



LUND UNIVERSITY

FIVA - reglering av värmväxlar på Findus, Bjuv

Flato, Jerzy; Olofsson, Svante; Runesson, Morgan; Nilsson, Mats; Pålsson, Per

1976

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Flato, J., Olofsson, S., Runesson, M., Nilsson, M., & Pålsson, P. (1976). *FIVA - reglering av värmväxlar på Findus, Bjuv*. (Technical Reports TFRT-7103). Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology (LTH).

Total number of authors:
5

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

TFRT-7103

FIVA

REGLERING AV VÄRMVÄXLAR PÅ FINDUS, BJUV

J. FLATO
S. OLOFSSON
M. RUNESSON
M. NILSSON
P. PÅHLSSON

Rapport 7633(C) Juni 1976
Inst. för Reglerteknik
Lunds Tekniska Högskola

TILLHÖR REFERENSBIBLIOTEKET

UTLANAS EJ

FIVA

Reglering av värmväxlare på Findus, Bjuv.

Projektarbete i systemteknik.

Författare:

Jerzy Flato
Svante Olofsson
Morgan Runesson
Mats Nilsson
Per Pålsson

Handledare:

Gustaf Olsson

Innehållsförteckning

- 0. Beteckningar
- 1. Förord
- 2. Beskrivning av systemet
 - 2.1 Processbeskrivning
 - 2.2 Regleringssystemet
- 3. Preliminära mätningar
- 4. Matematiska modeller
 - 4.1 Systemets utseende
 - 4.1.1 Regulatorn
 - 4.1.2 Ventilen
 - 4.1.3 Värmeväxlaren
 - 4.1.4 Temperaturgivaren
 - 4.2 Regulatorn
 - 4.2.1 Mätomvandlare G1 och G2
 - 4.2.2 Regulatorrekvationer
 - 4.2.3 Begränsning av utsignal
 - 4.3 Ventilen
 - 4.3.1 Skalning
 - 4.3.2 Ventildynamik
 - 4.4 Värmeväxlaren
 - 4.4.1 Fysikaliska modeller
 - 4.4.2 Approximation 1
 - 4.4.3 Approximation 2
 - 4.4.4 Approximation 3
 - 4.4.5 Approximation 4
 - 4.6 Temperaturgivaren
- 5. Simuleringsprogram
- 6. Simuleringar
- 7. Resultat
 - 7.1 Förslag till ändring
- 8. Bilagor
 - 1. Figurbilaga 11-17
 - 2. Diagrambilaga 1 och 2.
 - 3. Simuleringsprogram
 - 4. Ventilställdon
 - 5. Temperaturgivare
 - 6. Ventiler
 - 7. Regulator
 - 8. Värmeväxlare

O

Beteckningar

\dot{m}	massflöde (kg/s)
T	temperatur, tidskonstant ($^{\circ}\text{C}$), (sek)
Θ_m	logaritmisk medeltemperatur
t	tid (s)
P	effekt (W)
k	värmeövergångstal ($\text{W}/\text{m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$)
M	massa (kg)
α	värmeöverföringstal ($\text{W}/\text{m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$)
Q	värmeeffekt (W)
A	area (m^2)
T_d	derivationstid (s)
T_i	integraltid (s)
K	förstärkningsfaktor
Y	utsignal
E	regulatorns insignal
U1	regulatorns utsignal=ventilens insignal
m_v	ventilens utsignal=vvx insignal
T_{kut}	vx utsignal= Temperaturgivarens insignal
Y(TEMPG)	temperaturgivarens utsignal
Y1 Y U U2	skalningsfaktorer
y_{ref}	börvärde
δ	längd (m)
λ	värmeledningstal ($\frac{\text{W}}{\text{m }^{\circ}\text{C}}$)

1 FORORD

Inom ramen för kursen i systemteknik, vid LTH, har detta projektarbete gjorts på ett värmeväxlersystem i Findus anläggning i Bjuv.

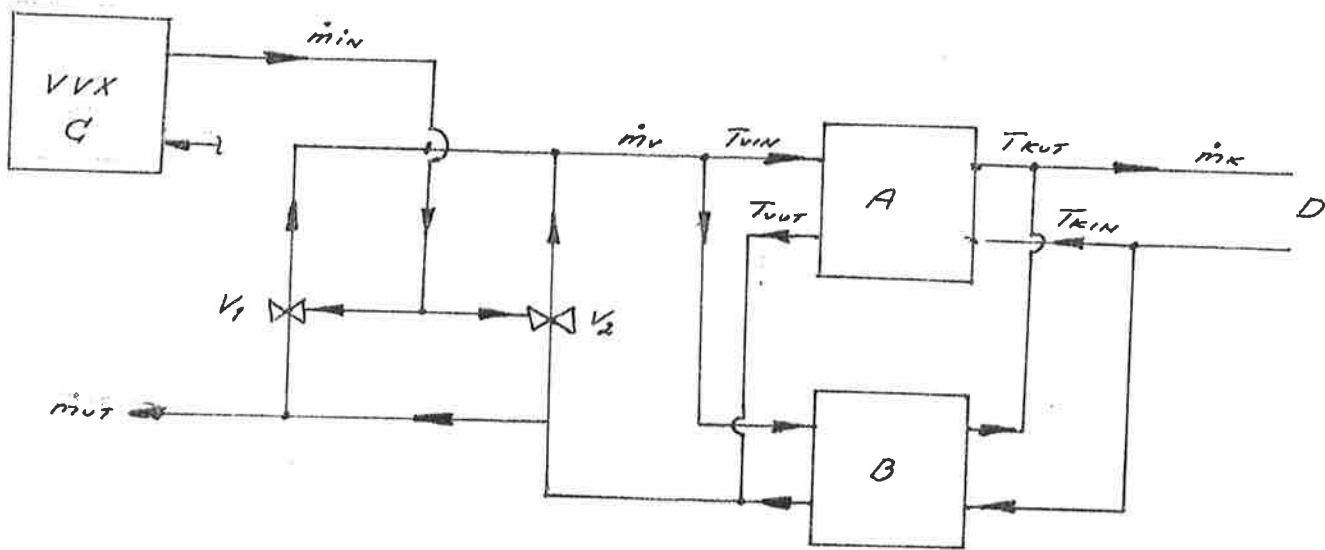
Systemet användes till varmvattenproduktion för diskning och rengöring av maskiner i sopp- och barnmatshallen. Det skall också förse duscharna på fabriken med varmvatten.

Problemet har varit, att man ibland fått alldeles för hett vatten, vilket lett till att personal skållat sig.

Syftet med arbetet är att reglera temperaturvariationerna i systemet så, att man får en konstant temperatur.

Vår målbüttning har varit, att temperaturen ej skall variera mer än $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

Vi tackar Civ. ing. Göran Andersson, Ångpanneföreningen Malmö och Univ. lektor Gustaf Olsson samt berörd personal på Findus för deras synpunkter och råd.



Figur 1. Värmeväxlarna A och B försörjes av det varma massflödet \dot{m}_v , som kan regleras med ventilerna V_1 och V_2 . Dessa är kopplade i split-range dvs. när de är stängda går hela \dot{m}_{vin} genom växlarna och när ventilerna är öppna passerar hela flödet förbi vvx. Vid andra driftslägen går en del av \dot{m}_{in} genom växlaren och resten passerar förbi. Komponent C är den enhet som producerar varmvatten till de två värmeväxlarna.

Då värmeväxlarna arbetar parallellt betraktar vi i fortsättningen dessa som en enhet. Även ventilerna anses arbeta som en komponent. Fullt ventilutslag erhålles då de båda ventilerna öppnat helt.

2.2 Reglersystemet.

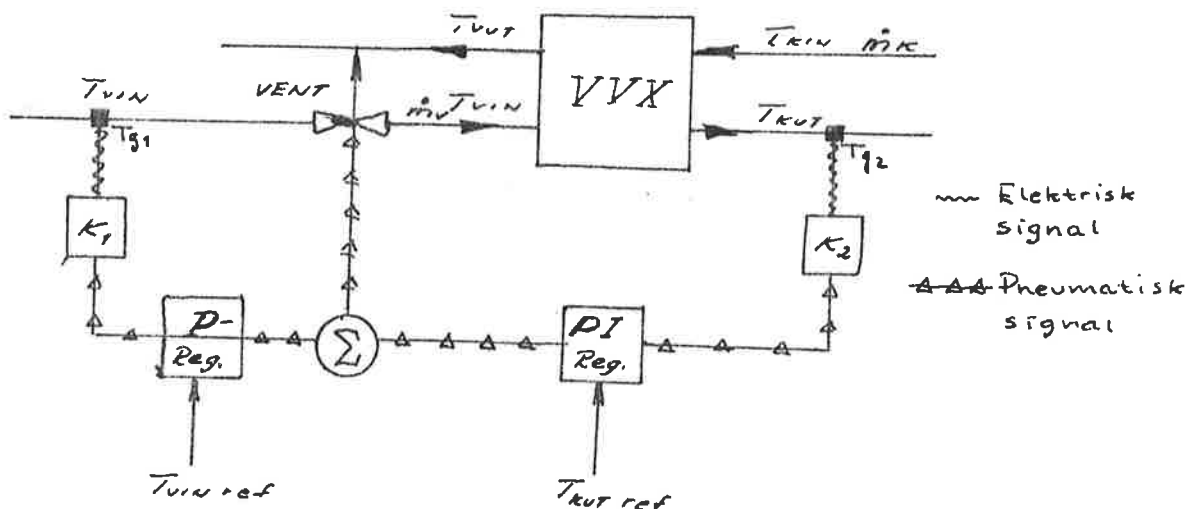
För att få information om systemets temperatur i lämpliga punkter har två termoelement monterats in. Dessa skall sedan ge signaler till regulatorerna som avgör huruvida insignalen ^(till vvx) skall ändras eller ej.

Temperaturgivare 1 (Tg 1): Detta är en framkoppling till ventilen, som i förhand talar om hur T_{vin} varierar. Genom denna koppling blir systemet snabbare.

Temperaturgivare 2 (Tg 2). Detta är en återkoppling till ventilen, som tillsammans med en referenstemperatur^{och regulator} skall ge ett så stabilt värde på T_{kut} som möjligt. Målet är att hålla $T_{kut} = T_{referens}$.

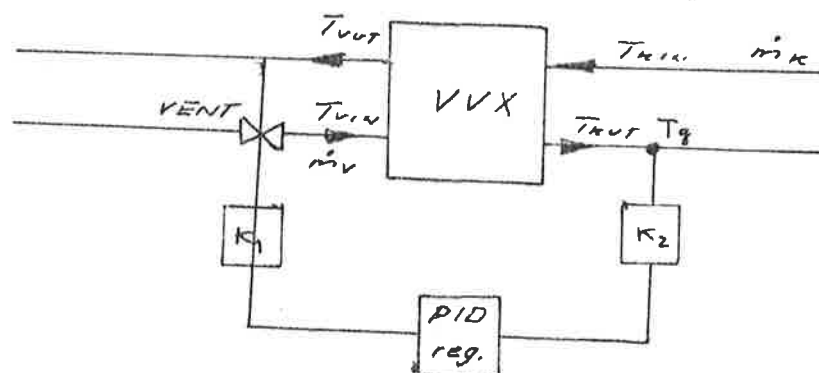
För att kunna reglera systemet kopplas insignalerna till två olika regulatorer. Den ena är en proportionell reglerenhet och den andra en proportionell-integrerande enhet. (P resp. PI regulatorer). Temperaturgivarna ger en elektrisk utsignal, regulatorerna har pneumatiska in- och utsignaler och ventilerna har pneumatiska insignaler. Detta medför att vissa signalomvandlingar har måst göras. Dels mellan temperaturgivaren och regulatorn och dels mellan regulatorn och ventilen. Både de elektriska och pneumatiska signalerna är standardiserade, till 4- 20 mA respektive 3-15 psi.

Målsättningen med reglersystemet är således att hålla T_{kut} konstant vid belastningsvariationer på kalla sidan. Det reglersystem som enligt ritningen skall finnas på Findus visas i figur 2.



Figur 2. Tg 1 ger en elektrisk utsignal som omvandlas i K_1 till pneumatisk signal, som går till regulatorn och jämföres med börvärdet. Skillnaden mellan signalerna förstärkes med faktorn K och anger om ventilläget skall ändras. Samma sak gäller för återkopplingen Tg 2. Här finns även en integrerande del som försöker hålla integralen av skillnaden mellan verkligt och börvärde till noll.

Vid en första analys av reglerproblemet ansåg vi att problemen låg i starkt varierande \dot{m}_v , T_{vin} och \dot{m}_k . Alla dessa förändringar leder till att T_{kut} kommer att variera. För att få visshet om våra misstankar, samt att göra mätningar på systemet, gjorde vi ett besök på Findus. Där visade det sig att vi haft fel. Såväl flöde som temperatur på primärsidan var i stort sett konstant. Vad som inte hellre stämde var att regulatorerna var utbytta mot en PID-regulator. Detta på grund av att de tidigare systemet inte fungerat tillfredställande m.p. T_{kut} . Emellertid fann vi ganska snabbt skälet till att den gamla applikationen ej fungerat. Man hade framkopplat med PI-regulatorn och återkopplat med P-regulatorn. P-regulatorn i återkopplingen kan ej reglera bort det stationära felet i T_{kut} . Vidare kommer den integrerande delen i framkopplingen att alltid uppleva ett fel mellan aktuellt och önskat värde, dvs. tidsintegralen av felet mellan de båda värdena kan aldrig bli noll. Av sistnämnda skäl kommer regulatorinstallationen inte att fungera, vilket tydligen också visat sig, ty man hade helt enkelt kopplat ur dessa regulatorer och ersatt dem med en PID-regulator enligt figur 3.



Figur 2. I temperaturgivaren erhålles en elektrisk signal som i k_2 omvandlas till pneumatisk signal. Denna jämföres med referenssignalen i regulatorn som i sin tur ger lämplig utsignal som ändrar ventilläget via omvandlingen k_1 .

Att man ej framkopplat i detta senare system beror på att T_{vin} och \dot{m}_{in} är relativt konstanta. Istället har en deriverande del lagts in i återkopplingen. Denna del försöker ange trenden hos T_{kut} för att regulatorn snabbare skall ställa in sig på rätt värde. Man skulle kunna säga att regulatorn ställer in sig ^{mot} på nytt värde redan "innan" en belastningsvariation har inträffat. Vid inkopplingen av PID-regulatorn hade man dock ej beaktat att systemet är relativt långsamt och använt sig av en alltför stor integralförstärkning. Detta har resulterat i en s.k. wind-up dvs. regulatorn pendlar mellan min.-max.-utslag eller i värsta fall lägger den sig ett av nämnda lägen. Det är lämpligt att använda en liten eller ingen intralförstärkning alls. Systemet är långsamt och tidsintegralen av felet kommer hela tiden att vara skillt från noll, om då integralförstärkningen är för hög resulterar detta i att regulatorn bottnar i endera läget. Om vi antar att regulatorn ger max.utslag och flödet är mättat pga rördimentinen erhålles en ensidig wind-up. Typiskt gör man på sekundärsidan ett relativt kortvarigt men intensivt vattenuttag. Temperaturen går därvid ner och reglerfelet blir stort. Regulatorn ger efter en viss tid en stor utsignal och öppnar ventilen mycket. Denna ventilöppning ligger då kvar även om kranarna ~~är~~ stänges igen. Om man sedan öppnar kranarna igen efter kort tid får man på kalla sidan en temperatur som vida överstiger den önskade. Fenomenet medför i svåra fall att man bränner sig av det varma vattnet.

