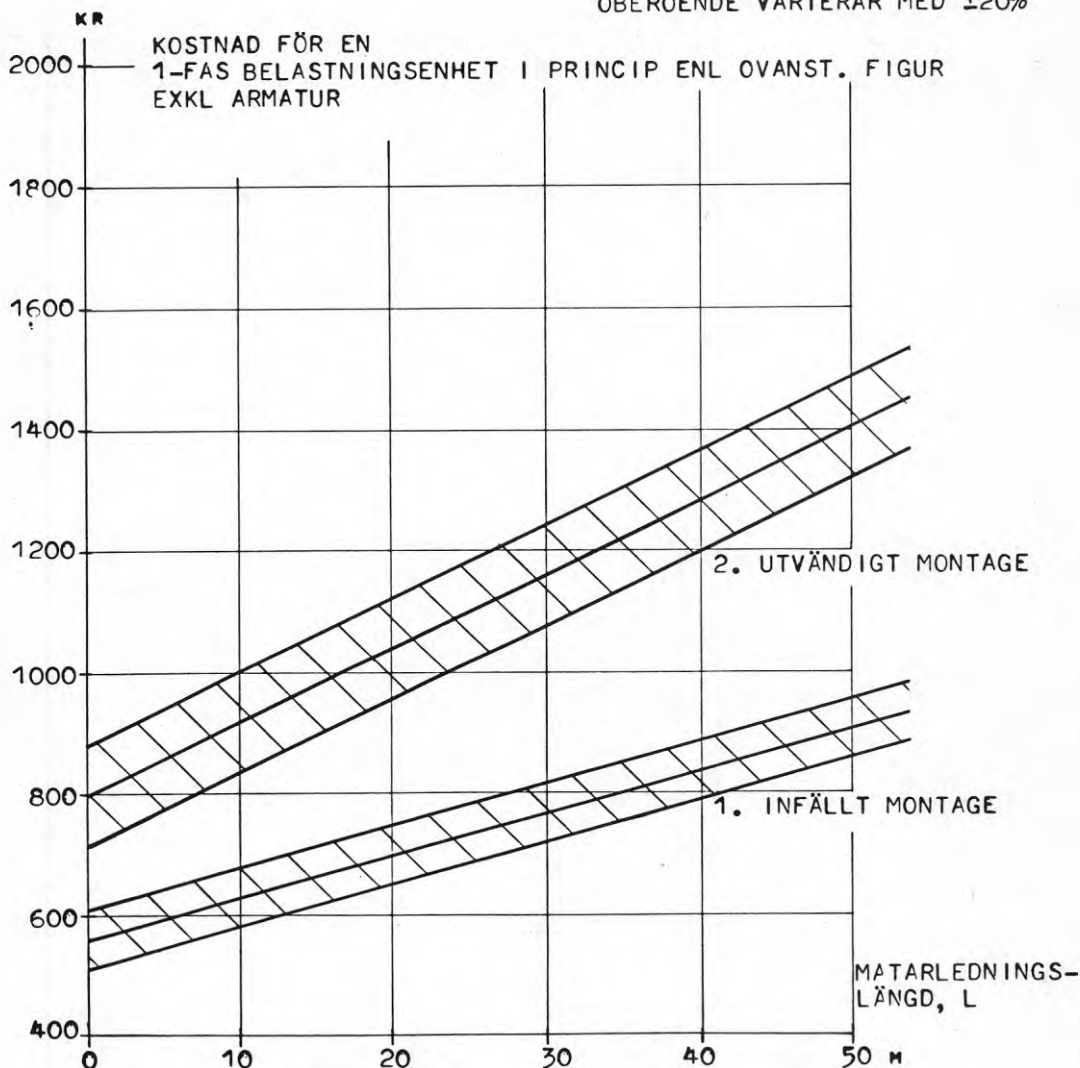


FIG 7.3:2b

Förvaltningsbyggnader		Flerfamiljshus
Infällt montage	Utvändigt montage	Infällt montage

DELKOSTNADSPARAMETRAR

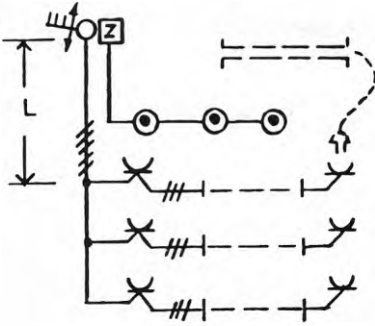
90 m FK 1,5 mm <sup>2</sup>	30 m EKK 3 x 1,5 mm <sup>2</sup>	100 m FK 1,5 mm <sup>2</sup>
30 m VP-rör 15 mm diameter	----	35 m VP-rör 15 mm diameter
6 st Takdosor	----	4 st Lamputtag
5 st Koppl.dosor	5 st Koppl.dosor	4 st Koppl.dosor
3 st Strömställare	3 st Strömställare	3 st Strömställare
6 st Väggttag	6 st Väggttag	4 st Väggttag
Ingen armatur	Ingen armatur	Ingen armatur

OBEROENDE VARIABEL

3L m FK 1,5 mm <sup>2</sup> samt	L m EKK 3 x 1,5 mm <sup>2</sup>	3L m FK 1,5 mm <sup>2</sup> samt
L m VP-rör 15 mm diameter		L m VP-rör 15 mm diameter

BELYSNING 63 /0/

FIG 7.3:3a  
FÖRV.BYGGN.H63/F3-211,2  
1974-09



GRAFISKA SAMBAND

$$1 \quad y = 2185 + 26x$$

$$2 \quad y = 2945 + 26x$$

(KORR.KOEFF 1,  $\Delta y = 0$ )

\\\\\\\\ VARIATIONSBREDD  
DÅ DELKOSTNADERNA INBÖRDES  
OBEROENDE VARIERAR MED  $\pm 20\%$

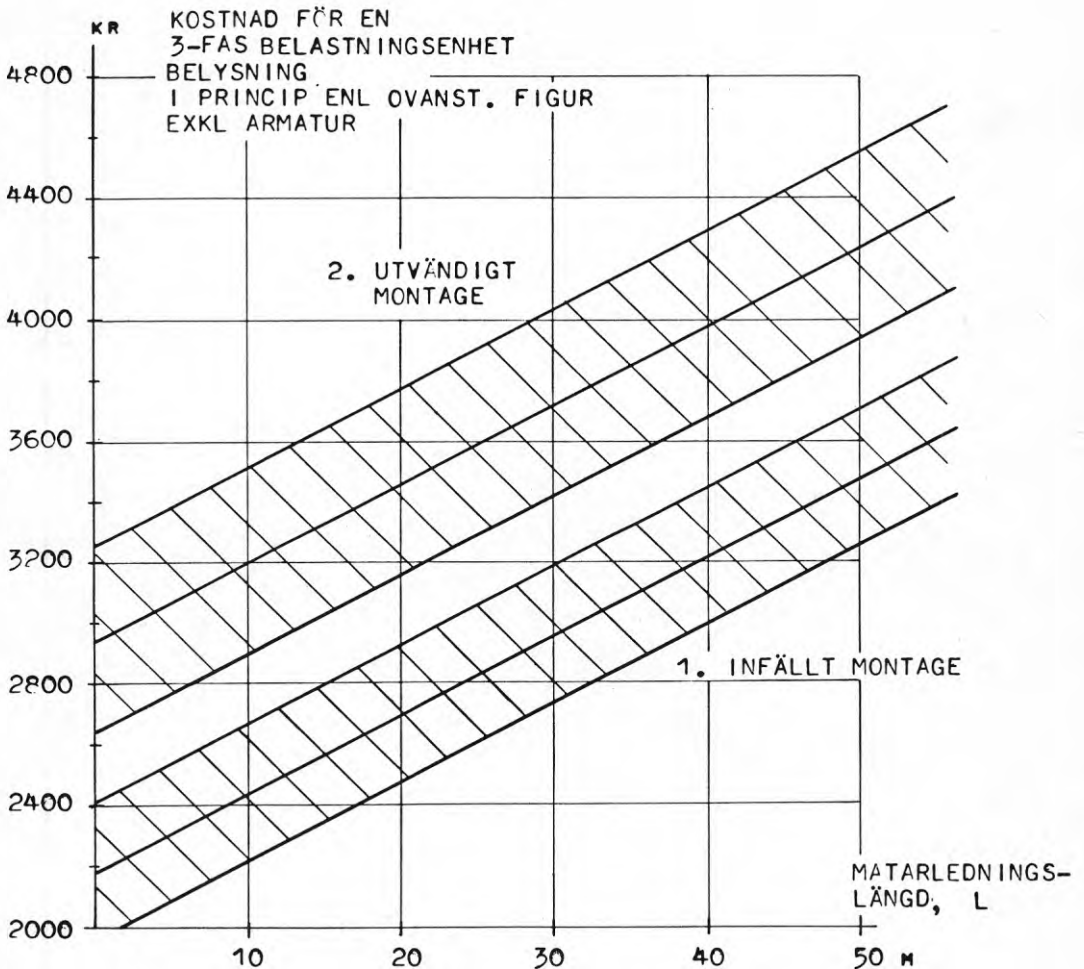


FIG 7.3:3b

## Förvaltningsbyggnader

Infällt montage	Utvändigt montage
-----------------	-------------------

DELKOSTNADSPARAMETRAR

300 m FK 1,5 mm <sup>2</sup>	100 m EKK 3 x 1,5 mm <sup>2</sup>
90 m Manöverledning 1,5 mm <sup>2</sup>	30 m Manöverledning 3 x 1,5 mm <sup>2</sup>
150 m VP-rör 15 mm diameter	----
30 st Väggttag	30 st Väggttag
3 st Koppl.dosor	3 st Koppl.dosor
3 st Tryckknappar	3 st Tryckknappar
1 st Impulsrelä	1 st Impulsrelä
1 st Kontaktor 16 A	1 st Kontaktor 16 A