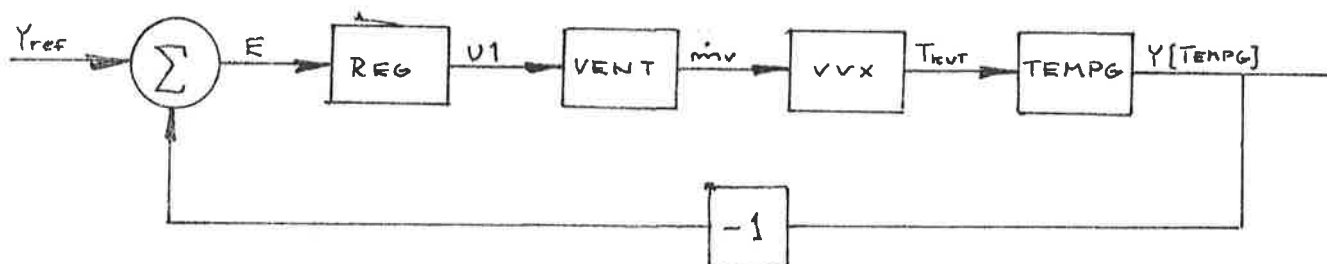
3. Preliminära mätningar

För att få en uppskattning om hur systemet uppför sig gjorde vi vissa mätningar. Dels gjorde vi stegsvars-mätning och dels gjorde vi mätningar på de enskilda komponenterna för att få en känsla för tidskonstanternas storlek. En grov uppskattning erhålles genom att sätta tidskonstanten lika med en tredjedel av öppnings- stängnings- eller slutningstid för de olika komponenterna. Resultat: Ventilen $T= 4$ sek. , Temperaturgivaren $T= 20$ sek. , Värmeväxlaren $T= 10$ sek.

Vid mätningarna fann vi att ventilen stod stängd i alla lägen dvs flödet till värmeväxlaren var hela tiden maximalt. Vid kontroll fann vi att temperaturen T_{vin} hade sänkts från 90°C till 70°C . Tydligt var det så att pga att värmeinnehållet på varma sidan hade minskat blev styrregeln att hålla varma sidans flöde maximalt för att erhålla ett något/sånär riktigt T_{kut} . Då uttaget på kalla sidan ökar kan ventilen inte öka flödet på varma sidan dvs T_{kut} blir lägre än önskat värde. För att överhuvudtaget ge ventilen en chans att reglera flödet måste värmeinnehållet på varma sidan ökas. Vi ökade således T_{vin} till 85°C . Vidare gav vi integralförstärkningen värdet noll. Därefter gjorde vi momentana lastuttag på kalla sidan, i form av att kranar öppnades och stängdes. De storheter som avlästes var \dot{m}_k , T_{kut} och ventilläget. Dessa mätningar för några olika regulatorinställningar och finns redovisade i diagram 1 och 2. Resultatet av dessa mätningar gav att med en proportionell förstärkning på 4 och en derivationstid på 20 sek., fick vi en bra reglering. Den gav en differens i T_{kut} på 5°C och återhämtade sig till utgångsläget $T_{kut} = 60^{\circ}\text{C}$ på fyra minuter.

4 Matematiska modeller

4.1 Systemets utseende



Figur 4. Blockschemat över systemet. Skillnaden mellan utsignalen Y och referensvärdet Y_{ref} går till regulatorn som ger signal till ventilen att ändra massflödet till värmeväxlaren.

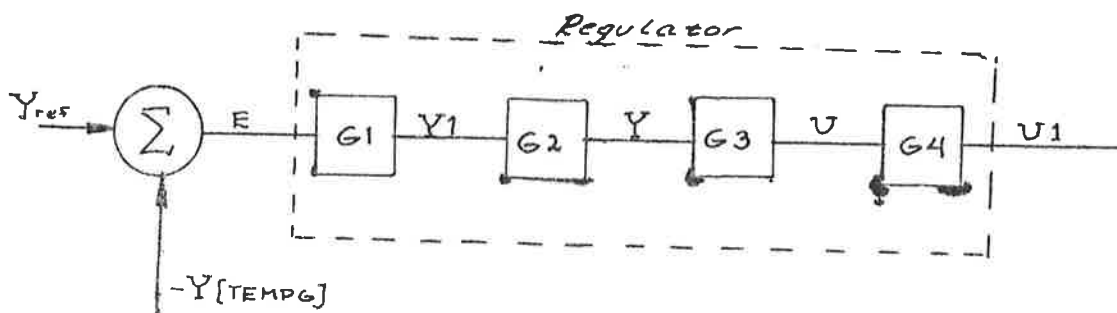
4.1.1 Regulatorns insignal är E och dess utsignal är U1. I regulatorn ryms flera överföringsfunktioner vilka kommer att behandlas senare.

4.1.2 Ventilens insignal är U1 och dess utsignal \dot{m}_v . Även här finns en enkel överföringsfunktion inbakad.

4.1.3. Värmeväxlarens insignal är \dot{m}_v och dess utsignal T_{kut} .

4.1.4 Temperaturgivarens insignal är T_{kut} och dess utsignal är Y(TEMPG).

4.2 Regulatorn



Figur 5. Regulatorns principiella utseende. G1 och G2 är mätomvandlare, G3 är regulator enheten av typ PID samt G4 är en begränsning av utsignalen.

Som synes är regulatorn uppdelad i 4 överföringar. G3 motsvarar PID regulatorn och övriga är anpassningar.

4.2.1 Mätomvandlare G1 och G2

Signalen E har sorten grader och måste omvandlas till en pneumatisk signal i området 3-15 psi. Vi har valt att sätta signalen till ± 6 enheter istället, detta för att förenkla beräkningen.

G1 utgör alltså följande samband $Y1 = c \cdot E$, där c är en parameter som bestämmer hur stort utslag Y1 skall ge för ett visst E. Y1 begränsas dock mellan plus och minus 6 enheter.

G2 sättes till 1 och är endast en koppling.

4.2.2 Regulatorekvationer

G3 kan teoretiskt skrivas som:

$$G_{3T} = K(1 + T_d s + 1/T_i s) \quad (4.1)$$

Detta är således en PID-regulator.

T_d är deriveringstid

T_i är integrerinstid

Då sT_d ej kan realiseras ersättes G_{3T} med G3 till:

$$G_3 = k(1 + sT_d)/(1 + 0.1sT_d) + k_1/s \quad k_1 = 1/T_i \quad (4.2)$$

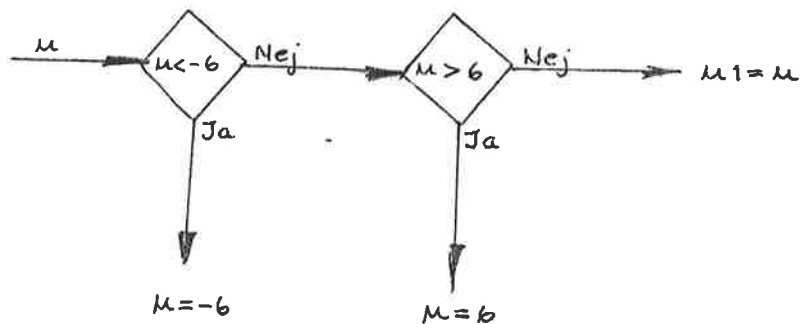
Om ekvationen skrives på observerbar form erhålles:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -10/T_d \cdot x_1 + x_2 + (kk_1 - 90k/T_d)Y \\ \dot{x}_2 = 10kk_1/T_d \cdot Y \\ u = x_1 + 10k \cdot Y \end{cases} \quad (4.3)$$

Olyckligtvis kan T_d ej sättas lika med noll då några termer blir allt för stora. Då våra inställningar avsevärt skiljer sig från noll har uttrycket ej korri-gerats.

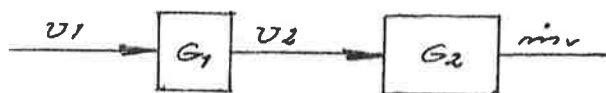
4.2.3 Begränsning av utsignal

För att begränsa utsignalen mellan minus 6 och plus 6 har G4 inlagts. G4 utgår regeln enl. fig.6.



Figur 6. Beslutsregeln G4.

4.3 Ventilen



Figur 7. Ventilen. G1 är en skalning och G2 är själva ventilen.

Ventilen består av två överföringar G1 och G2. G1 är en skalning och G2 är själva ventilen med \dot{m}_v som utsignal.

4.3.1 Skalning

G1 är en skalning från utslaget $+6$ enheter till området $0-100\%$. Regeln för G1 ges av:

$$U_2 = 50 + 8.34U_1 \quad (4.4)$$

4.3.2 Ventildynamik

Ventilen anses matematiskt utgöra en enkel integrator dvs överföringsfunktionen ges av:

$$G_2 = K/(1+sT) \quad (4.5)$$

När utsignal-insignalrelationen erhålles vid transformering till tidsplanet:

$$d\dot{m}_v/dt + 1/T \cdot \dot{m}_v = k/T \cdot U_2 \quad (4.6)$$

Det stationära sambandet ger K till:

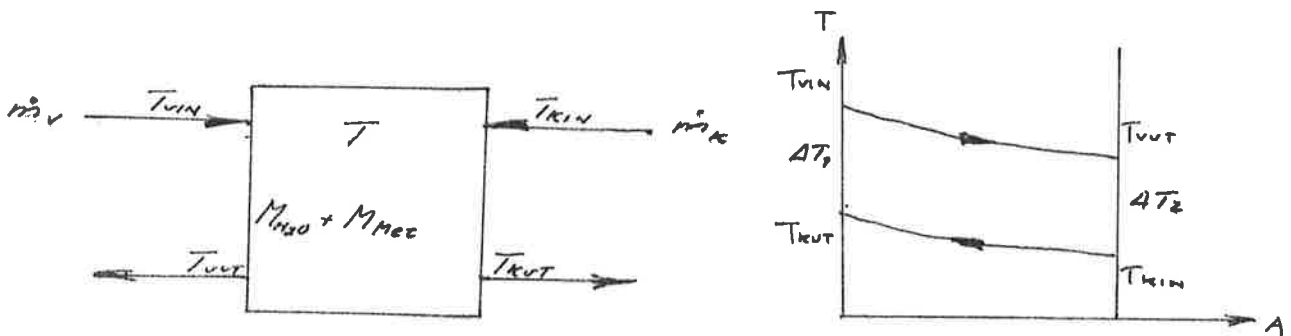
$$K = \dot{m}_v / U_2 \quad (4.7)$$

K är således ett uttryck för ventilens känslighet.

4.4 Värmeväxlaren

4.4.1 Fysikalisk modell

För att finna ett samband mellan utsignal och insignal försöker vi först att sätta upp fysikaliska samband.



Figur 8. Värmeväxlaren.

Följande ekvationer gäller:

$$\begin{cases} P_v = \dot{m}_v C_{pH_2O} (T_{vin} - T_{vut}) & (4.8) \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_k = \dot{m}_k C_{pH_2O} (T_{kut} - T_{kin}) & (4.9) \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_v = k_v A_v \theta_m & (4.10) \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_k = k_k A_k \theta_m & (4.11) \end{cases}$$

$$\theta_m = (\Delta T_1 - \Delta T_2) / \ln(T_1/T_2) \quad (4.12)$$

$$\begin{cases} \Delta T_1 = T_{vin} - T_{kut} & (4.13) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta T_2 = T_{vut} - T_{kin} & (4.14) \end{cases}$$

För värmväxlarens icke definierade temperatur T gäller:

$$(M_{H_2O} C_{pH_2O} + M_{met} C_{pMEt}) dT/dt = \Delta P = P_v - P_k \quad (4.15)$$

För att lösa denna ekvation krävs en definierad temperatur T . För värmväxlaren gäller att dT/dx , dT/dy och dT/dz är skilda från noll, och beroende av kanalernas utformning och värmebärande mediums hastighet.

4.4.2 Approximation 1

T definieras som:

$$T = (T_{vin} + T_{vut} + T_{kin} + T_{kut})/4 \quad (4.16)$$

Denna medell tar ej hänsyn till hur stora flöden som passerar på de båda sidorna. Modellen får anses som mycket grov då värmväxlarens geometri och utformning ej beaktas.

4.4.3 Approximation 2

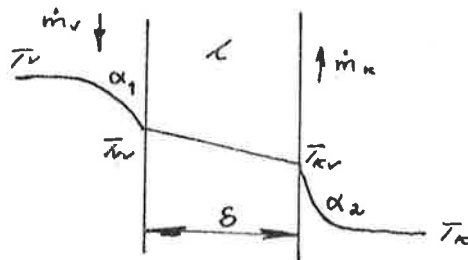
$$T = \alpha \cdot (T_{vin} + T_{vut})/2 + \beta \cdot (T_{kin} + T_{kut})/2 \quad (4.17)$$

$$\alpha = \dot{m}_v / (\dot{m}_v + \dot{m}_k) \quad \beta = \dot{m}_k / (\dot{m}_v + \dot{m}_k) \quad (4.18)$$

I denna modell viktas medeltemperaturen på värmväxlarens båda sidor med hjälp av varma och kalla flödena. Fortfarande saknas termer som tar hänsyn till växlarens geometriska utformning.

4.4.4 Approximation 3

En bättre modell torde erhållas om värmeväxlarens värmeöverförande ytor uppdelades i ett stort antal bitar som sedan möjliggör en uppskattning av T.



Figur 9. Värmeledning och värmeövergång vid plan vägg.

$$T_v - T_{kv} = 1/\alpha_1(\dot{m}_v) \cdot d\dot{Q}/dA \quad (4.19)$$

$$T_{vv} - T_{kv} = \delta/\lambda \cdot d\dot{Q}/dA \quad (4.20)$$

$$T_{kv} - T_k = 1/\alpha_2(\dot{m}_k) \cdot d\dot{Q}/dA \quad (4.21)$$

Om dessa ekvationer skulle man kunna erhålla en lämplig temperatur T. För att möjliggöra beräkningen måste dock värmeväxlarens geometriska förhållanden vara helt kända. Ett allmänt samband skulle således vara mycket svårt att ställa upp. Vid litteraturstudier har det visat sig svårt att finna några samband där växlare behandlats som dynamiska system. Detta troligen på grund av att olika värmeväxlare har varierande konstruktion. Det får anses vara utanför ramen för denna rapport att ställa upp denna typ av modell.

4.4.5 Approximation 4

Antagligen erhålles en mycket god approximation av värmeväxlaren under antagandet att den utgör ett dynamiskt system av första ordningen. Med tanke på dess beteende kan överföringsfunktionen skrivas som:

$$G = K/(1+T_1s) = T_{kut}(s)/\dot{m}_v(s)$$

$$T_1 = \text{tidskonstant}$$

Om ekvation (4.22) transformeras till tidsplanet erhålles följande diff. ekv. :

$$dT_{\text{kut}}/dt + 1/T_1 \cdot T_{\text{kut}} = K/T_1 \cdot \dot{m}_v \quad (4.23)$$

Antag att $T_{\text{vut}} = (T_{\text{vin}} + T_{\text{kut}})/2 \quad (4.24)$

Detta är en approximation som gäller med tillräckligt god noggrannhet inom det aktuella arbetsområdet.

Vid stationärt förhållande $dT_{\text{kut}}/dt=0$ fås ur ekv. (4.8), (4.9), (4.23), (4.24) :

$$K = 2(\dot{m}_v T_{\text{vin}} + \dot{m}_k T_{\text{kin}}) / \dot{m}_k (2\dot{m}_k + \dot{m}_v) \quad (4.25)$$

En rimlig approximation av tidskonstanten T ges av:

$$T = (M_{\text{H}_2\text{O}} + M_{\text{met}}) / \dot{m} \quad \dot{m} = (\dot{m}_v + \dot{m}_k) / 2$$

4.6 Temperaturgivaren

Överföringsfunktionen ges av:

$$G = K/(1+T_2s) = Y(s)/T_{\text{kut}}(s)$$

Transformering till tidsplanet ger:

$$dY/dt + 1/T_2 \cdot Y = K \cdot T_{\text{kut}} / T_2$$

Vid stationärt tillstånd fås:

$$K = Y / T_{\text{kut}}$$

K sättes till 1.0 . .

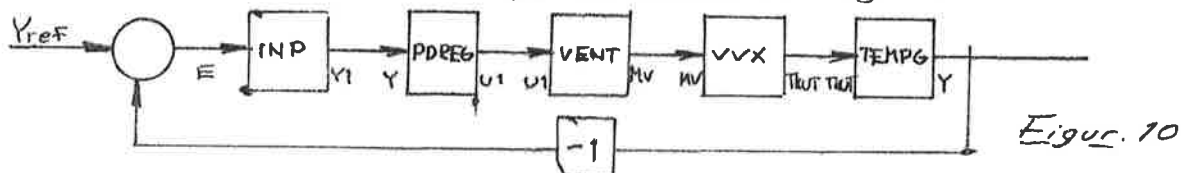
5. Simuleringsprogram.

För simulering använde vi det interaktiva programmet SIMNON. SIMNON är lämpat för simulering av kontinuerliga och diskreta system, även icke linjära.

En beskrivning av simuleringspråket och programsystemet finnes i

H. Elmqvist: SIMNON- An Interactive simulation program for nonlinear Systems. User s Manual. Rapport 7502, Dept. of Automatic Control, Lund Inst. of Technology.

Alla delsystemen inom värmeväxlersystemet beskrives på likartat sätt. Delsystemen länkas sedan ihop i ett CONNECTING SYSTEM enligt blockschemat fig.10.



Samtliga programlistningar förekommer i bilaga 1.

6. Resultat Simuleringar

Utgångspunkten för våra ^{or}simuleringar varit de mätningar som gjordes på Findusfabriken och den regulatorinställning vi då hade .

I programmet INP finns en parameter C som är ett mått på hur stor signal som skall gå till regulatorn vid viss temperaturavvikelse från referensvärdet. Vi har simulerat för olika C-värden för att få en så bra överensstämmelse som möjligt med mätningarna. Vid normal drift utan lastuttag var flödet 10 kg/sek. Vi uppskattar det totalflöde som vi åstadkom till 16 kg/sek. Enligt mätningarna återgick systemet till sitt jämviktsvärde på mellan 3 och 4 minuter. I simuleringarna anpassades C till 0.01 (fig.11). Ett av de stora problemen vid Findus är att efter ett stort vattenuttag stiger temperaturen på tappvattnet. Figur 12 visar

19

simulering av nuvarande reglersystem då uttaget flöde varierar enligt figur 12. Det framgår av figuren att man då får en kraftig temperaturtopp.

Genom att ändra på förstärkning, derivationstid och integrationstid försökte vi få mindre temperaturvariationer. I figur 13 visas temperatursimulering med samma flödestörning som i fig.12 men förstärkningen har ökat till 100. Den kraftiga temperaturtoppen har nästan helt försvunnit, men temperaturen svänger lite kring sitt referensvärde. För att få bort detta kan man lägga på en liten integralförstärkning, och samtidigt minska K något. I figur 14 visas förloppet för $K=80$, $K_1=0.01$ samt $TD=20$.

Man måste vara försiktig så att man ej integrerar ett för stort fel, då kan man nämligen ^(kan) få wind-up. (figur 15).

Vi försökte även att ändra derivationstiden för att se hur denna påverkar systemet. Vi fann att det värde som vi hade från början, $TD=20$ sek, var det bästa.

Man kan även tänka sig att förbättra regleringen genom att ge en större insignal för ett visst reglerfel. I figur 16 visas maximalt lastuttag utan att ventilen blir stängd. Detta fall får man för $C=0.17$. Simulering av samma uttag som gjorts i figur 12 visas i figur 17. Detta fall ger ett tillfredställande resultat.

I fig. 18 kan man jämföra förloppen för den verkliga (1) och den uppmätta (2) temperaturen och på det sättet få en känsla för temperaturgivarens dynamik.

För övrigt kan man säga att den dynamiska modellen har ganska bra anpassats till den verkliga processen. Skillnaden kan bero på att vi inte tagit hänsyn till värme- och tryckförluster i systemet, ev. läckage i ventilerna, tryckvägor i pneumatiska ledningar och dylikt.

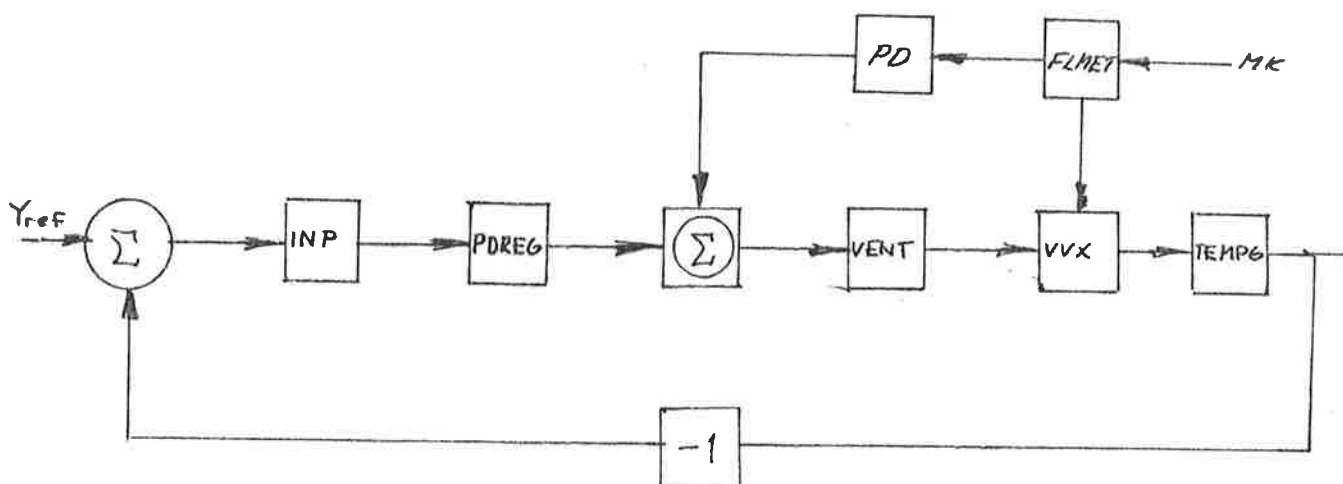
7 Resultat

7.1 Förslag till ändringar

- Temperaturen på primärsidan bör ökas till 80 - 90 grader så att ventilen ej står öppen hela tiden.
- Temperaturgivaren bör vara snabbare, så att kurvorna (1) och (2) i fig. 18 ligger närmare varandra och regulator känner av temperaturändringarna i god tid.
- Den befintliga kombinationen ventiler - värmeväxlare tycks inte vara den lämpligaste. Vi föreslår antingen snabbare ventiler eller större värmeväxlare.
- Det framgår av vår undersökning att den lämpligaste regulator skulle vara av PD - typ. På den befintliga PID - regulator är det omöjligt att stänga av I - delen helt.

7.2 Frankoppling

Vi har betraktat även alternativ uppkoppling, där man framkopplar vattenflödet på kalla sidan. Denna variabel \dot{m}_k utgör den väsentligaste störningen. Dock finns idag ingen flödesmätare. Frankopplingen skulle snabba upp systemet ytterligare, samtidigt som återkoppling med PID-regulator finjusterar regleringen.



Figur 18. Frankopplat system mha \dot{m}_k .

Bilaga 1. Figurer.