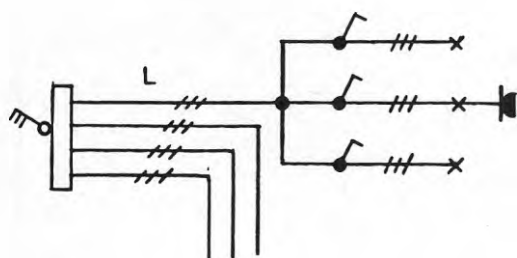
OBEROENDE VARIABEL

L m EKK 5 x 1,5 mm <sup>2</sup>	L m EKK 5 x 1,5 mm <sup>2</sup>
L m EKK 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> manöverledning	L m EKK 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> manöverledning



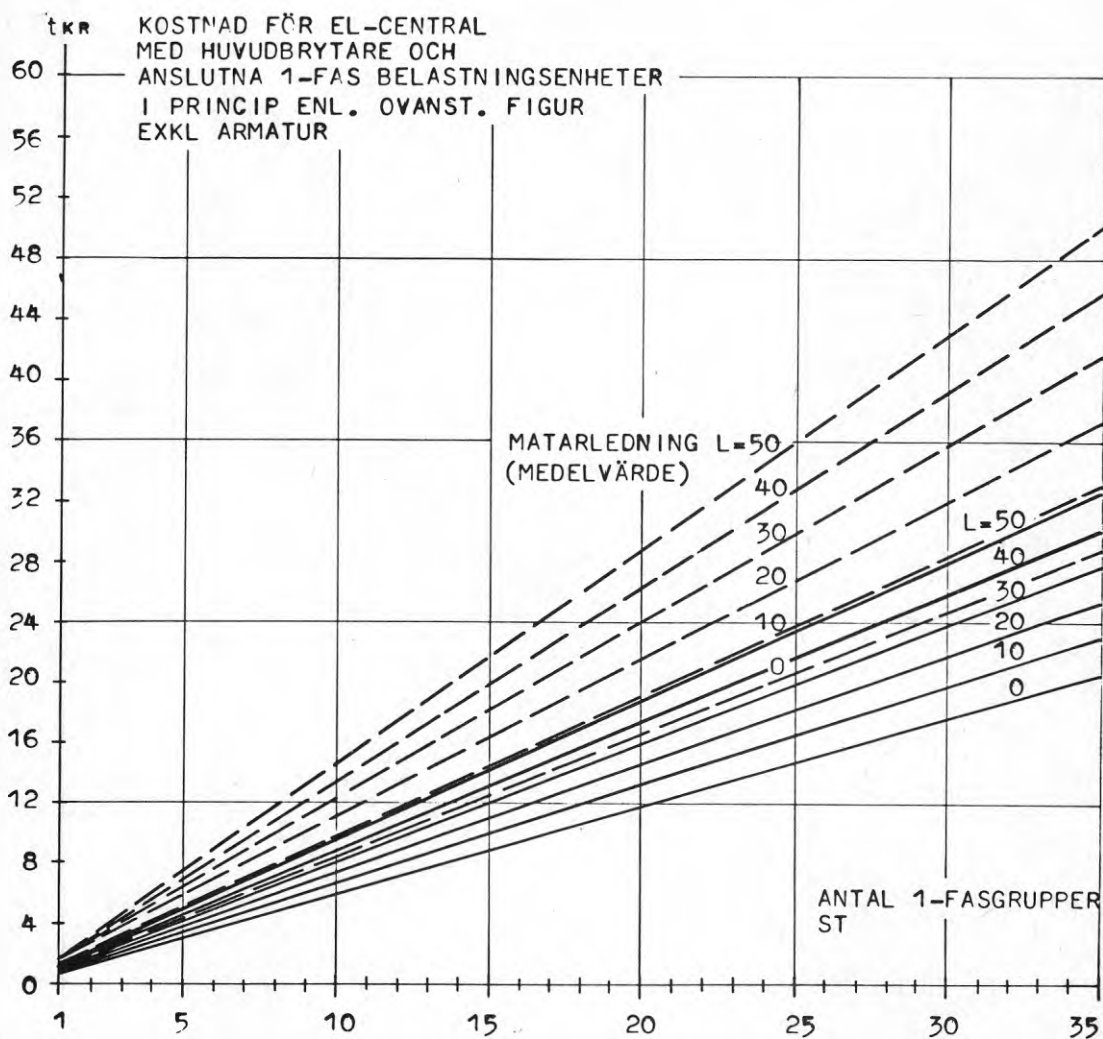
KOMPLEX 63 /0/

FIG 7.3:4  
 FÖRV.BYGGN. H63/F3=211,2  
 FLERF.HUS H63/F3=207,8  
 1974-09



----- UTVÄNDIGT MONTAGE  
 ————— INFÄLLT MONTAGE

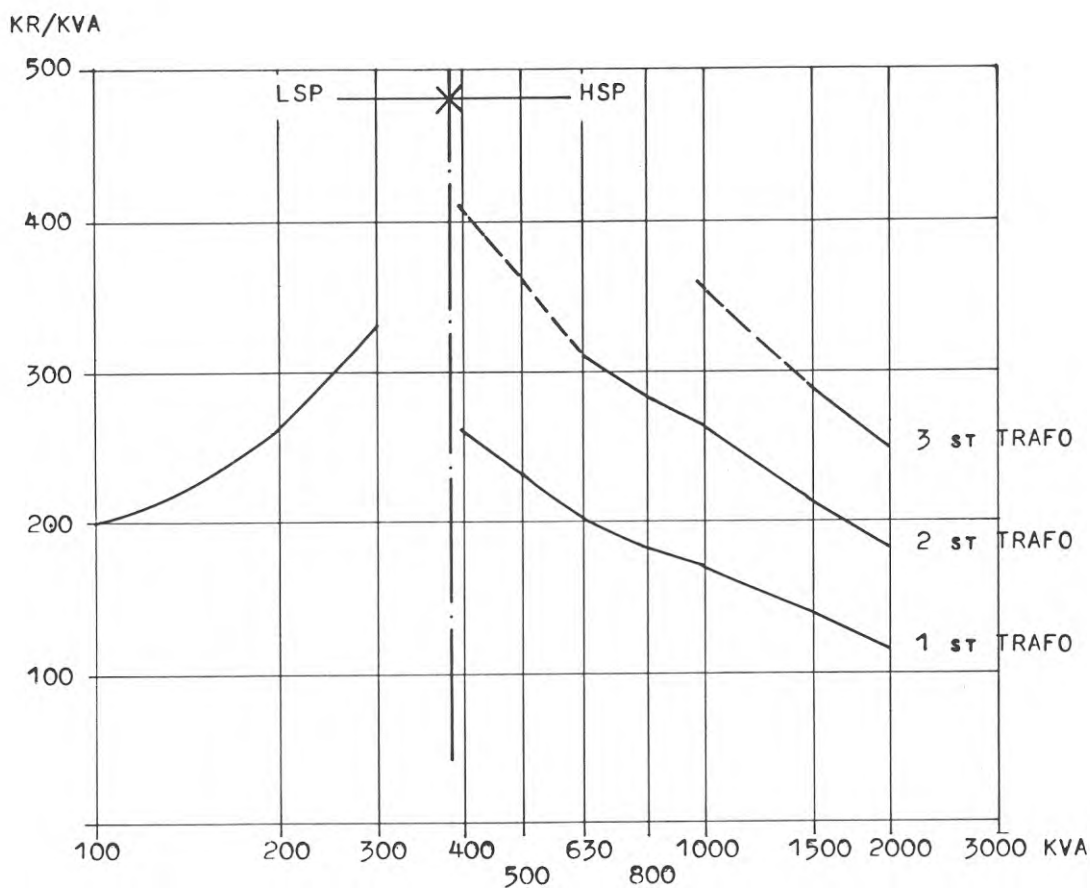
VARIATIONSBREDDEN DÅ GRUPP-  
 ERNAS DELKOSTNADER INBÖRDES  
 OBEROENDE VARIERAR MED  $\pm 20\%$   
 UPPGÅR TILL MAX 1,8 %  
 VID 30 GRUPPER OCH MAX 3,0%  
 VID 10 GRUPPER



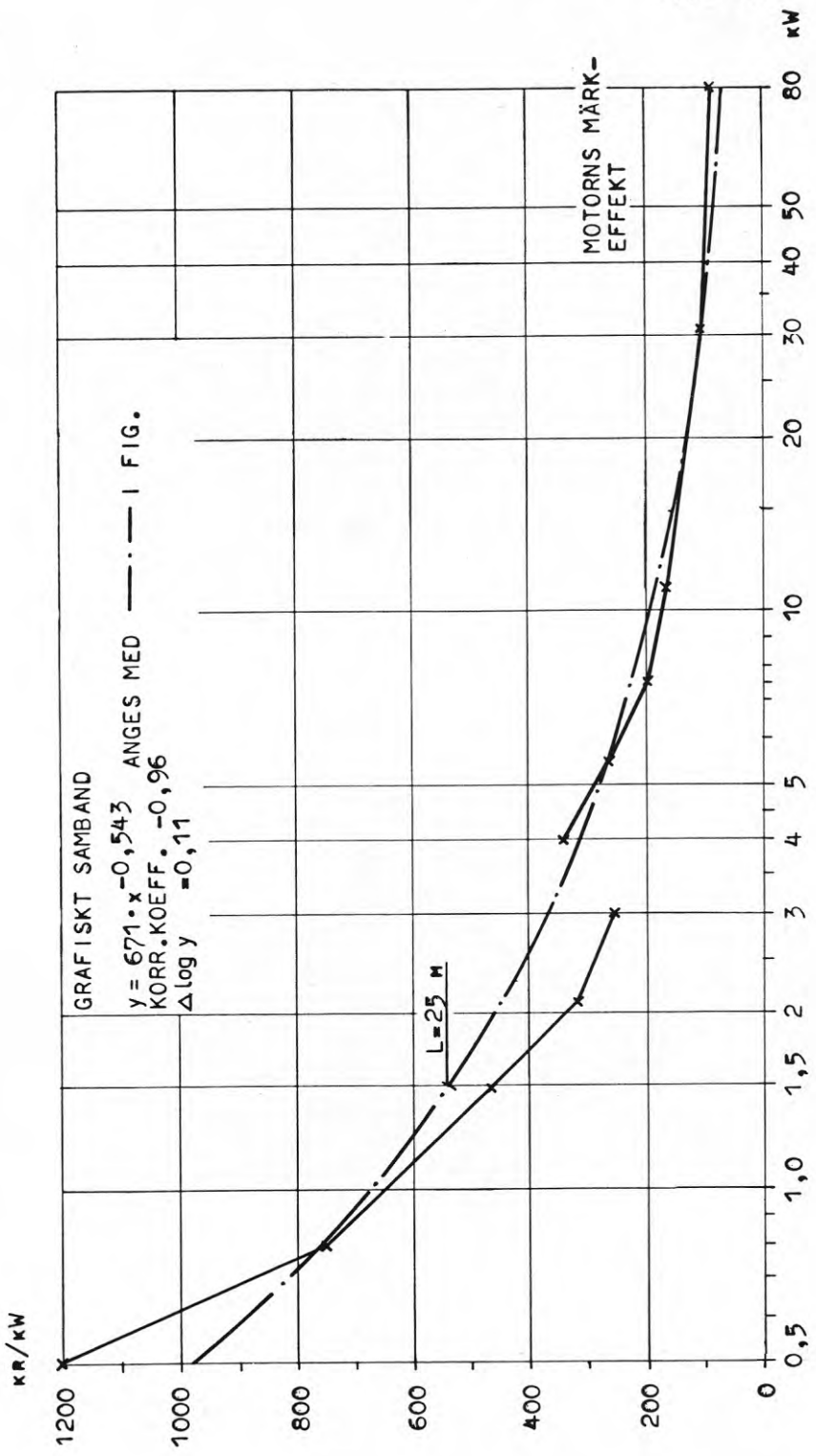
CENTRALUTRUSTNING 62/2/

FIG 7.3:5

1975-10

KOSTNADER FÖR KOMPLETTA LÅG- OCH  
HÖGSPÄNNINGSSTÄLLVERKLÅGSPÄNNINGLÅGSP. STÄLLVERK  
GOLVHÖGSPÄNNINGTORRISOLERAD TRAFÖ 10/0,4 kV  
HÖGSP. STÄLLVERK  
LÅGSP. STÄLLVERK  
GOLV

KOSTNAD FÖR ANSLUTNING  
 AV MOTOR MED:  
 MOTORSKYDD  
 SÄKERHETSBRYTARE  
 L M EKKJ/FKKJ



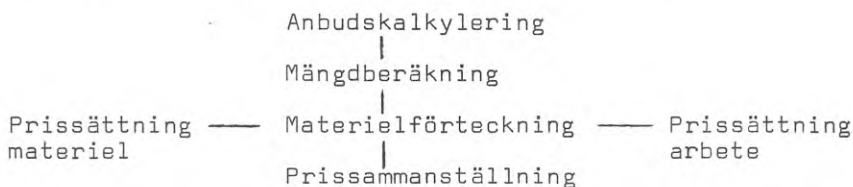
#### 7.4 Modell 4, Elinstallationer

Modell 4 avser en kostnadsberäkningsmetod enligt entreprenörmodell, vilket för elinstallationer innebär EIO:s Kalkylnyckel eller EIO:s Cirkapriskurant.

EIO står för: Elektriska Installatörsorganisationen  
Blasieholmsgatan 4 A  
Box 1723  
111 87 STOCKHOLM

Figurerna 7.4:1 och 7.4:2 visar den principiella uppbyggnaden av modell 4 baserad på Cirkapriskuranten.

EIO:s Kalkylnyckel. - EIO:s kalkylmetod är avsedd att utnyttjas för anbudskalkylering enligt nedanstående schema.



EIO:s arbete initierades av att vissa moment ständigt återkommer vid anbudskalkylering t ex

- Skrivande av materielspecifikation
- Prissättning
- Precisering av förläggningssätt
- Ackordsprissättning
- Det ständiga slåendet i installationsprislistan med risk för fel och misstag.

Med det nya kalkylsystemet har noggrannheten i kalkylen ökat avsevärt. Tidigare gjordes påslag för passdelar, märkning, småmateriel etc med 15-20 %. EIO:s kalkyl innehåller sådana kostnadsbärare. Ingående antal detaljer i en komponent har beräknats statistiskt ur frekvensstudier på färdiga anläggningar, kalkylunderlag och fakturor.

Underlaget för att utnyttja EIO:s Kalkylnyckel utgörs av förfrågningshandlingar bestående av tekniska beskrivningar, mängdbeskrivningar och ritningar som visar installationens omfattning, förläggningssätt m m.

Kalkylmetoden minskar tiden för prissättning vid anbudsräkning samtidigt som en noggrannare kalkyl erhålls. Vidare förenklas och systematiseras prissättningsarbetet så att onödigt kvalificerad personal ej behöver användas.

Den kodifiering som används för förläggning och materiel kan utnyttjas för datalagring av priserna.

EIO:s kalkylmetod är uppbyggd av:

- 1) Prissatta kalkylscheman där ca 16 000 ackordspriser är sammanbyggda till enhetspris (t ex gruppcentral med 8-10 delpriser sammansatta till ett pris).
- 2) Materielprisremсор för olika materielgrupper. Totalt ca 450 prisuppgifter. Ex kablar. Prisremсорna fästs (självhäftande) på materielprisblankett och byts ut när priserna ändras. (Remсорna daterade).
- 3) Uppmätningsscheman för mängdning av materiel med hänsyn till förläggning.
- 4) Kalkylsammandrag för sammanställning av kostnader för viss anläggningsdel.

Av sid 206 framgår hur kalkylsammandraget är uppbyggt.

- 5) Prissammanställning. Sammanställning för objektet. Materielkostnader, arbetskostnader, övriga kostnader, pålägg för vinst, tillägg för moms och eventuellt tillägg p g a fast pris.

Prissammanställningen utnyttjas för att detaljerat, systematiskt och överskådligt påföra de delkostnader som i varje enskilt fall erfordras för full kostnadstäckning.

Kostnaderna särredovisas i prissammanställningen i 3 huvudgrupper:

Materielkostnader

Arbetskostnader

Övriga kostnader

Var och en av dessa kostnadsgrupper beräknas till självkostnadsnivå. Genom denna uppdelning ges möjlighet att tillämpa differentierade omkostnadspåslag, vilket givetvis förutsätter att företaget har sin omkostnadsredovisning anpassad till detta förfaringssätt.

Prissammanställningen ger anvisningar och påminnelser om kostnader som bör täckas in för att erhålla ett så tillförlitligt underlag som möjligt för anbudsgivning.

Av sid 207 och 208 framgår hur prissammanställningen är utformad.

- 6) Materielsumman från scheman utgöres av grundnettopriser = prissteg 1 i grossisternas nettoprislistor. För icke nettoprissatta materiel (kapslad materiel, startkopplare, lysrörsarmatur) är kalkylnettot = cirkapris - "normalrabatt". På kalkylsammandraget utförs prisjustering efter eget bedömande från fall till fall.

Arbetskostnaden från scheman utgöres av summa verktidspriser. Verktidspriset (å-priset på kalkylscheman) ligger fast. Verktidspriset ändras endast om ändringar i monteringen uppkommer (t ex 2 skruvar i stället för 4 skruvar). Denna summa omräknas till ackordssumma genom multiplikation med gällande totalmultiplikator = anläggningstypens fördelningsmultiplikator (1,75 eller 1,90) x ortens ackordsmultiplikator (avtalsbunden, ortsbunden). Vid rationalisering i arbetet ändras fördelningsmultiplikatorn.

Prisregister en katalog med specifikation över den materiel och de ackordspriser som finns på kalkylnyckelns samtliga scheman.

Kalkylsystemet omfattar för närvarande endast starkströmsanläggningar.

Kalkylnycklar för teleanläggningar m fl anläggningar kommer troligen efter hand.

EIO:s Cirkapriskurant. - EIO:s Cirkapriskurant är avsedd att utnyttjas för kalkylering vid ändrings- och tilläggsarbeten. Det underlag som erfordras för att utnyttja denna kalkylmetod utgöres liksom för kalkylnyckeln av förfrågningshandlingar bestående av tekniska beskrivningar, mängdbeskrivningar och ritningar som visar installationens omfattning, förläggnings-sätt m m.