PLOT TKUTEVVKJ U2

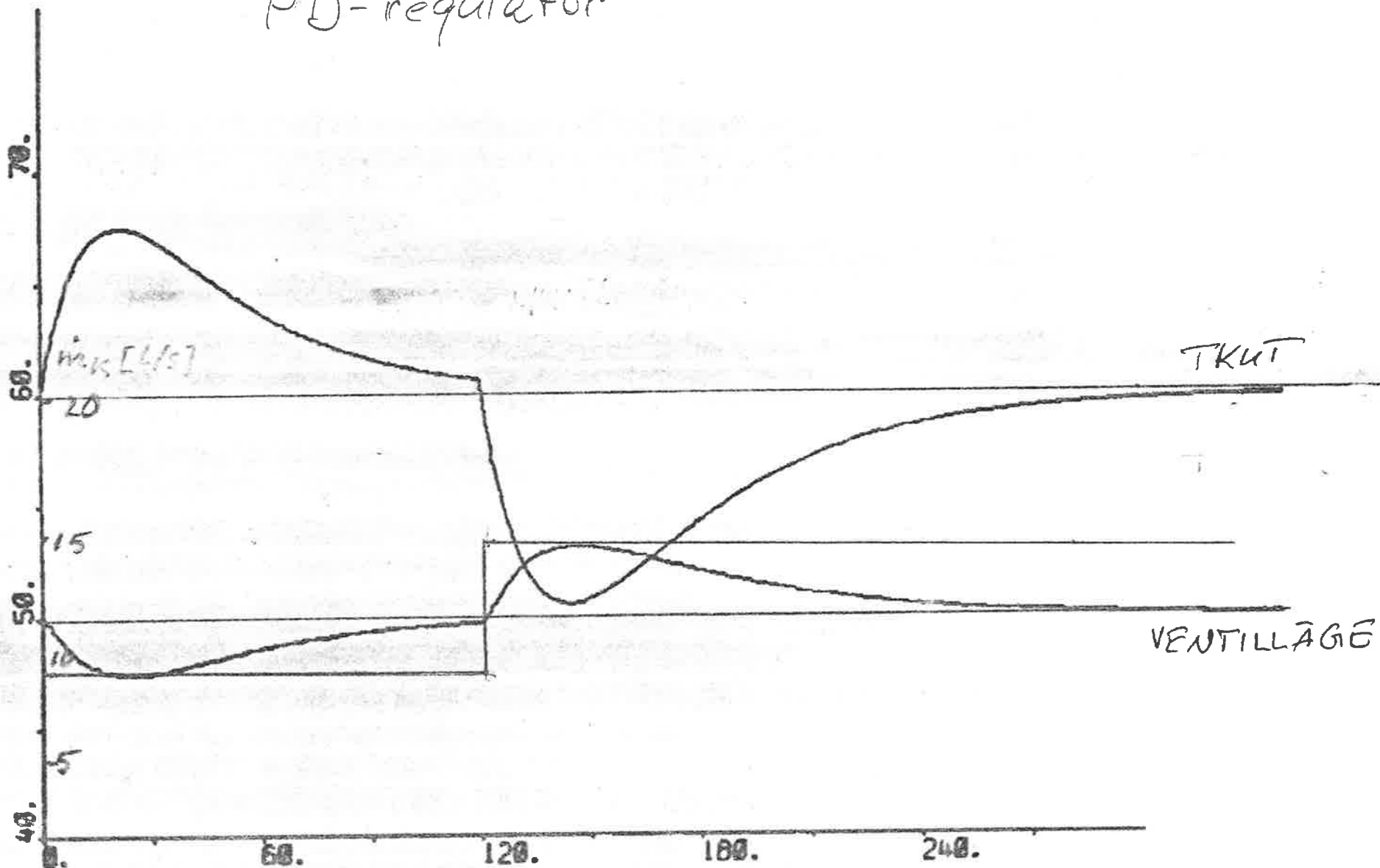
Fig. 11

$C=0.01$

$K=4$

$TD=20s$

PD-regulator

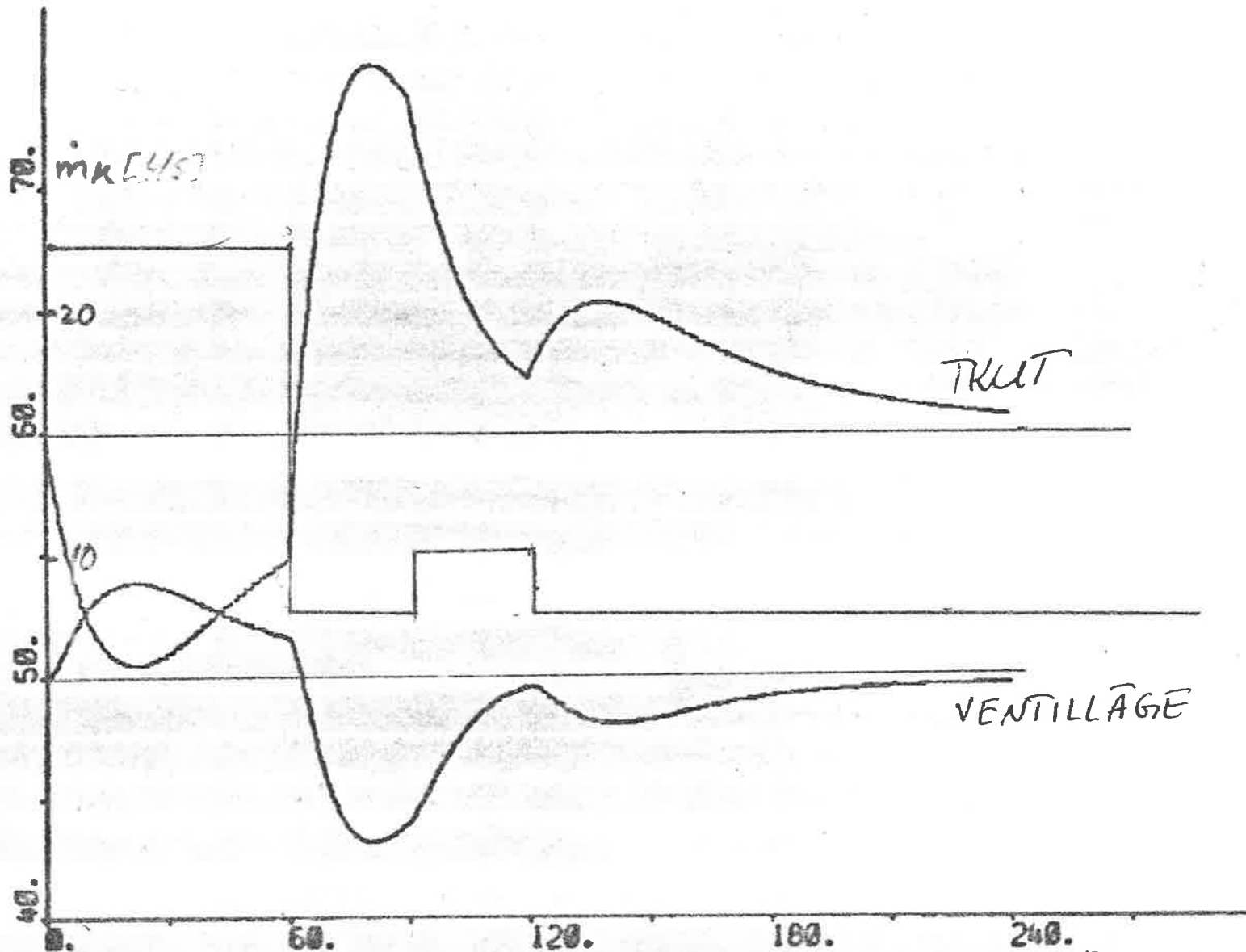


vid tiden 120 ökas kalla massflödet från 10 till 16 l/s

PLOT TKUT(VVX) U2

C=0.01
K=4
TD=20S

Fig. 12

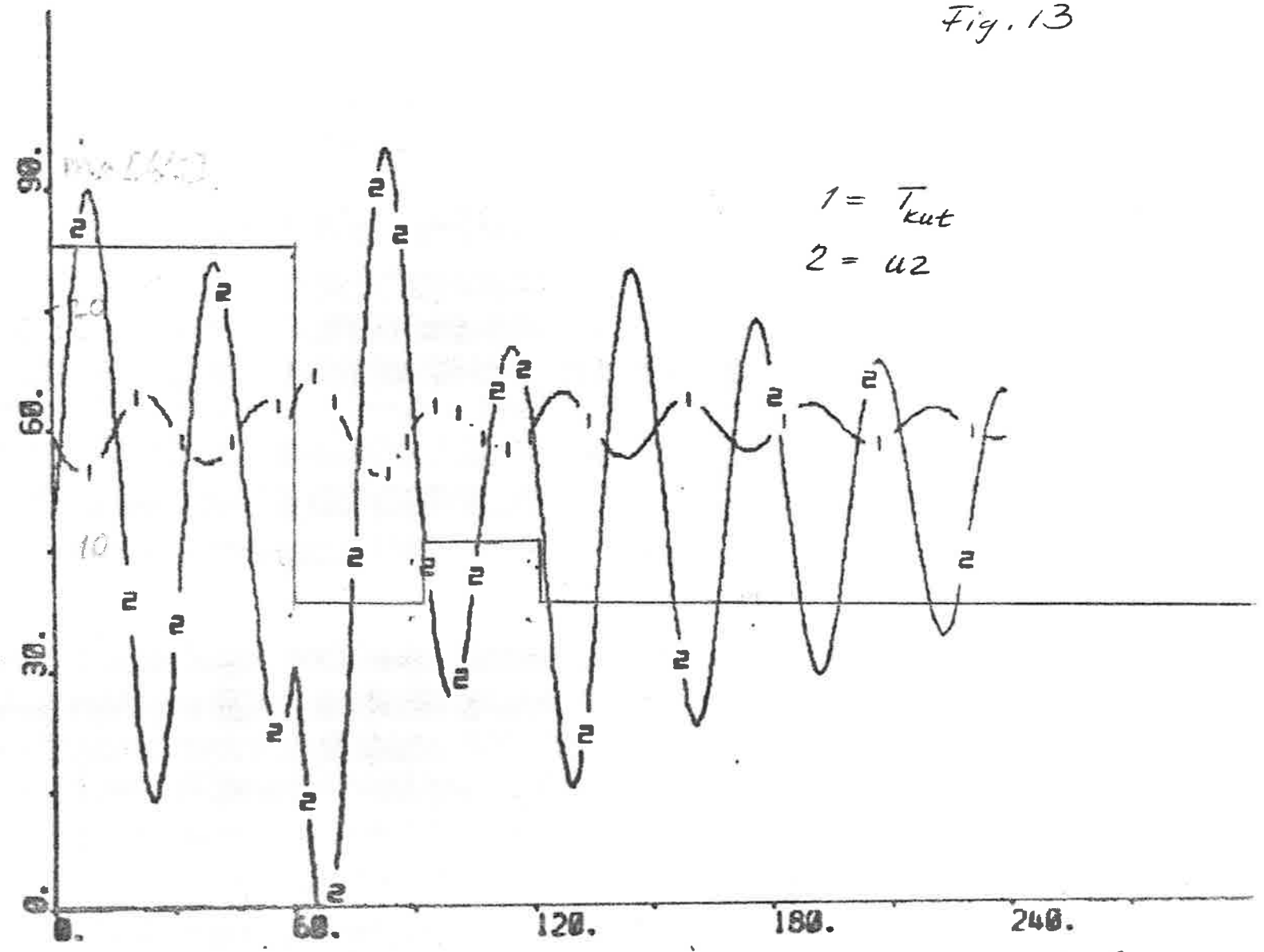


Från 0-60s är kalla massflödet maximalt. Från 60-90s är det 10 l/s, och mellan 90 och 120 12 l/s därefter konstant 10 l/s

C = 0,01
K = 100
TD = 205.