Cirkapriskuranten innehåller kostnader för arbete och materiel sammantaget.

Arbetskostnaden = verktidspriset (enligt kalkylnyckeln) x totalmultiplikatorn (genomsnittlig för hela landet) x faktor för sociala kostnader x 1,6 (omkostnader 22,5% och marginal 37,5 %).

Materialpriset är detsamma som Cirkaprislistans kolumn A anger.

Den genomsnittliga marginalen mellan cirkapriskurantens materielpris och grundnettopriset i kalkylnyckeln varierar för olika materielgrupper.

Medelvärudet hos den genomsnittliga marginalen för olika materielslag är 37,5 % av grundnettopriset.

Variationsbredden är ungefär 7 à 9 % av grundnettopriset.

Vid sammansättning av kostnader till större enheter minskar det därav betingade felet kraftigt beroende på att olika materielslag sätts samman.

Cirkapriskuranten utgör ett lämpligt underlag för sammansättning av kostnader till större enheter, modell 3 (se 7.3).

I efterföljande figurmaterial åskådliggörs den fördelning som vanligt använda priser har vid lämpligt vald oberoende variabel och parametrar. Figurerna bygger på Cirkapriskurantens priser.

Ledningsnät 63/5/. - Till denna kod har hänförts ledningar och kablar samt ledningsstegar, telerännor och tomrör.

Kostnaderna för tomrör ingår i alla de infällda montage som redovisats under 63/0/ medan kostnaderna för ledningsstegar där sådana förekommer ej ingår. En beräkning av kostnaderna för ledningsstegar utförs lämpligen separat från beräkningen av respektive installation.

I figur 7.4:3 visas kostnaderna för ledningsstege och teleränna som funktion av bredden vid olika förläggningssätt. Som parameter har valts tak- alternativt väggplacering. Maximala avvikelser från medelvärdet  $\Delta y_{max}$  (halva variationsbredden) vid förläggning vid olika byggnadsmaterial är relativt liten. Avvikelsen från medelvärdet blir mycket liten om flera olika byggnadsmaterial ingår i anläggningen.

I figur 7.4:4 visas kostnader för tomrör, VP-rör och SP-rör, som funktion av rördiametern vid olika förläggningssätt.

I figur 7.4:5 och 7.4:6 visas kostnaden för ledningar av typ EKKL och EKK som funktion av antalet ledare vid olika förläggningssätt.

I figur 7.4:7 visas kostnaden för kabel av typ EKKJ som funktion av ledarnas area vid olika förläggningssätt.

I figur 7.4:8 visas kostnader för kabel av typ FKKJ och AKKJ som funktion av ledarnas area vid olika förläggningssätt.

Centralutrustning 63/2/. - I diagram 7.4:9 visas kostnaden för elcentraler som funktion av antalet anslutna grupper.

Av de grafiska sambanden framgår att för kurva 1 och 2 erhålls ett större medelfel  $\Delta y$  vid anpassning till ett funktionssamband, än de maximala avvikelserna  $\Delta y_{\max}$  på att kurvorna tillåts representera flera förläggningssätt. För kurva 3 erhålls ett större maximalfel än medelfel. Skillnaden är ca 1 kr.

Platsutrustning 63/8/. - Under denna BSAB-kod kan kostnader för enskilda komponenter i en anläggning redovisas t ex strömställare, kopplingsdosor etc.

Med hjälp av EIO:s Cirkapriskurant kan dessa komponenter lätt kostnadsbedömas varför en utförlig redovisning ej ansetts motiverad. Sammantagna enhetskostnader för platsutrustning och ledningsnät redovisas under modell 3, avsnitt 7.3.

Armatürkostnader har ej redovisats i diagram. Kostnader för belysningsarmatur får bedömas med hänsyn till vald kvalitet och fabrikat. Cirkapriskurantens priser med hänsyn tagen till rabatter och marginal är lämplig för denna kostnadsbedömning.



Blad nr.....



## KALKYL- SAMMANDRAG

Objekt .....

Anbud nr .....

Anl.del .....

Anbudspos. nr .....

Datum /          Kalkylator:

Schema Kod	Blad nr	Materielelag	Arbete S:a verktidspris	Total- multiplika- tor	Ackords- summa	Materiel- summa	8	Materiel Netto
1	2	3	4	5	6	7	8	9
S:a Ackord						S:a Materiel		

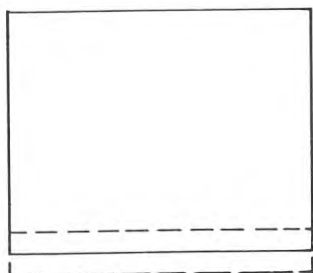
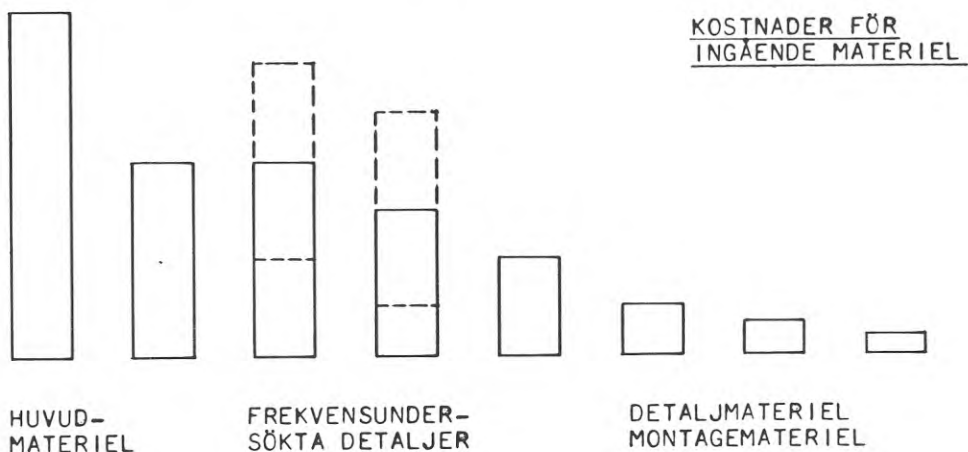
	Specifikation	Delpria	S:a pris	Omko-	Självko-
		Nto kr	Nto kr	nader kr	nader kr
		1	2 = S:a 1	3	4 = S:a 2-3
<b>M</b>	<b>Materielkostnader</b>				
	Materiel nto enl. sammandrag .....				
	Div. materiel, kabeltrummor, m. m. ....				
	1) Spill .....% .....				
	_____				
	Omkostnader.....%				
	<b>Spec. leveranser</b>				
	Materiel nto enl. offert .....				
	_____				
	Frakt, transport .....				
Omkostnader.....%					
<b>Självkostnader</b>					
<b>A</b>	<b>Arbetskostnader</b>				
	Ackordssumma inkl. multipl. ....				
	Timtid .....				
	Restid .....				
	Renhållning, snöröjn. m. m. ....				
	_____				
	Gångtid över 80 m .....				
	_____				
	S:a				
	Sociala kostn.....%				
Omkostnader.....%					
<b>Självkostnader</b>					

1) Spill bör normalt inräknas vid uopmätningen.

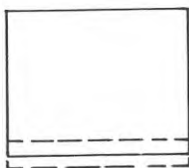
	Specifikation	Delpris	S:a pris	Omkoet-	Självkoet-
		Nto kr	Nto kr	nader kr	nader kr
		1	2 = S:a 1	3	4 = S:a 2-3
<b>Övriga kostnader</b>					
	Reskostnader .....				
	Traktamenten .....				
	Bodhyra, värme, el., tel. ....				
	Ställningar .....				
	Ritningar, registrering .....				
	Bankgaranti, besiktning m. m. ....				
	Omkostnader _____ %				
<b>Ö</b>	Självkostnader				
<b>Summa självkostnader</b>					
<b>M</b>	Materiel .....				
<b>A</b>	Arbete .....				
<b>Ö</b>	Övriga .....				
	<b>Totalt summa kr</b>				
Vinst _____ %					
<b>Anbudssumma</b>					
Tillägg för fast pris .....					
2) Tillägg för mervärdesskatt ...					

MODELL 4, EL-INSTALLATIONER  
 BASERAD PÅ CIRKAPRISKURANTEN

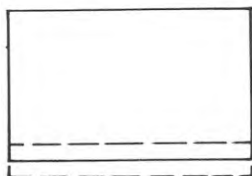
FIG 7.4:1



ARBETSKOSTNAD  
INKL SOCIALA  
KOSTNADER FÖR  
MONTERING AV  
ALL INGÅENDE  
MATERIEL

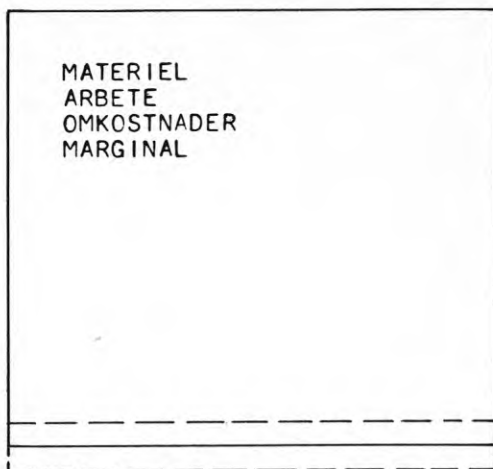


OMKOSTNADER  
PÅ ARBETE OCH  
MATERIEL



MARGINAL  
37,5% AV  
ARBETSKOSTNADEN  
SAMT GENOMSNITTLIGT  
37,5% AV MATERIEL-  
KOSTNADEN

FORTS

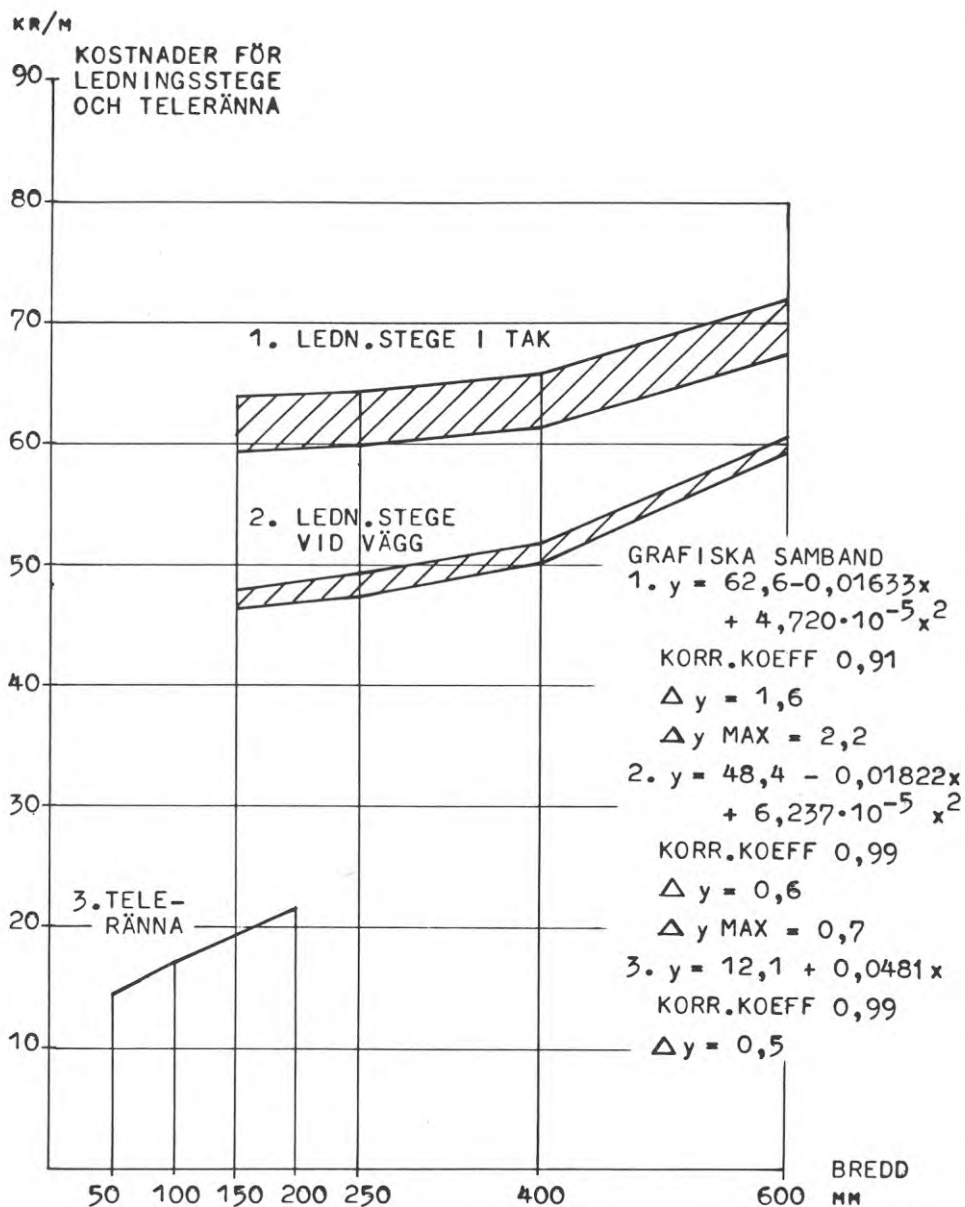
MODELL 4, EL-INSTALLATIONERTOTALKOSTNAD FÖR EN KOMPONENT = PRISET ENLIGT  
CIRKAPRISKURANTEN

-----  
-----  
-----

ANGER VARIATIONSBREDD FÖR FREKVEN-  
UNDERSÖKTA DETALJER.

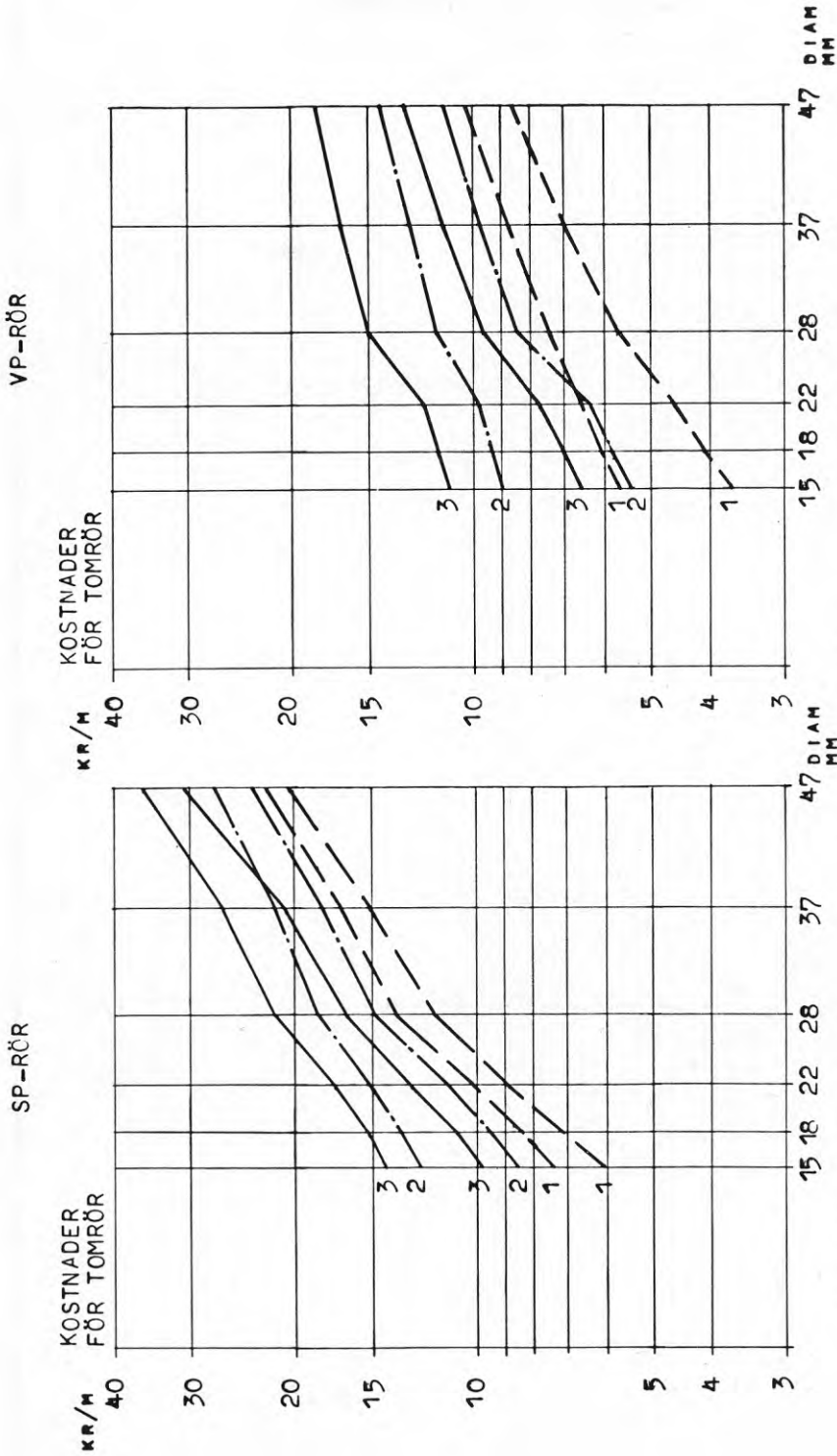
LEDNINGSNÄT 6/5/  
LEDNINGSSTEGE  
TELERÄNNA