PLOT TKUT[VVK] U2

Fig. 13

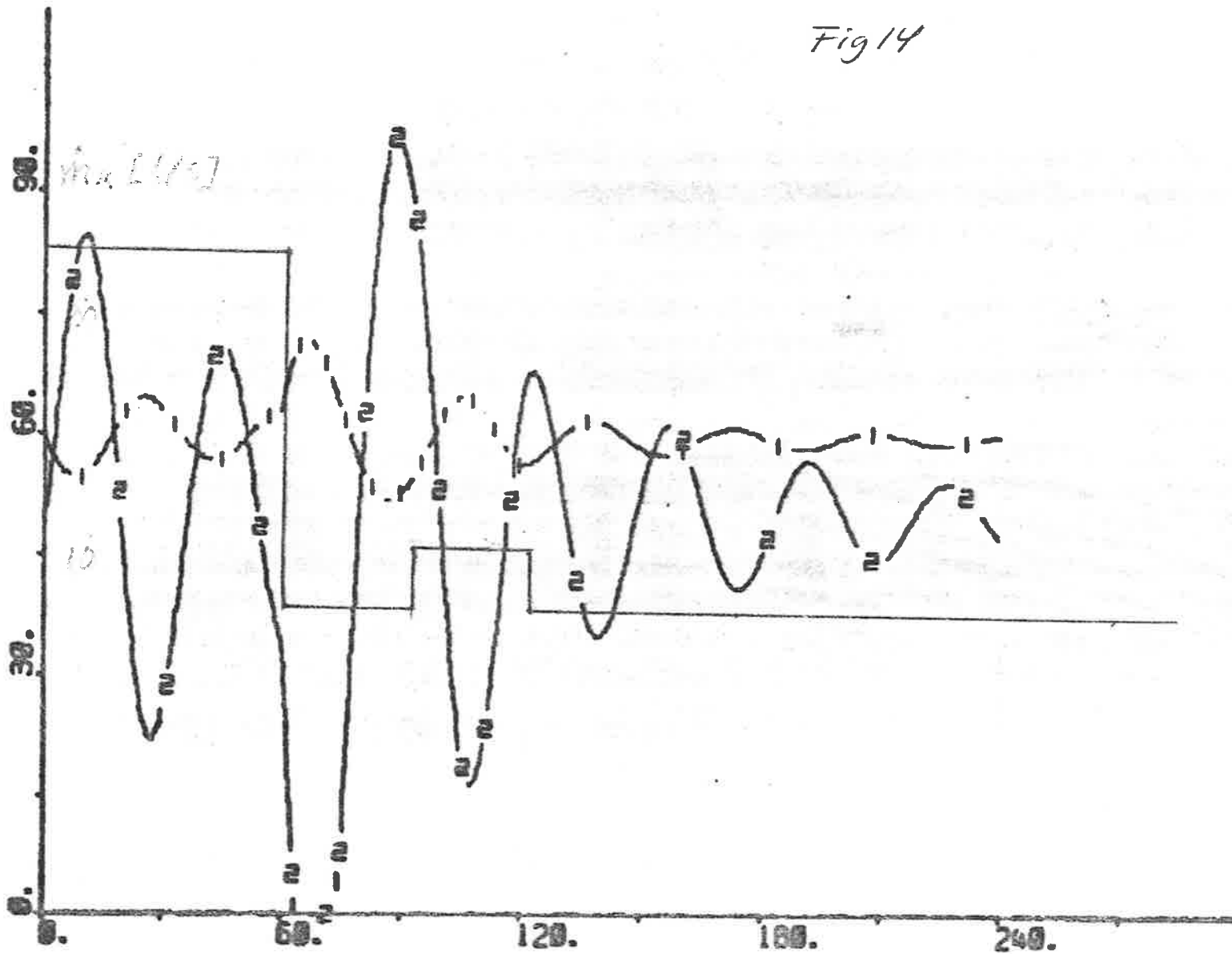


Massflödet varierar likadant som i fig. 12

PLOT TRUTEUVKJ U2

$K=80$
 $K1=0.015^{-1}$
 $TD=205$

Fig 14

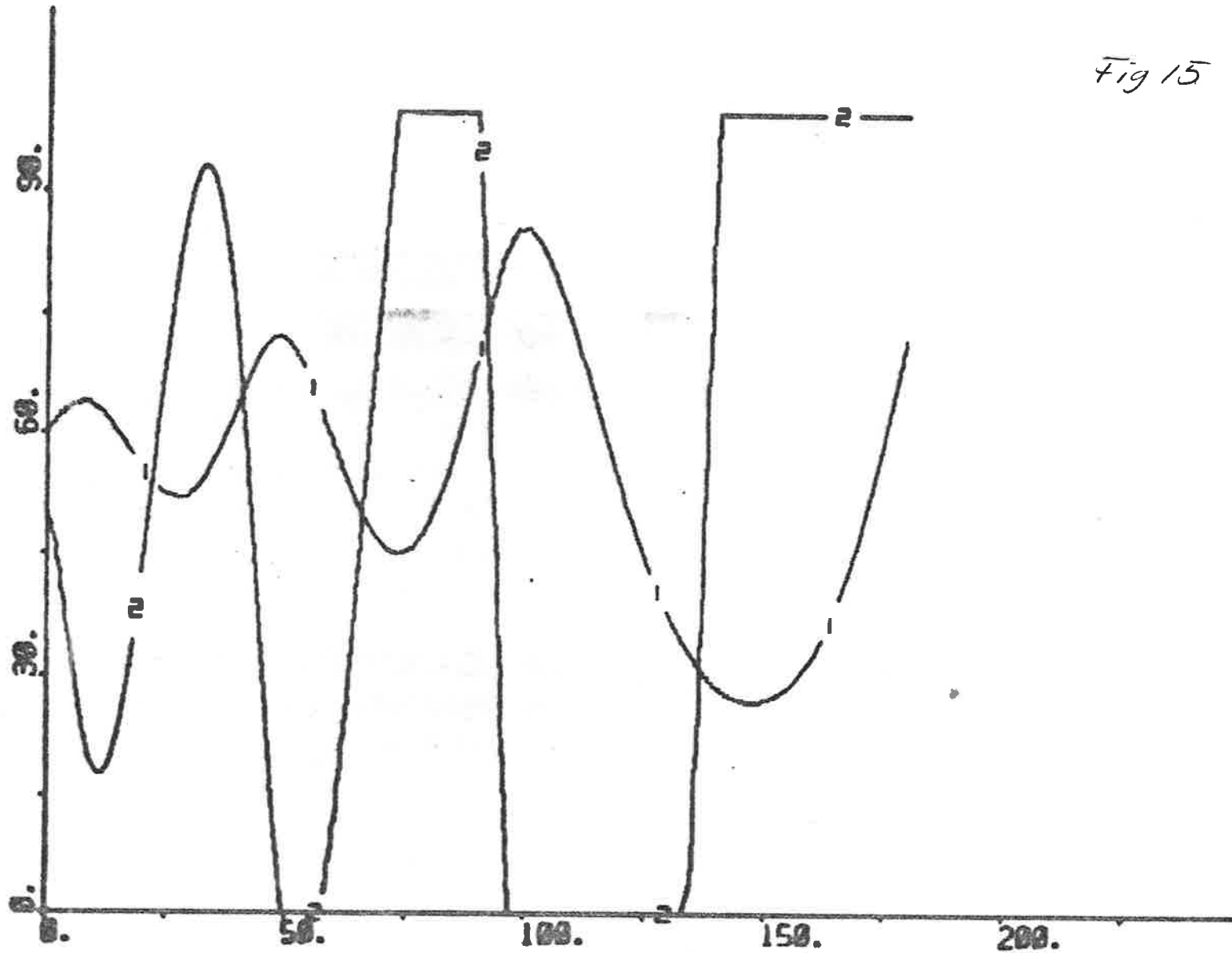


Massflödet varieras likadant som i fig 12 o 13

PLOT TKUT(UUX) U2

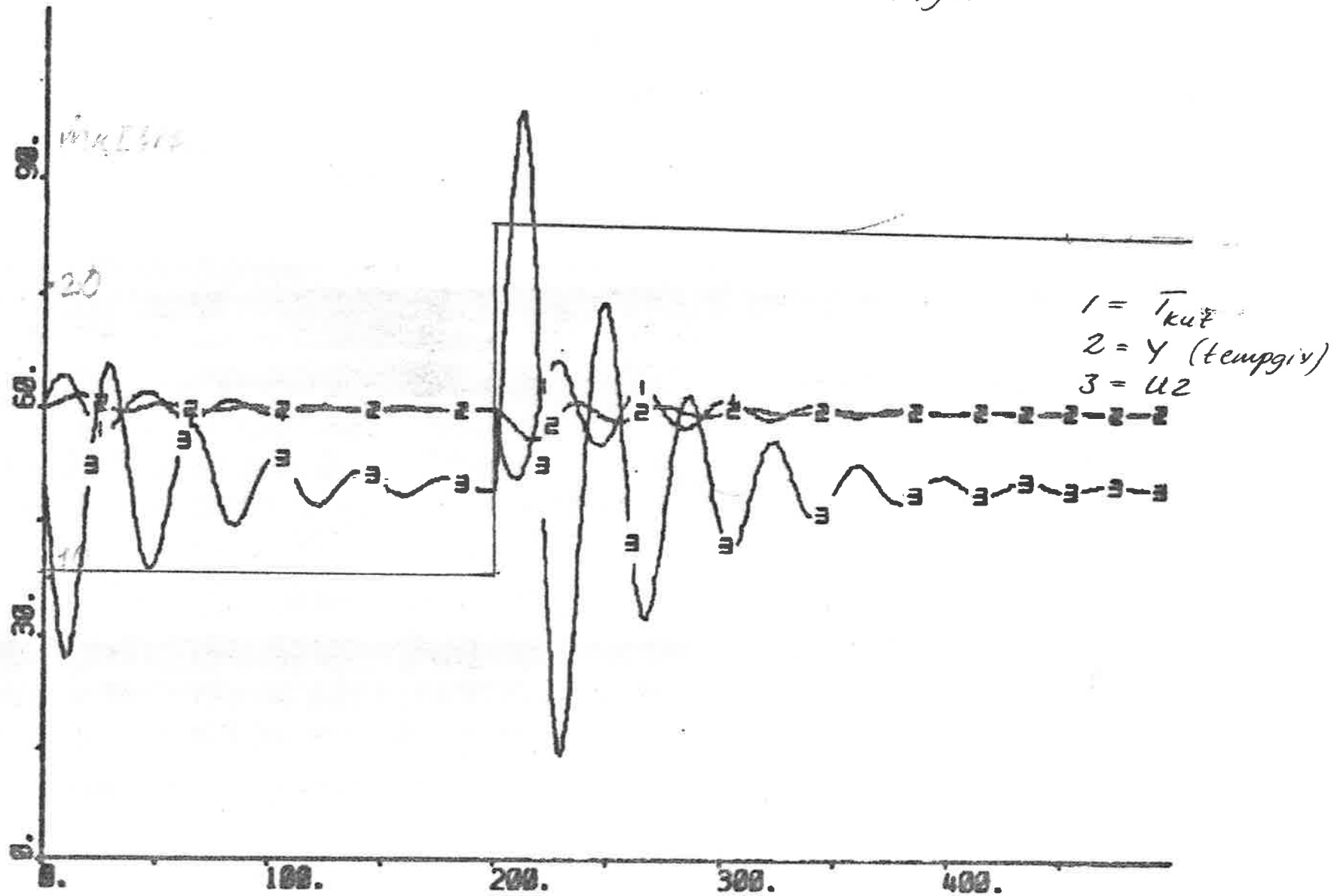
$C = 0.2$
 $K1 = 0.25^{-1}$
 $K = 4$
 $TD = 20$
 $v_{ik} = 106/s$

Fig 15



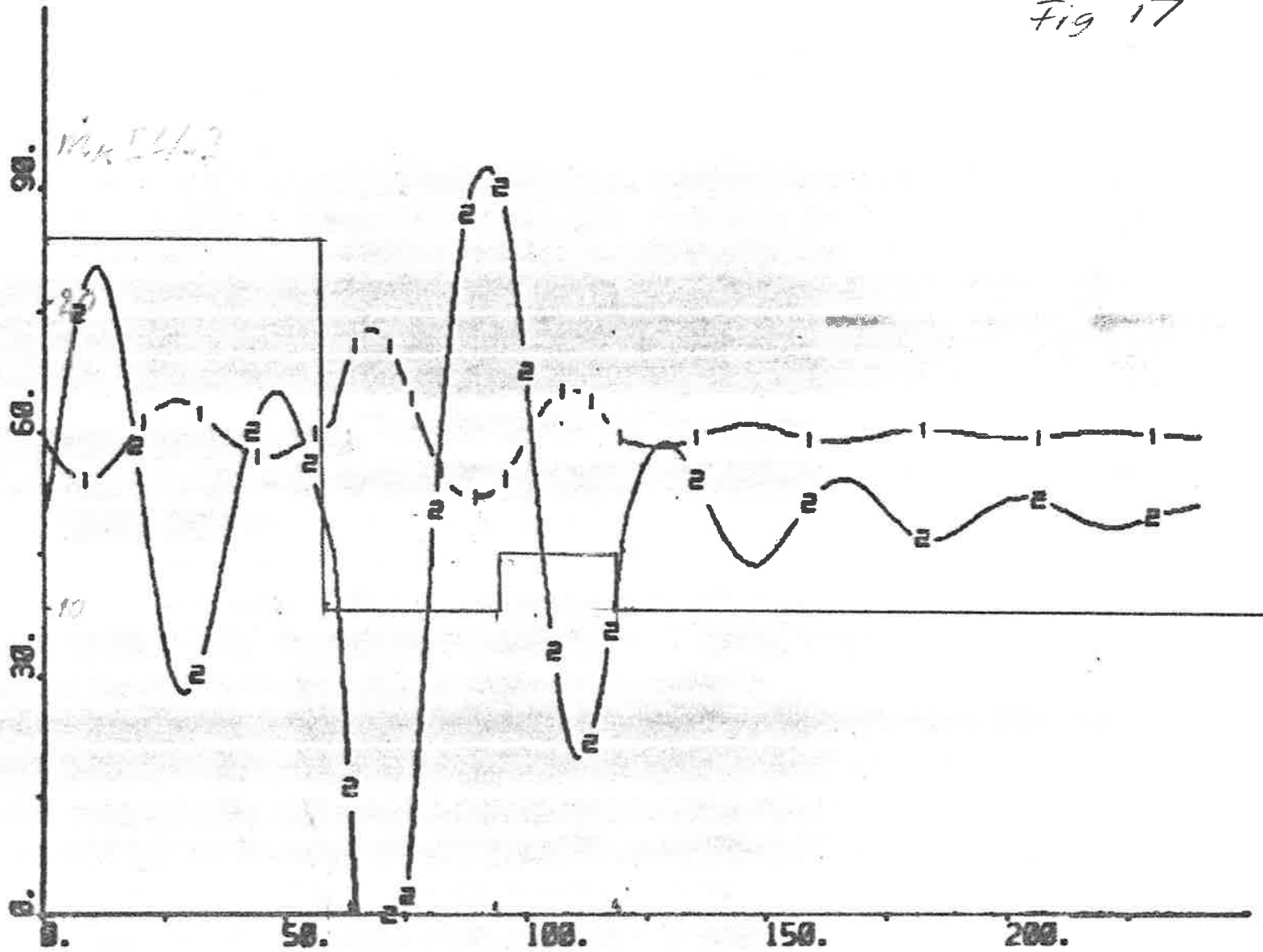
Figuren visar "wind-up"

Fig 16



När temperaturen har erhållit sitt börvärde ökas massflödet till $22 \frac{1}{5}$

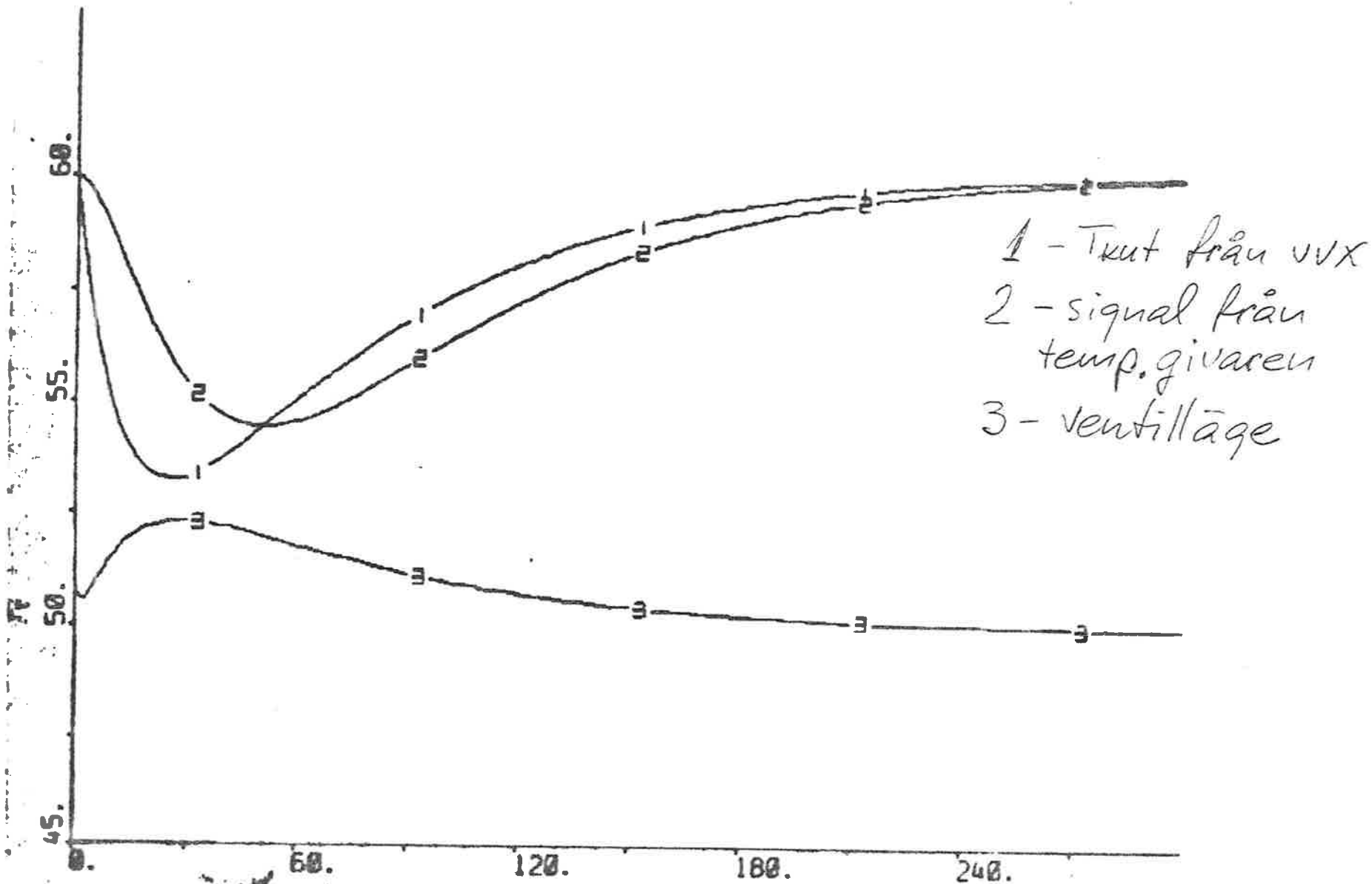
Fig 17



Massflödet varieras likadant som i fig. 12, 13 o 14.

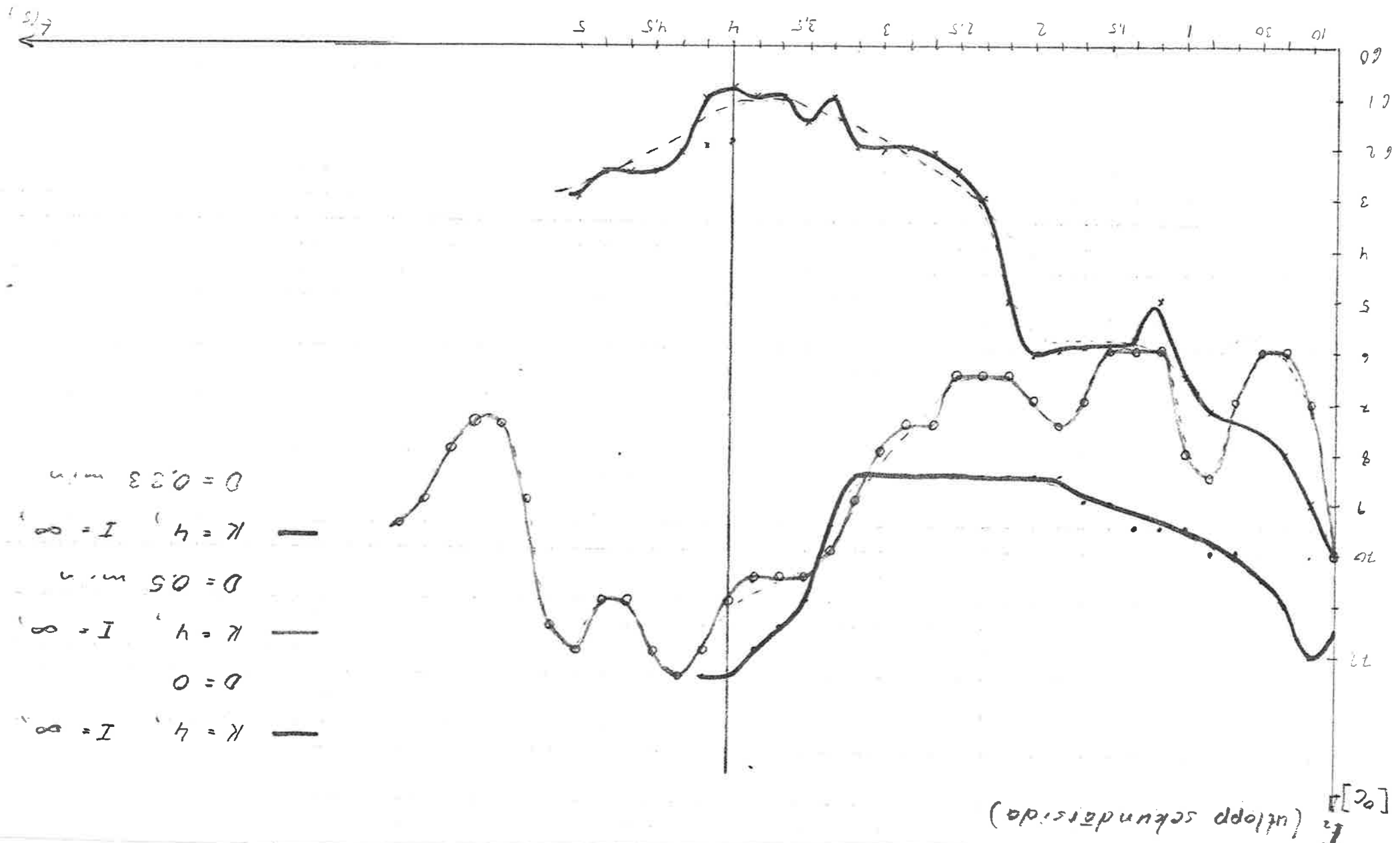
PLOT TKUT[VVX] Y[TEMPG] U2
MK[F2]=16. K[PDREG]=4. TD=20.

Fig 18



Jämförelse 1-2 mellan den verkliga signalen
och signalen från givaren.

Bilaga 2. Diagram.



Figur 1. Temperaturerna på sekundärsta vid olika reguleringsförhållanden. Högskoleut på sekundärsta som ökat något.

[%] Δ ventriklutslag
! procent

— $K = 4, I = \infty, D = 0$

— $K = 4, I = \infty, D = 0.5$

— $K = 4, I = \infty, D = 0.33$

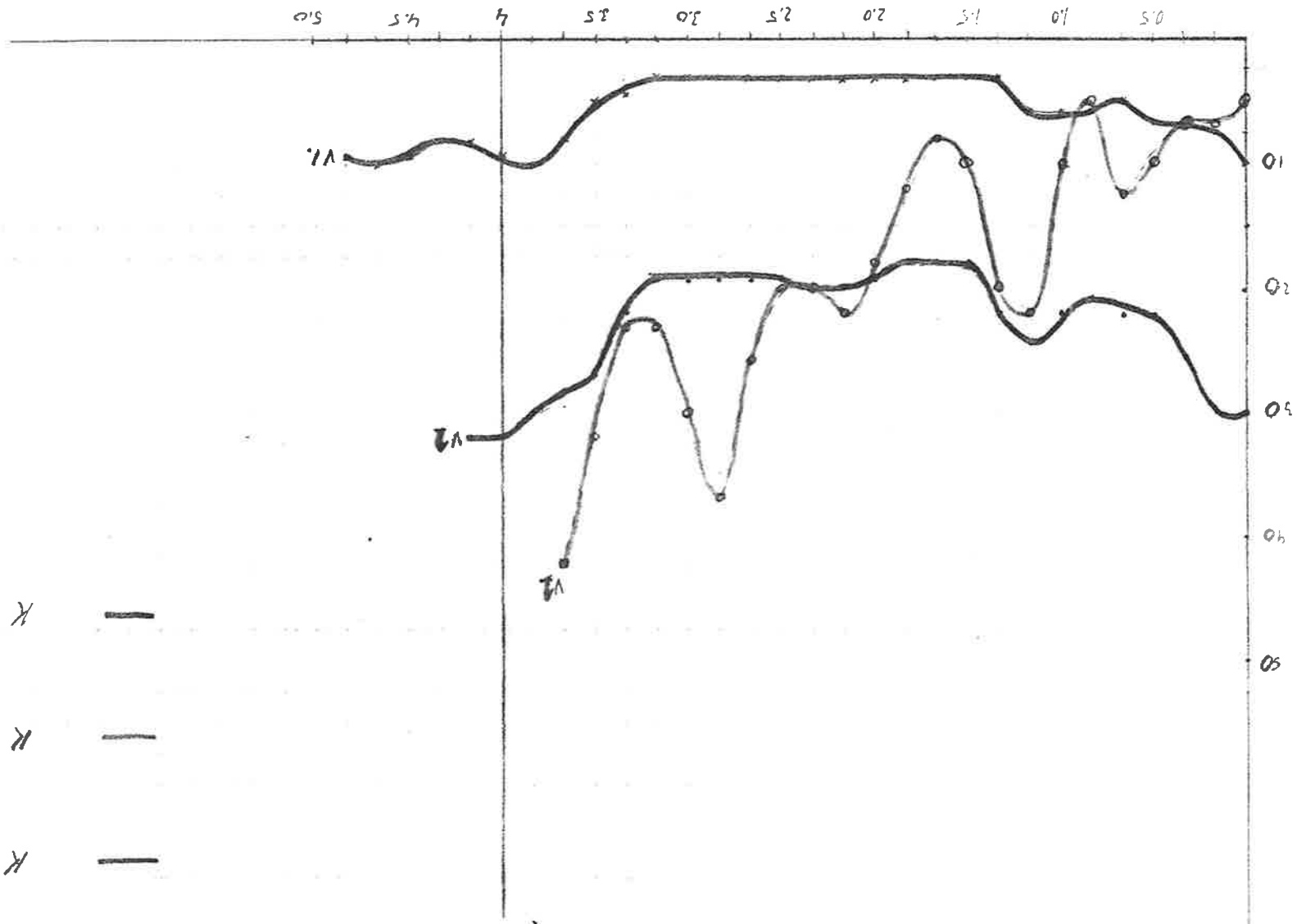


Figure 2. Ventriklutslag med olika regulatorutslagsmängder. Manfästet på utvändan sidan har ökat något.

```
CONTINUOUS SYSTEM INP
INPUT E
OUTPUT Y1
OUTPUT
Y1=IF C*E<-6 THEN -6 ELSE IF C*E>6 THEN 6 ELSE C*E
C:0.01
END
```

```
CONTINUOUS SYSTEM VVX
INPUT MV MK
STATE TKUT
DER DTKUT
DYNAMICS
K=2/(MV*(2*MK+MV))*(MV*TV|N+MK*TK|N)
DTKUT=-TKUT/TT+K/TT*MV
TT:10
TV|N:80
TK|N:20
END
```

```
CONTINUOUS SYSTEM PDREG
INPUT Y
STATE X1 X2
DER DX1 DX2
OUTPUT U U1
OUTPUT
U=X1+10*K*Y
U1=IF U<-6 THEN -6 ELSE IF U>6 THEN 6 ELSE U
DYNAMICS
DX1=-10/TD*X1+X2+K*(K1-90/TD)*Y
DX2=10*K*K1*Y/TD
K:4
TD:20
K1:0
END
```

```
CONTINUOUS SYSTEM PREG
INPUT U
OUTPUT Y
OUTPUT
Y=P*U
P:0
END
```

```
CONTINUOUS SYSTEM TEMPG
INPUT TKUT
STATE Y
DER DY
DYNAMICS
DY=-Y/T+TKUT/T
T:20
END
```

CONTINUOUS SYSTEM VENT
INPUT U1
STATE MV
DER DMV
DYNAMICS
 $U2=50+8.34*U1$
 $K=0.02*MV$
 $DMV=-MV/T+U2*K/T$
T:10
END

CONNECTING SYSTEM F2
CONNECT
 $MK=10+S$
 $U[PREG]=MK$
 $E[INP]=YREF-Y[TEMPG]$
 $Y[PDREG]=Y1[INP]$
 $U1[VENT]=U1[PDREG]+Y[PREG]$
 $MV[VVX]=MV[VENT]$
 $MK[VVX]=MK$
 $TKUT[TEMPG]=TKUT[VVX]$
YREF:60
S:0
END

CONNECTING SYSTEM FINDU
CONNECT
 $E[INP]=YREF-Y[TEMPG]$
 $Y[PDREG]=Y1[INP]$
 $U1[VENT]=U1[PDREG]$
 $MV[VVX]=MV[VENT]$
 $TKUT[TEMPG]=TKUT[VVX]$
YREF:70
END

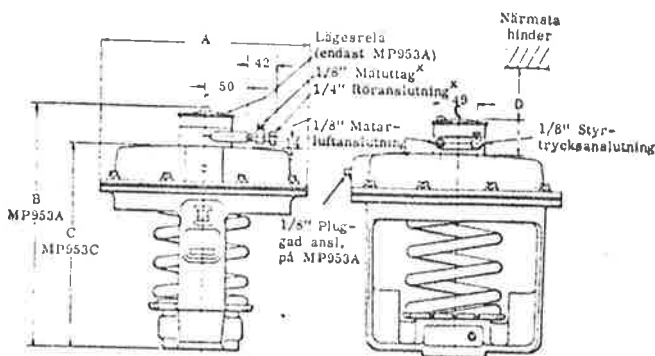
Anslut ej tryckluft till ett direktverkande ställdon (MP953A eller C) med mindre än att det är anslutet till ventilspindeln och låsskruvarna är åtdragna.

Ett 13" ställdon får ej anslutas till en ventil med mindre än 38 mm spindelrörelse, emedan allvarliga skador då kan uppstå.

Tillse att ställdon och ventil har till varandra avpassade arbetslag, samt om spindelförlängning erfordras (se under "INSTALLATION"). Förlängningen medlevereras ställdonet när så erfordras.



INSTALLATION



*=Endast för storlekarna 5" och 13".

Fig. 1 Måttskiss, MP953A och MP953C

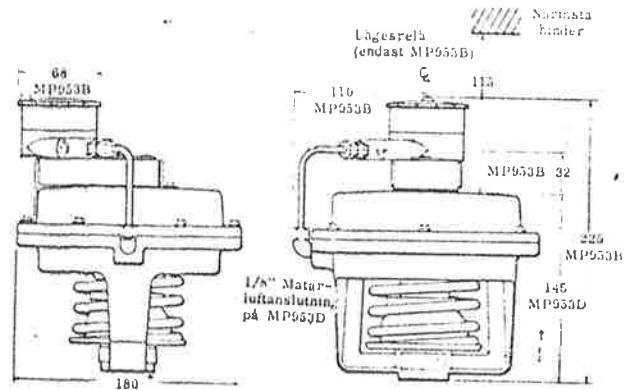


Fig. 2 Måttskiss, MP953B och MP953D

Ställdonets nom storlek i tum/mm	Mått i mm			
	A	B	C	D
5/127	130	175	117	111
8/203	210	222	165	143
13/330	342	311	254	197

MONTERING AV STÄLLDON MP953A

eller C

Varning! Anbringa ej ett 13" ställdon på en ventil med mindre spindelrörelse än 38 mm

1. Lossa de två låsskruvarna mitt på ställdonets underdel.
2. Dra upp ventilspindeln.
3. Placera spindelhållaren så att det stora hålet blir synligt.
4. Placera ställdonet på ventilbröstet. Tillse att spindelmuttern går igenom spindelhållarens hål och att ställdonet ligger fullständigt an på ventilbröstet.
5. Vrid ställdonet till önskat läge och dra åt båda låsskruvarna.
6. Tillför manöverluft tills membranskålen går emot spindelmuttern. Lås spindelmuttern med spindelhållaren.

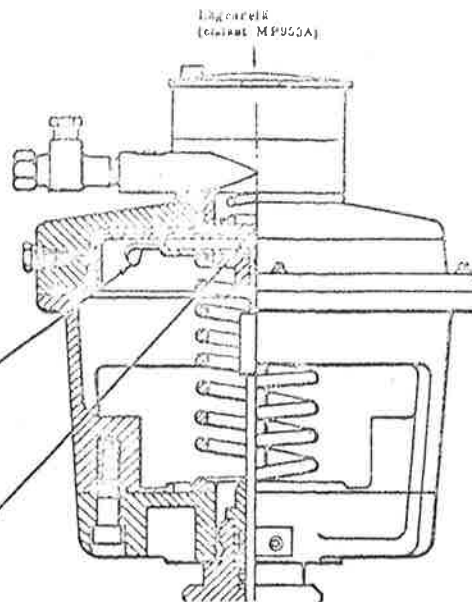


Fig. 3 Anslutningsdetaljer mellan ställdon och ventilspindel på MP953A eller C

MONTERING AV MEDELSTORT 8" STÄLLDON MP953A eller C MED SPINDELFÖRLÄNGNING

Varning! Anbringa ej ett 13" ställdon på en ventil med mindre spindelrörelse än 38 mm.

För ventiler med 19 mm spindelrörelse och 3/8" spindel

1. Om ett mindre ställdon skall ersättas, demonteras detta i omvänd ordning mot i "Montering av ställdon MP953A eller C" ovan.
2. Tag bort spindelmuttern.
Varning! Ändra ej inställningen på stoppskruven på spindelmutterns topp.
3. Skruva fast spindelförlängningen på spindeln så långt det går. (se fig 4). Hål är borrarat i spindeln och dess förlängning, genom vilket 1/16" låspinne indrives för fasthållning av spindel och förlängning.
4. Skruva på spindelmuttern så långt det går. Spindelmuttrarna för större ventiler är på sidan försedda med en låsskruv, vilken också skall dras till.
5. Följ anvisningarna för "Montering av ställdon MP953A eller C".

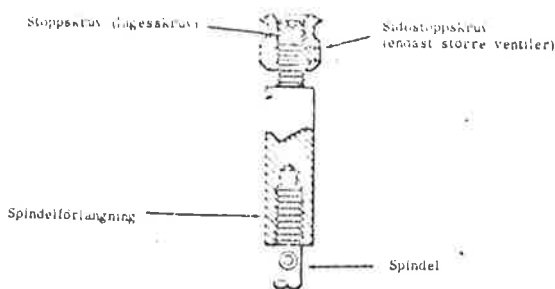


Fig. 4 Spindelförlängning

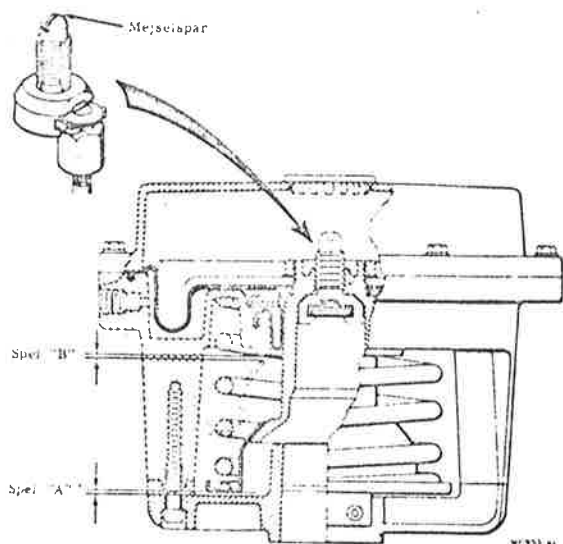


Fig. 5 Anslutningsdetaljer mellan ställdon och ventilspindel på MP953B eller D

FÖR VENTILER MED 19 mm SPINDELRORELSE OCH 1/4" SPINDEL

1. Om ett mindre ställdon skall ersättas, skall detta demonteras i omvänd ordning mot i "Montering av ställdon MP953A eller C".
2. Ta bort spindelmuttern.
3. Skruva fast spindelförlängningen på spindeln så långt det går (se fig 4). Hål är borrar i spindeln och dess förlängning, genom vilket en 1/16" låspinne indrives för fasthållning av spindel och förlängning.
4. Skruva på spindelmuttern på förlängningen.

Varning! Det är nödvändigt att avståndet mellan ventilbröstets överdel och spindelmutterns överkant är exakt 5 1/4" (133,4 mm) då spindeln befinner sig i sitt nedersta läge.

Skrapa av limmet på stoppskruven i toppen på spindelmuttern, justera spindelmuttern för detta avstånd och dra till stoppskruven.

5. Limma fast stoppskruven.
6. Följ anvisningarna för "Montering av ställdon MP953A eller C".

MONTERING AV STORA (13") STÄLLDON MP953A eller C MED SPINDEFÖRLÄNGNING

För ventiler med 38 mm spindelrörelse

1. Lossa låsskruven på spindelmutterns sida och lossa spindelmuttern.

Varning! Rör ej stoppskruven i toppen på spindelmuttern.

2. Skruva fast spindelförlängningen på spindeln så långt det går.
3. Skruva på spindelmuttern på förlängningen tills stoppskruven i toppen bottenar.
4. Dra till låsskruven på spindelmutterns sida.
5. Följ anvisningarna för "Montering av ställdon MP953A eller C".

MONTERING AV STÄLLDON MP953B

eller D

Se figur 5.

1. Dra upp ventilspindeln
2. Ta bort spindelanslutningen från ställdonet och fäst denna på spindelmuttern.

OBS! När denna är korrekt fästad, passar den hästskoformade låsringen runt spindelmutterns liv, varvid de båda delarna låses sinsemellan.