FIG 7.4:  
1974-09



////// VARIATIONSBREDD VID FÖRLÄGGNING VID:  
BTG, LÄTTBTG, TEGEL, TRÄ, STÅL

FIG 7.4:4a  
1974-09



FÖRLÄGGNING

- 1 VALVFORM EL. VÄGGFORM
- 2 INBILADE
- 3 UTVÄNDIGA

INTERVALL FÖR

- TRÄ, STÅL
- LÄTTBETG, TEGEL, TRÄ
- BETONG, LÄTTBETG, TEGEL, TRÄ, STÅL

## GRAFISKA SAMBAND

SP-RÖR

$$1,2 \quad y = 1,250 + 0,3302x + 0,002081x^2$$

KORR.KOEFF 0,99  
 $\Delta y = 0,6$   
 $\Delta y_{\text{MAX}} = 0,9$

$$3 \quad y = 4,701 + 0,3952x + 0,001217x^2$$

KORR.KOEFF 0,94  
 $\Delta y = 1,8$   
 $\Delta y_{\text{MAX}} = 1,9$

$$4 \quad y = 8,160 + 0,09100x + 0,009036x^2$$

KORR.KOEFF 0,97  
 $\Delta y = 1,7$   
 $\Delta y_{\text{MAX}} = 2,7$

VP-RÖR

$$1,2 \quad y = 2,556 + 0,09204x + 0,001009x^2$$

KORR.KOEFF 0,89  
 $\Delta y = 0,8$   
 $\Delta y_{\text{MAX}} = 0,6$

$$3 \quad y = 3,646 + 0,2766x - 0,001382x^2$$

KORR.KOEFF 0,79  
 $\Delta y = 1,6$   
 $\Delta y_{\text{MAX}} = 1,9$

$$4 \quad y = 3,248 + 0,3475x - 0,002014x^2$$

KORR.KOEFF 0,83  
 $\Delta y = 1,7$   
 $\Delta y_{\text{MAX}} = 2,8$



LEDNINGSNÄT 63/5/

EKKL  
EKK

FIG 7.4:5  
1974-09

— EKKL  
- - - EKK

GRAFISKA SAMBAND

EKKL

$$y = 9,966 + 0,2205x + 0,1138x^2$$

KORR.KOEFF 0,33  
 $\Delta y = 3,3$   
 $\Delta y \text{ MAX} = 5,3$

EKK

$$y = 7,659 + 0,1526x + 0,1058x^2$$

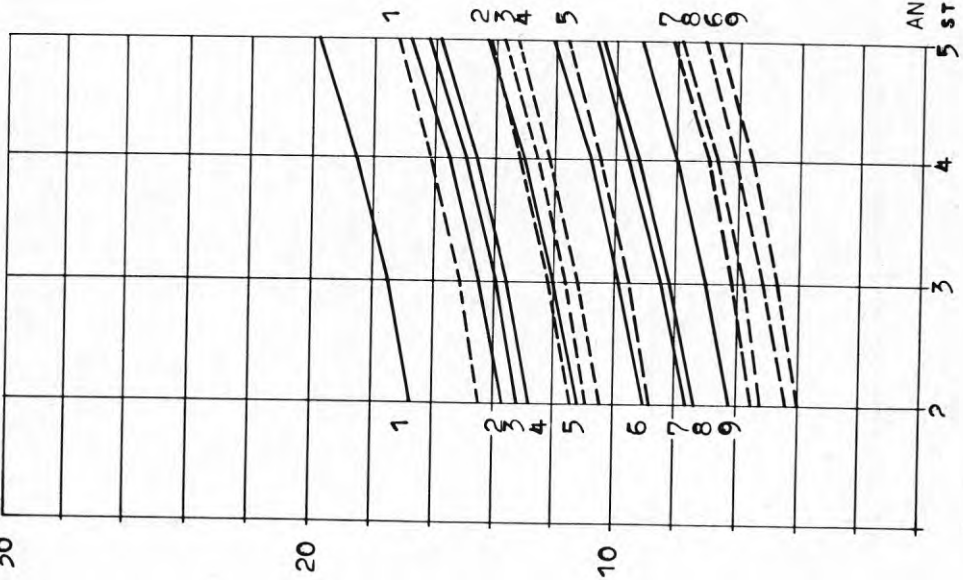
KORR.KOEFF 0,27  
 $\Delta y = 3,5$   
 $\Delta y \text{ MAX} = 5,3$

FÖRLÄGGNING  
STÅL BORRN.+GÄNGN.  
BETONG  
TEGEL  
LÖTTBETONG  
TRÄ  
RÖR  
BÄRLINA  
ANKARSKENA  
STEGE

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

LEDNINGSKOSTNAD  
AREA 1,5 MM<sup>2</sup>

KR/M  
30



ANTAL LEDARE

5 ST

LEDNINGSNÄT 63/5/

EKKL  
EKK

FIG 7.4:6  
1974-09

GRAFISKA SAMBAND

EKK

$$y = 3,667 + 3,006x - 0,2166x^2$$

KORR.KOEFF 0,28  
 $\Delta y = 3,5$   
 $\Delta y \text{ MAX} = 5,3$

EKKL

$$y = 12,93 - 0,8111x + 0,3333x^2$$

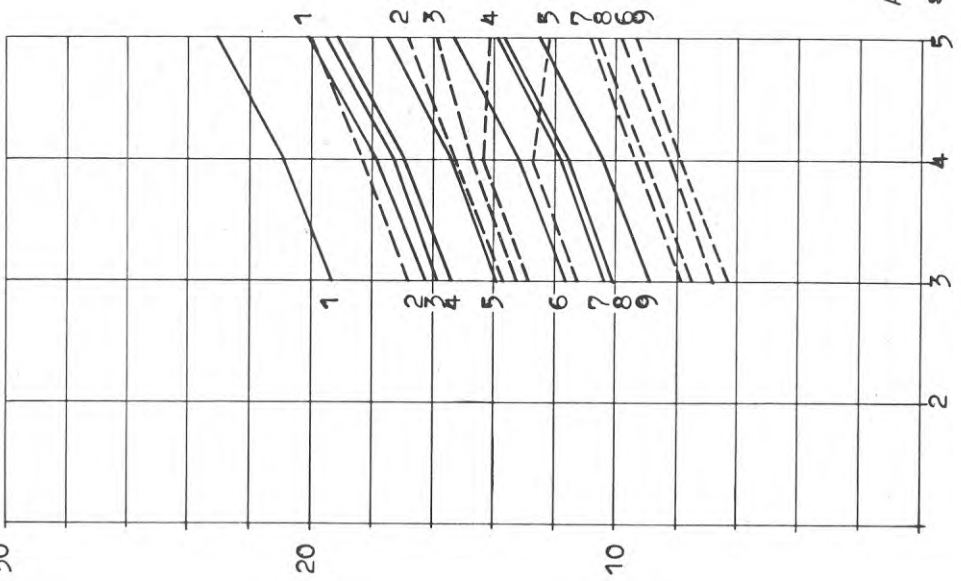
KORR.KOEFF 0,42  
 $\Delta y = 3,3$   
 $\Delta y \text{ MAX} = 5,3$

FÖRLÄGGNING  
STÅL BORRN.+GÄNGN.