3. Placera ställdonet på ventilen utan att skjuta ner spindeln. Om denna skjuts ner når den gängade delen av spindelanslutningen ej fram till ställdonet.
4. Vrid skruvspåret moturs, så att spindelmuttern dras uppåt. (Man kan också hålla fast skruven och vrida ställdonet medurs). Härigenom kommer ställdonet att närma sig spindelmutterns överdel. (Gäller endast för tvåvägsventiler).
5. Tryck ställdonet mot ventilbröstet och håll det stadigt på plats. Dra till de två låsskruvarna.
6. Belasta spindeln genom att vrida anslutningsskruven medurs.
 - a) På en tvåvägsventil skall skruven vridas tills ett spel på ca 1/8" (3 mm) uppkommer mellan fjädern och ställdonets underdel. Se spel "A" fig 5.
 - b) På en trevägsventil erfordras spel i båda ändar av spindelns väg för att tätningen skall bli korrekt. Se spel "A" och "B", fig. 5. Spelet skall vara lika stort vid båda ändarna av fjädern. Om ingen luft finns till ställdonet sätts spelet "A" till ca 1/16" (1,6 mm). Spelet "B" kontrolleras återigen då luft finns tillgänglig.
7. Om ventilen ej tätar korrekt efter ovanstående justeringar kontrolleras om spindelrörelsen är felaktig. Justera vid behov spindelmuttern, så att tätningen blir korrekt.

LUFTLEDNINGAR

Vi rekommenderar användning av 1/4" (6 mm) kopparrör och kopplingar.

ARBETSOMRÅDE OCH STARTPUNKT

Se fig 6.

1. Lossa låsskruven för locket med hjälp av en nyckel (detalj nr 301572 A).
2. Gänga av inställningsratten för startpunkten och ställ in enligt anvisningar, tryckta inuti ratten:

Inställning av arbetsområde:

- a) 3 psi ($0,21 \text{ kp/cm}^2$): alla skruvarna utskruvade så långt det går.
- b) 5 psi ($0,49 \text{ kp/cm}^2$): de pläterade (yttre) skruvarna åtdragna; de svarta (inre) skruvarna utskruvade så långt det går.
- c) 10 psi ($0,7 \text{ kp/cm}^2$): alla skruvarna åtdragna.

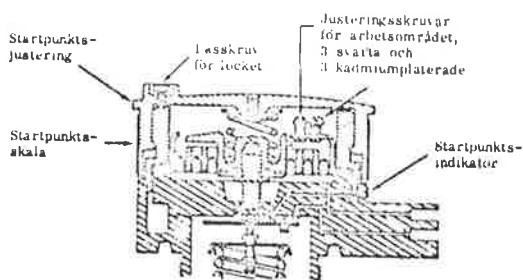


Fig. 6 Lägesreläets justeringsanordningar

Inställning av startpunkt:

- a) Gänga på locket så långt det går.
- b) Lossa locket (maximalt ett varv) tills den önskade startpunkten på vald skala för arbetsområde kommer mittför visaren invid märkningen "B".
- c) Dra till låsskruven för locket, varvid inställningen enligt b) låses fast, Dra ej till för hårt.

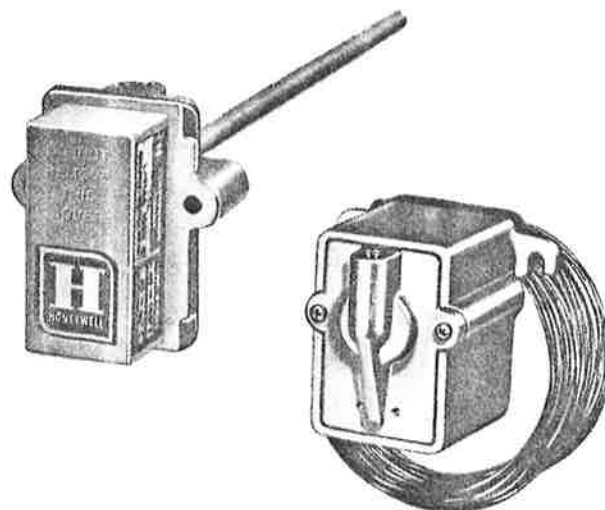
KONTROLL AV INSTÄLLNINGEN

1. Montera tryckmätare i huvud- och manöverluftledningarna.
2. Öppna manöverledningen sakta och observera vid vilket tryck ventilspindeln börjar röra sig. Detta tryck skall vara högst $3/4$ psi ($0,05 \text{ kp/cm}^2$) från den inställda startpunktens tryck.
3. Öka manövertrycket sakta tills ventilen gått ned fullständigt. Detta tryck skall vara högst $\pm 3/4$ psi ($0,05 \text{ kp/cm}^2$) från den inställda startpunktens plus arbetsområdets inställda tryck.
4. Gör vid behov finjustering med inställningsratten för startpunkten.

Varning! Lossa låsskruven för locket innan inställningsratten vrids.

LP914A och LP915A TEMPERATURGIVARE

LP914A och LP915A är pneumatiska temperaturgivare med proportionell verkan. Givarna används i kombination med regulator RP908 för styrning av pneumatiska ställdon i VVS-anläggningar. I kombination med temperaturgraderade manometrar kan givarna användas för kontinuerlig mätvärdesindikering, antingen samtidigt med reglerfunktionen eller separat.



Konstruktion

Givarna är direktverkande och konstant avblåsande. LP914A har en känselkropp av stavtyp och kan användas för såväl kanal- som rörmontage. LP915A är försedd med

ett 6 meter långt, böjligt, vätskefyllt känsel-element och är avsedd för mätning av medeltemperaturen i större ventilationskanaler, blandningskammare m.m.

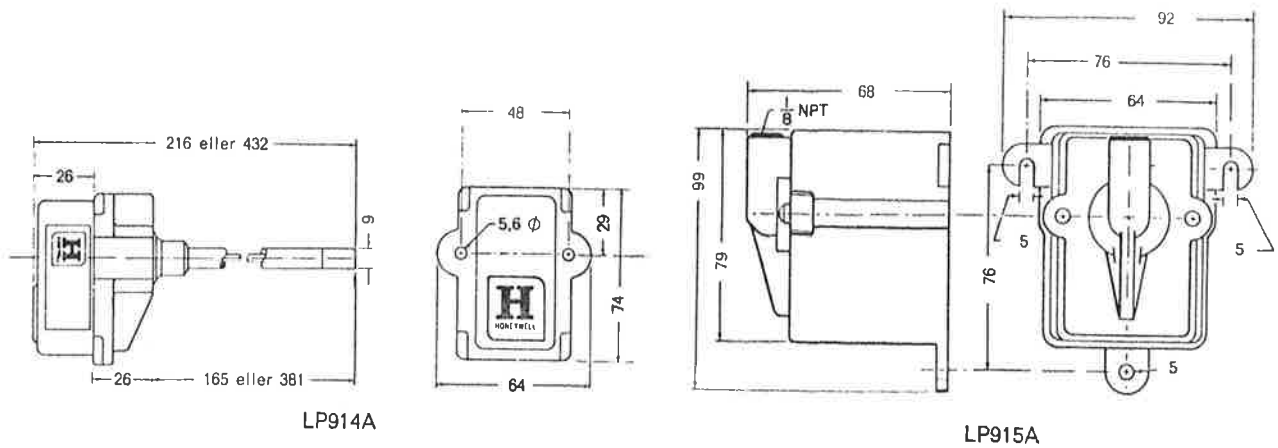
Specifikation

Typbeteckning	LP914A	LP915A		LP914A	LP915A
Montage	Kanal- och rör- montage	Kanal- eller vägg- montage med kon- sol	Tillbehör	Dykrör Montagetillbehör	Monteringskläm- mor för känsel- kropp
Känselkropp Utförande	Stavelement Metallplatta med grå plastkåpa (ej borttagbar)	Kapillärbulb Helt i mässing (kåpan ej bort- tagbar)	Ange vid beställning	1. Typbeteckning 2. Mätområde 3. Tillbehör	

Data

	LP914 A	LP915A		LP914A	LP915A
Mätområde (ej justerbart)	-40 ^o - 71 ^o C 5 ^o - 115 ^o C -29 ^o - 27 ^o C	-18 ^o - 98 ^o C	Max omgivande temperatur	100 ^o C	100 ^o C
Matartryck normalt	1,3 atö	1,3 atö	Utsignal	0,21 - 1,05 kp/cm ²	0,21 - 1,05 kp/cm ²
Max matartryck	1,8 atö	1,8 atö			
Max tillåten tempera- tur för känselkroppen	129 ^o C				

Måttuppgifter



LP914A

LP915A

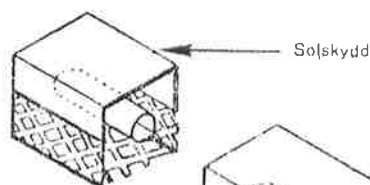
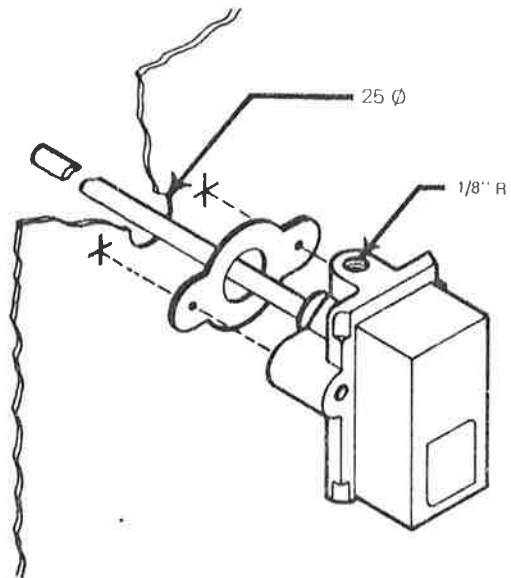
Installation

LP914A

OBS Givarens kåpa får ej borttagas

Kanalmontage

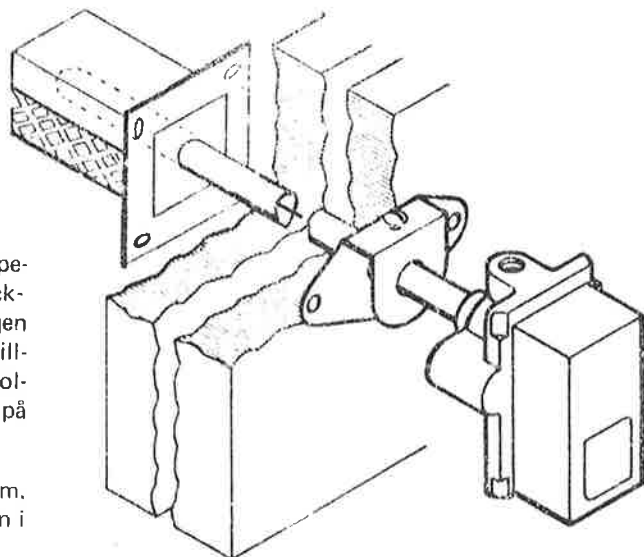
Packning och två plåtskruvar medlevereras givaren. Vid montage skall hålet för stavelementet i kanalen vara minst 25 mm i diameter.



Väggmontage

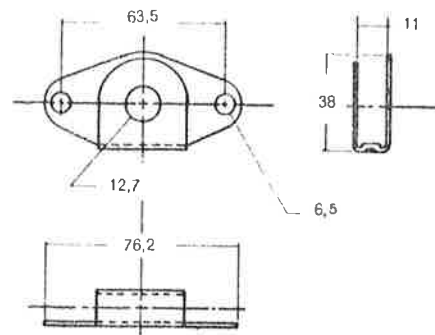
LP914A kan i specialutförande användas som utetemperaturgivare och monteras i vägg med upp till 30 cm tjocklek. Vid monteringen skall hålet för stavelementet i väggen vara minst 30 mm i diameter. Ett särskilt montagebehör fästs på väggens insida med två 1/4" skruvar. Solskyddet monteras på utsidan av väggen och fästes på denna med fyra skruvar.

OBS Givarens stavelement har en okänslig del på 30 cm. Om väggen är tunnare kan givaren om så önskas dras in i rummet motsvarande längd.

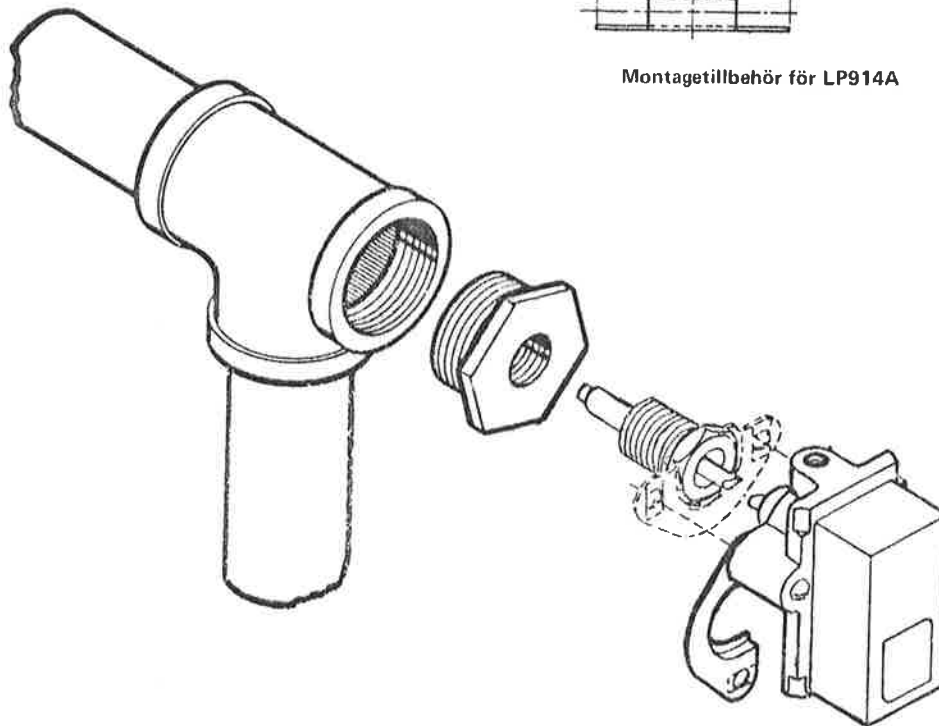


Rörmontage

Den modell av LP914A som levereras med dykrör är försedd med monterering samt två muttrar och skruvar. Montaget utföres enligt följande: skruvarna på montereringen lossas och en av skruvarna tas bort så att ringen kan öppnas helt. Stavelementet sticks in i dykröret så långt att det når botten och så att den inbyggande ampullen med värmeöverföringsmediet trycks sönder. När givaren är fast i dykröret kan montereringen tryckas upp i sitt normaläge och skruvarna fastdragas.