- 1 BETONG
- 2 TEGEL
- 3 LÄTTBETONG
- 4 TRÄ
- 5 RÖR
- 6 BÄRLINA
- 7 ANKARSKENA
- 8 STEGE
- 9

LEDNINGSKOSTNAD  
AREA 2,5 MM<sup>2</sup>

KR/M  
30



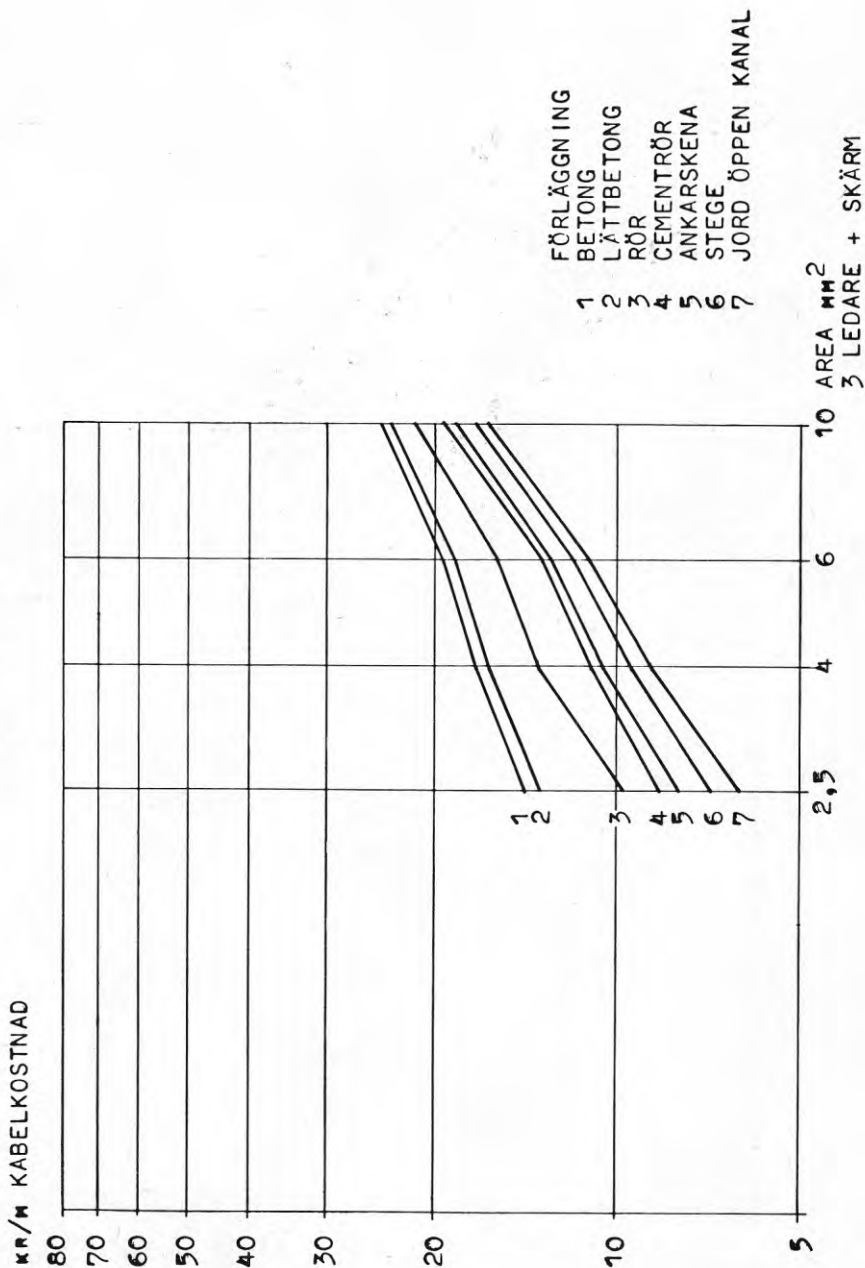
ANTAL LEDARE

ST

LEDNINGSNÄT 63/5/  
EKKJ

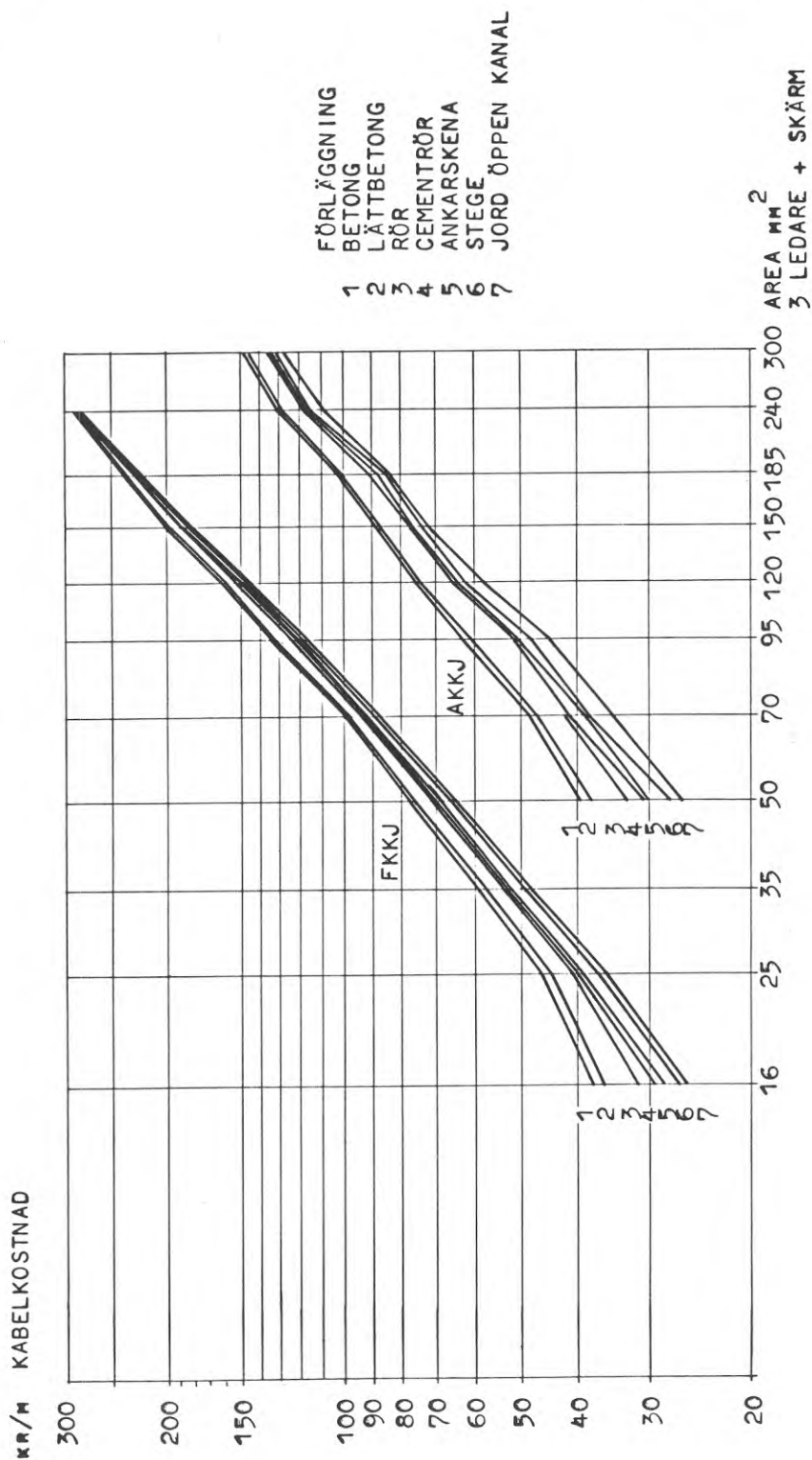
FIG 7.4:7  
1974-09

GRAFISKT SAMBAND  
 $y = 5,699 + 1,690x - 0,02518x^2$   
 KORR.KOEFF 0,79  
 $\Delta y = 3,0$   
 $\Delta y \text{ MAX} = 4,1$



LEDNINGSNÄT 63/5/  
AKKJ  
FKKJ

FIG 7.4:8 a  
1974-09



LEDNINGSNÄT 63/5/

GRAFISKA SAMBAND

AKKJ

$$y = 5,350 + 0,5406x - 3,417 \cdot 10^{-4} x^2$$

KORR. KOEFF 0,98

$$\Delta y = 6,6$$

$$\Delta y \text{ MAX} = 10,7$$

FKKJ

$$y = 10,68 + 1,207x - 1,467 \cdot 10^{-4} x^2$$

KORR. KOEFF 0,99

$$\Delta y = 5,6$$

$$\Delta y \text{ MAX} = 10,7$$

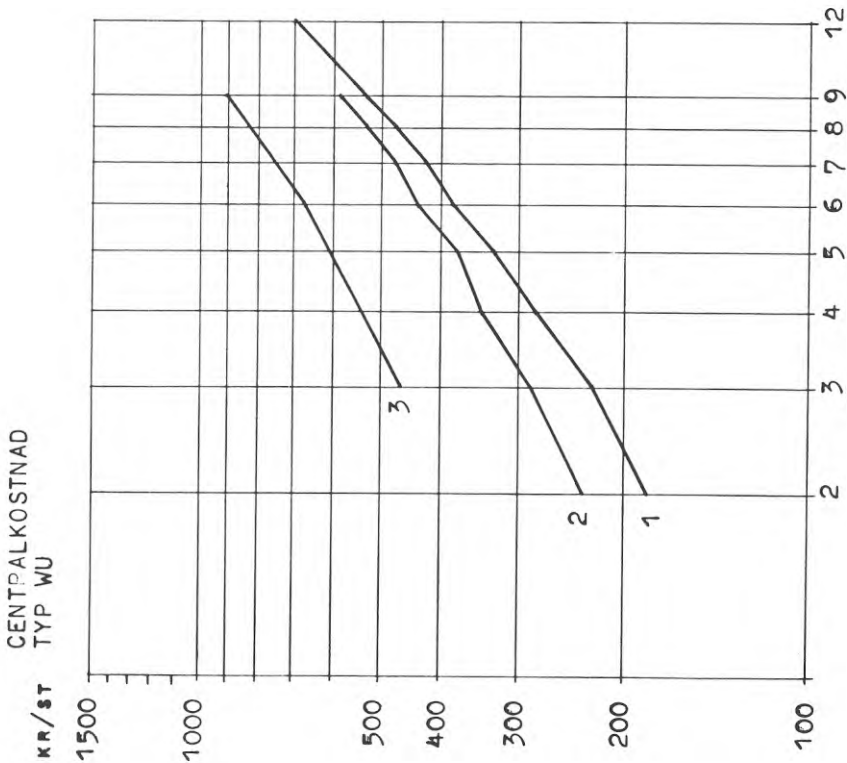
CENTRALUTRUSTNING 63/2/

FIG 7.4:9a  
 1974-09  
 H63/F3=211,2  
 107,8

- 1 3-POL, 25A UTAN HUVUDBRYTARE
- 2 3-POL, 25A MED HUVUDBRYTARE
- 3 3-POL, 63A MED HUVUDBRYTARE

GÄLLER FÖR  
 FÖRLÄGGNING VID:

- BETONG
- LÄTTBETONG
- TEGEL
- TRÄ
- STÅL
- ANKARSKENA



ANTAL GRUPPER

## GRAFISKA SAMBAND FÖR CENTRALKOSTNADER

1.  $y = 92,38 + 44,32x + 0,5247x^2$

KORR.KOEFF 0,99

$\Delta y = 4,2$

$\Delta y_{\text{MAX}} = 2,3$

2.  $y = 139,5 + 47,89x + 0,1816x^2$

KORR.KOEFF 0,99

$\Delta y = 5,6$

$\Delta y_{\text{MAX}} = 2,2$

3.  $y = 300,5 + 50,21x + 1,899x^2$

KORR.KOEFF 0,99

$\Delta y = 1,2$

$\Delta y_{\text{MAX}} = 2,3$

## 8 RUTINER VID KOSTNADSSTYRNING

För att under projekteringen styra de framtida byggnads- och installationskostnaderna mot den fastställda kostnadsbudgeten - ramen - måste denna vara satt på ett riktigt och verklighetsanpassat sätt.

Erfarenheten har visat att de mest graverande och för projektet skadligaste besluten ofta fattas under det s k "sättaramskedet". Anledningen härtill är dels för kort tid för erforderligt utredningsarbete, dels bristande rutiner vid kostnadsberäkningar. Sällan beaktas t ex den stora spridning som gäller för kostnader som beräknas ur ett grovt statistiskt material. För att bland annat fästa uppmärksamheten på dessa brister samt för att bidra till dess avhjälpande har denna rapport kommit till.

Att genomföra en kostnadsstyrning mot en totalsumma för projektet eller t o m de olika installationsdelarna VVS och EL är ej praktiskt genomförbart i sättaramskedet.

Kostnadsstyrningen börjar följaktligen när kostnadsramen sätts. Detta betyder att denna inte bör sättas förrän betryggande kostnadsutredningar har utförts. Dessa kostnadsutredningar kan ske stegvis och med hjälp av i det föregående beskrivna modeller och enligt de metoder som anges i kap 1.3.1.

Redan i kostnadsfas 2 - se avsnitt 4.1 - bör kostnadskalkylen vara uppdelad i de olika delsystem som projektet innehåller. Allt efter projektets framåtskridande bör de grövre kostnadsposterna för hela systemdelen ersättas av nedbrutna delposter. Först när en kostnadskalkyl är nedbruten i mindre lätt definierbara poster kan den egentliga kostnadsstyrningen ske. Generellt består denna i att man vid vissa gemensamma tidpunkter under projekterings gång

stämmer av de i kalkylerna upptagna mängderna, dimensionerna, kvaliteterna och åpriserna mot de aktuella.

Av största vikt är vidare att alla tänkta avvikelser från det ursprungliga förslag som låg till bas när ramen sattes

definieras  
kvantifieras  
kostnadsberäknas  
delgives sidokonstruktörer för konsekvensanalys  
motiveras inför byggherren

innan beslut om ändring av planerna sker.



Med ovanstående enkla regler i minnet och en disciplinerad projektorganisation med klara administrativa rapporteringsrutiner är den längsta vägen mot en acceptabel kostnadsstyrning tillryggalagd.

För övrigt hänvisas till "KUNNA kostnadsstyrning" KUNNA Seminarium 1974.

Ovanstående enkla samband och regler gäller påtagligt vid konventionell upphandling och där projektering till färdiga bygghandlingar föregår entreprenaden.

Vid s k tidig upphandling - där projektering och byggande sker samtidigt men något fasförskjutet - blir kravet på en riktig kostnadsbudget samt kostnadsstyrning mot denna än högre. Samtidigt blir det avsevärt svårare att såväl bibehålla projektets budgeterade tekniska nivå som att upphandla och kostnadsstyra.

I vissa fall är modell 4 den enda acceptabla modellen för kostnadskalkyler i kostnadsstyrnings-skedet.

## 9 SLUTORD

Behovet av tillförlitliga och allmänt tillämpade metoder för beräkning, kontroll och styrning av installationskostnaderna under projekterings-skedet har under de senaste åren alltmer accentuerats.

Ett skäl härtill är att installationskostnaderna har ökat kraftigt och ingår med en allt större andel i de totala byggnadskostnaderna. Detta beror bl a på de ökade kraven på boende- och arbetsmiljö, vilket har medfört alltmer omfattande och komplicerade installationer. Ett annat skäl är att de kostnadsbedömningar som idag utförs i regel ej är tillräckligt noggranna och tillförlitliga för att utgöra underlag för investeringsbeslut. De är ej heller så uppbyggda att de kan användas för kontroll och styrning av kostnaderna under den fortsatta projekteringen. Dessa kostnadsbedömningar grundas nämligen i de flesta fall på erfarenhetsvärden och tillgänglig statistik för kompletta el- och vvs-installationer men ej för enskilda installationsdelar. Uppgifterna är dessutom ej allmänt tillgängliga utan är spridda på ett stort antal konsulter, entreprenörer och byggherrar där enskilda medarbetare oftast samlar och förvarar uppgifterna.

Mot bakgrund av ovan redovisade förhållanden har utredningens målsättning varit att utarbeta tillförlitliga och enkelt användbara riktlinjer och metoder för beräkning, styrning och kontroll av installationskostnaderna från tidig projekteringsstart till avslutade upphandlingar. De första uppgjorda kostnadsberäkningarna måste vara så noggranna att de kan utgöra ett säkert underlag för investeringsbeslut i tidigt skede och så uppbyggda att en effektiv och systematisk styrning och kontroll av kostnaderna kan utföras under den fortsatta projekteringen.

Det är allmänt känt att förutsättningarna för installationernas utformning och funktion och därmed även kostnad är olika för varje byggnadsobjekt. Krav på funktion och standard, byggnadens utformning och geografiska läge, försörjning av media m m är några av de förutsättningar som påverkar installationernas uppbyggnad och kostnad. Installationerna består av ett flertal delar med vitt skilda funktioner. Varje funktionskrav och annan nämnd faktor påverkar var och en de olika installationsdelarna som således måste utformas med hänsyn härtill.

Samtidigt måste emellertid en optimering ske för att totalt sett den förmånligaste lösningen från funktions- och kostnadssynpunkt skall kunna erhållas för alla installationsdelar sammantagna. Det är därför i många fall nödvändigt att undersöka alternativa systemlösningar, vilka först måste kostnadsbedömas var för sig innan den slutliga utvärderingen kan utföras.

För att kunna utföra dessa bedömningar och kostnadsjämförelser måste installationerna uppdelas i sina olika huvuddelar och inom dessa även i tre systemdelar nämligen centralutrustning, ledningsnät och platsutrustning. Genom denna uppdelning kan varje kostnadspåverkande faktor för var och en av installationsdelarna bedömas och analyseras. Därefter kan den slutliga utvärderingen utföras som då kommer att utgöra ett väl underbyggt och definierat underlag för beslut om investering. Detta underlag används även för fastställande av kostnadsramar och för den fortsatta styrningen och kontrollen av kostnaderna under projekteringskedet.

Förutsättningarna för och kravet på kostnadsberäkningarnas noggrannhet varierar under tiden för projekteringsarbetets utförande. Olika beräkningsmodeller bör därför användas vid skilda tidpunkter. Det har visat sig lämpligt att utarbeta fyra modeller, var och en anpassad till en bestämd tidsperiod under projekteringen. Av dessa modeller utgörs två av statistikmodeller och två av kalkylmodeller.

Den mest noggranna och detaljerade kalkylmodellen motsvarar den anbuds-kalkyl som entreprenörerna uppgör och som i regel baseras på färdiga bygghandlingar. Med dessa handlingar som underlag kan detaljerade mängdförteckningar uppgöras. Dessa prissätts därefter enligt gängse prislister inom respektive branschdel. Förutom kostnader för materiel och arbete innehåller dessa kalkyler även omkostnader jämte vinst.

Med utgångspunkt från denna kalkylmodell har därefter övriga modeller byggts upp varvid succesivt allt större installationsenheter erhållits. Modellerna har blivit allt grövre ju tidigare i projekteringen de används och detta medför då en allt större förenkling av den ursprungliga kalkylen och en succesiv försämring av noggrannheten.

De beräkningsmodeller som avses att användas i tidigt skede är uppbyggda av de största installationsenheterna och har således den minsta noggrannheten men är dock tillräckligt detaljerade och noggranna för att användas vid kostnadsbedömning av olika systemalternativ. Med användande av dessa beräkningsmodeller kan således en optimering av samtliga installationsdelar ske, så att de som från funktions- och kostnadssynpunkt medför den förmånligaste lösningen för det aktuella objektet slutligen kan utvärderas. Därvid erhålls även erforderligt underlag för beslut om investering och för fastställande av kostnadsramar.

Under den fortsatta projekteringen erhålls från byggherren och från övriga konsulter utförliga och mer detaljerade uppgifter om objektet. Under detta skede används då succesivt de två beräkningsmodeller som innehåller kostnadsuppgifter för allt mindre installationsenheter. Detta medför att allt säkrare kostnadsberäkningar erhålls samtidigt som en kontinuerlig kontroll kan ske av att de tidigare uppgjorda kostnadsramarna ej överskrids. Kostnadsavstämningen mot dessa sker dels för varje enskild installation och dels inom dessa i de tre systemdelarna centralutrustning, ledningsnät och platsutrustning. Om tendens till överskridande av kostnadsramarna föreligger vid denna kontroll upptäcks detta således i så god tid att åtgärder kan vidtagas för att sänka kostnaderna. Beräkningsmodellerna används även för kostnadskalkylering av sådana ändringar och tillägg som kan uppstå under projekteringen. Om beslut fattas att genomföra ändringarna justeras samtidigt kostnadsramarna men denna kostnadsinformation kan även medföra att ändringarna modifieras eller helt slopas.

Den sista kostnadskontrollen sker genom att använda den beräkningsmodell som motsvarar entreprenörernas anbudskalkyl och som används under den senare delen av bygghandlingsskedet. I slutet av detta skede företas en sista avstämning mot kostnadsramarna som då har justerats för samtliga ändringar och tillägg som beslutats under projekteringen. Denna sista kostnadsberäkning utgör även underlag för kontroll av att de anbud som sedermera erhålls har en acceptabel prisnivå.

Det är utredningsgruppens förhoppning att de i rapporten redovisade riktlinjerna och metoderna skall komma att allmänt användas av installationskonsulter och övriga medverkande i projekteringsprocessen. För den fortsatta utvecklingen av kostnadsstyrningstekniken inom installationsbranschen är det av största vikt att de utarbetade modellerna testas på ett stort antal objekt av skilda slag och under hela projekteringsskedet. De erfarenheter som då erhålls medför möjligheter till kompletteringar och förbättringar av metoderna och beräkningsunderlagen. Den slutliga målsättningen med utredningsarbetet kan då uppnås nämligen tillförlitliga, enkelt användbara och allmänt tillämpade metoder för beräkning, styrning och kontroll av installationskostnaderna från tidig projekteringsstart till färdiga bygghandlingar.



**R18: 1976**

**Denna rapport avser anslag 730201-2 från Statens  
råd för byggnadsforskning till Hugo Theorells Ingenjörbyrå AB  
och Wahlings Installationsutveckling AB.**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 11184 Stockholm  
Grupp: Projektering**

**Pris: 49: —**