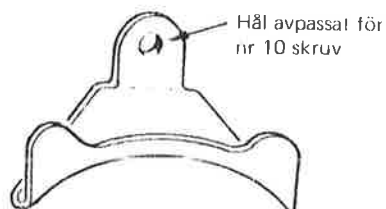
Montagetillbehör för LP914A



LP915A

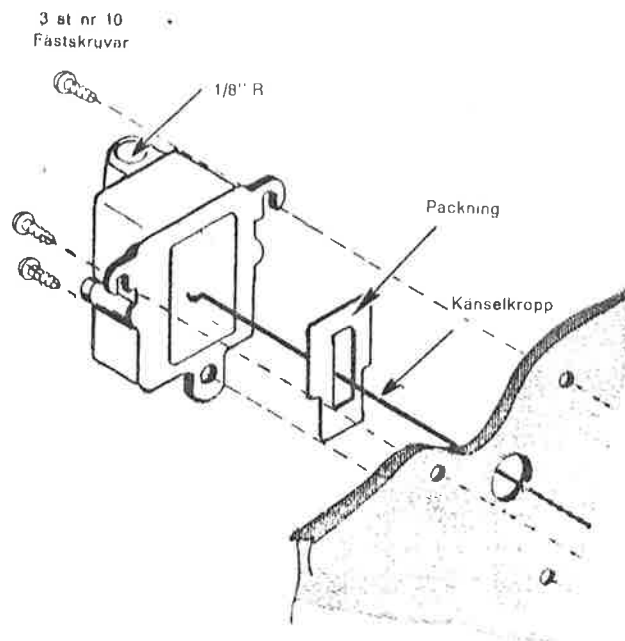
OBS Givarens kåpa får ej borttagas.

LP915A levereras med packning samt tre plåtskruvar. Där så erfordras för montaget av kapilärbulben skall monteringsklämmor användas. Dessa måste beställas separat.



Klämman kan böjas enl. den streckade linjen om så erfordras.

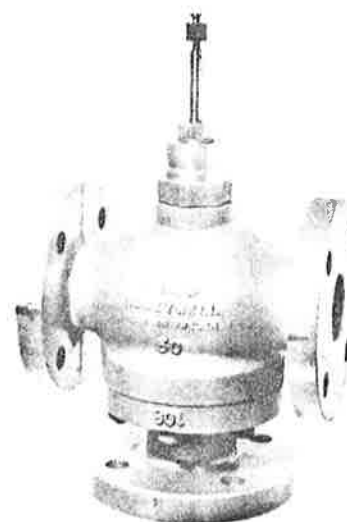
Monteringsklämma för LP915A



V538C

V538C är en trevägssättesventil för reglering av vatten. Ventilen kan användas som blandningsventil eller fördelningsventil.

Motoriseras elektriskt eller pneumatiskt.



Konstruktion

Ventilen är av sättestyp och har linjär symmetrisk karakteristik. Den tillverkas med ventilhus av gjutjärn, rödgods eller fosforbrons. De tre röranslutningarna tillverkas flänsade eller gängade och är

märkta A, B och AB. Port AB är gemensam och port B är stängd vid helt nedtryckt spindel. Spindeln är av syrafast stål. Packboxen har seatrist packning.

Specifikation

Utförande: Hus och garnityr i rödgods, gängad ansl.

Typbeteckn.	Ansl.nr	K_V -tal	LH
V538C 3057	15	2,1	19
3055	15	4,2	19
3103	20	5,4	19
3156	25	8,6	19
3209	32	14	19
3252	40	20	19
3301	50	34	19

Utförande: Hus i gjutjärn, flänsad ansl. garnityr i mässing

Typbeteckn.	Ansl.nr	K_V -tal	LH
V538C 6151	25	4,2	19
6152	25	5,4	19
6155	25	8,6	19
6207	32	14	19
6253	40	20	19

Utförande: Hus och garnityr i rödgods, flänsad ansl.

Typbeteckn.	Ansl.nr	K_V -tal	LH
V538C 4151	25	4,2	19
4154	25	5,4	19
4153	25	8,6	19
4204	32	14	19
4259	40	20	19
4302	50	34	38
4355	65	55	38
4401	80	80	38
4450	100	130	38
4503	125	215	38
4555	150	310	38

Utförande: Hus i gjutjärn, flänsad ansl. garnityr i rödgods

Typbeteckn.	Ansl.nr	K_V -tal	LH
V538C 6304	50	34	38
6356	65	55	38
6408	80	80	38
6459	100	130	38
6500	125	215	38
6551	150	310	38

Utförande: Hus i gjutjärn, flänsad ansl. garnityr i rostfritt stål.

Utförande: Hus i fosforbrons, flänsad ansl. garnityr i rostfritt stål.

Typbeteckn.	Ansl.nr	K _V -tal	LH
V538C 7051	25	4,2	19
7100	25	5,4	19
7152	25	8,6	19
7205	32	14	19
7253	40	20	19

Typbeteckn.	Ansl.nr	K _V -tal	LH
V538C 11054	25	4,2	19
11103	25	5,4	19
11155	25	8,6	19
11207	30	14	19
11251	40	20	19
11302	50	34	38
11353	65	55	38
11404	80	80	38
11455	100	130	38
11509	125	215	38
11556	150	310	38

Utförande: Hus och garnityr i fosforbrons, flänsad ansl.

Typbeteckn.	Ansl.nr	K _V -tal	LH
V538C 10051	25	4,2	19
10102	25	5,4	19
10153	25	8,6	19
10204	32	14	19
10255	40	20	19
10306	50	34	38
10357	65	55	38
10408	80	80	38
10459	100	130	38
10501	125	215	38
10552	150	310	38

Data

Ventilhus: Rödgoods RG57, alt. gjutjärn GG0120 alt. fosforbrons.

Tryckklass: NT10
Max.temperatur: 150°C

Kägla: Rödgoods RG57, mässing, alt. rostfritt stål.

Karakteristik:
A - AB: Linjär
B - AB: Linjär

Säte: Rödgoods RG57, mässing, alt. rostfritt stål.

Spindel: Rostfritt stål SIS 2343.

Packbox: 3 st seatrstringar.

Anslutning: Gängad eller flänsad (SMS357).

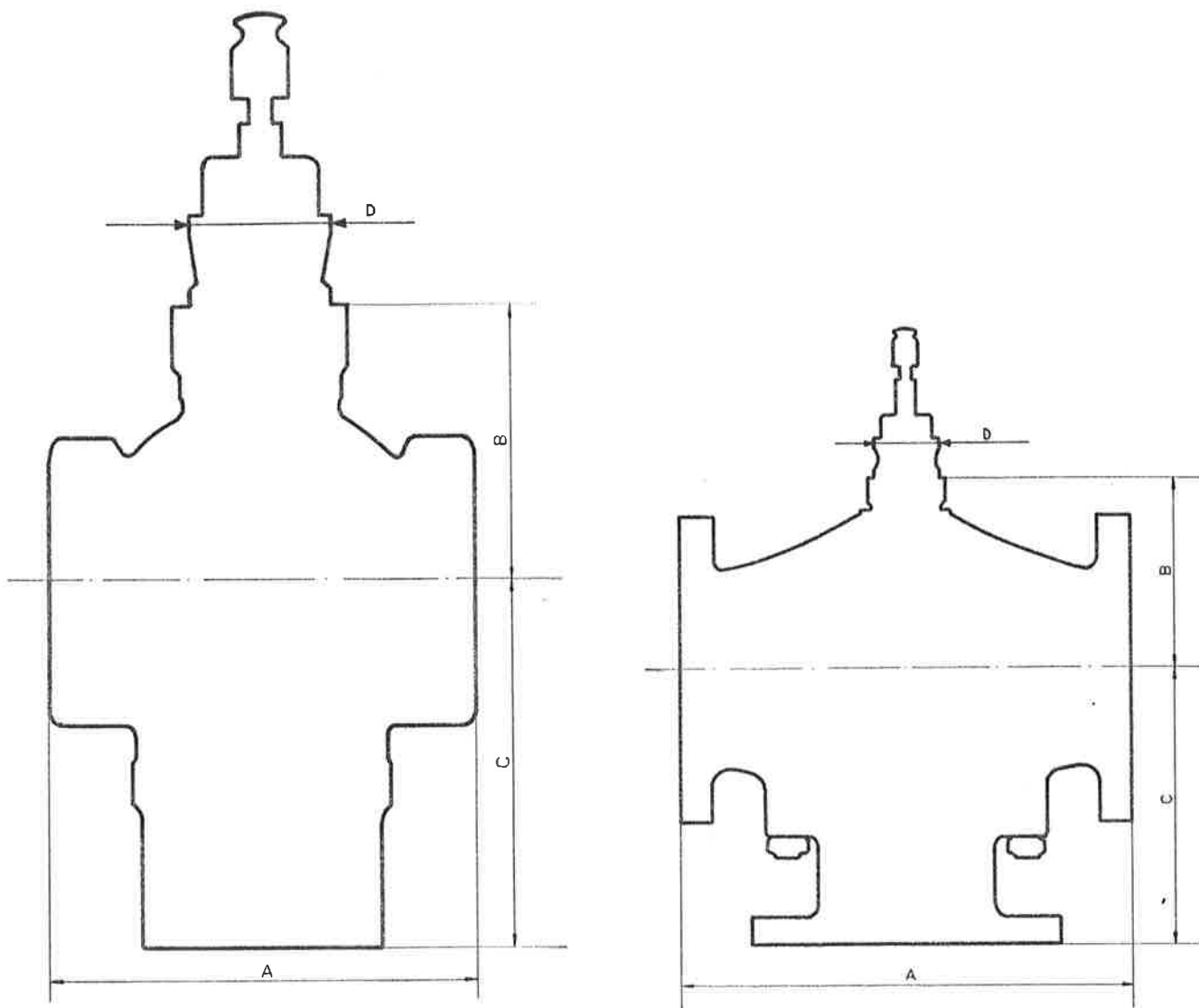
Måttuppgifter

GÄNGAD

Ansl.nr	A	B	C	D
15	62	50	57	35
20	71,5	55	60	35
25	83	61	74	35
32	94	59	83	35
40	105	67	89	35
50	123,5	73	85	35

FLÄNSAD

Ansl.nr	A	B	C	D
25	170	67	105	35
25	170	67	105	35
25	170	67	105	35
32	180	72	115	35
40	200	75	125	35
50	220	90	145	47,5
65	260	100	170	47,5
80	270	110	185	47,5
100	320	130	200	47,5
125	370	150	230	47,5
150	420	170	250	47,5



Max. tryckskillnad i kp/cm^2 vid stängd ventil

I. Elektrisk motorisering

Ventiltyp	Ansl. nr.	Tryckskillnad i kp/cm^2			
		A	B	C	D
V538C	15-25	8,0	16,7	5,1	12,4
	32	4,4	9,3	2,9	7,4
	40	2,6	5,6	1,8	4,6
	50	1,3	3,0	0,9	2,5
	65	0,8	1,9	0,5	1,6
	80	0,3	0,9	0,2	0,8
	100	0,4	1,0	0,2	0,6
	125-150	-	0,3	-	0,2

Kolumn A och C gäller för länkstativ med 36 kp fjäder

" B och D gäller för länkstativ med 72 kp fjäder

" A och B visar max. tryckskillnad med helt utdragen spindel dvs. A - AB är stängd vid blandningsventil och AB - B vid fördelningsventil.

" C och D visar max. tryckskillnad med helt nedskjuten spindel dvs. B - AB är stängd vid blandningsventil och AB - A vid fördelningsventil.

Komplett reglerventilbeteckning

I. Elektriskt motoriserad

Typ	Ansl. nr	Utförande	Funktion	Anslutes till
MV23	15-150		Tvåläges	Växlande kontakter
MV63	15-150		PI-	Elektronisk reglercentral (PI)
MV73	15-150		Proportionell	Elektronisk reglercentral (P) ^{x)}
MV93	15-150		Proportionell	Elektromekanisk givare ^{x)}

x) Motor med svarspotentiometer.

Beställningsexempel:

MV63 Reglerventil ansl. 15 Kv 2,1

II. Pneumatisk motorisering

A. Vid energibortfall helt utdragen spindel dvs. A - AB är stängd vid blandningsventil och AB - B vid fördelningsventil.

Ventiltyp	Ansl. nr.	Tryckskillnad i kp/cm ² x)			
		Ställdonets diameter i mm (MP953)			
		125 (5") LH=19mm	180(7 1/2") LH=19mm	200 (8") LH=19mm	330 (13") LH=38mm
V538C	15-25	4,1		14	-
	32	2,2		7,5	-
	40	1,2		4,5	-
	50 ^{xx)}	0,6		2,5	12
	65	-		-	8
	80	-		-	5
	100	-		-	2,8
	125-150	-		-	1,1

B. Vid energibortfall helt nedskjuten spindel dvs. B - AB är stängd vid blandningsventil och AB - A vid fördelningsventil.

V538C	15-25		8,5		
	32		4,6		
	40		2,8		
	50		1,4		
	65		-		
	80		-		
	100		-		
	125-150		-		

C. Vid fulltryck (1,05 kp/cm² = 15 psi) helt nedskjuten spindel dvs. B - AB är stängd vid blandningsventil och AB - A vid fördelningsventil.

V538C	15-25	2,0		10,7	-
	32	1,0		6,4	-
	40	0,6		4,0	-
	50 ^{xx)}	0,2		2,1	12
	65	-		-	9
	80	-		-	5
	100	-		-	2,5
	125-150	-		-	0,9

D. Vid fulltryck helt utdragen spindel dvs. A - AB är stängd vid blandningsventil och AB - B vid fördelningsventil.

V538C	15-25		9,0		
	32		4,8		
	40		2,8		
	50		1,4		
	65		-		
	80		-		
	100		-		
	125-150		-		

x) Gäller endast för standardfjäder 0,28-0,77 kp/cm² (4-11 psi).

xx) Kontrollera att ställdonets LH överensstämmer med ventilens.

Komplett reglerventilbeteckning

II. Pneumatiskt motoriserad

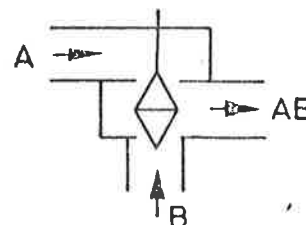
Typ Ansl.nr Utförande Anm.

MVP53A 15-150

Bokstavsbe-teckningen A, B, C eller D avser ställdonets typ.

Beställningsexempel:

MVP53A Reglerventil ansl. 50 Kv 34, ställdon med lägesrelä.



Blandningsventil

Inkoppling som blandningsventil sker enligt pilmarkeringen på ventilhuset.

Vid denna inkoppling är det speciellt viktigt att de max. tillåtna differenstrycken ej överskrids.

Inkoppling som fördelningsventil sker mot pilmarkeringen på ventilhuset.

Underhåll _____

Vid läckage justeras glandmuttern på boxpackningen. Glandmuttern skall ej dras hårdare än vad som krävs för att stoppa läckaget.

De tre seatristpackningarna byts ut då de har blivit utslitna.

CONTROLLER FEATURES

Stable Control

Capsular control elements are unstressed when system is in balance. They are stressed *only* when there is a change in process variable or set point that initiates control action. This increases the life of the elements and prevents control drift.

Simple, Precise Control Adjustments

Calibrated adjustment knobs at rear of the control unit enable precise setting of proportional band, reset, and rate valves.

The proportional band is adjusted over a double scale graduated in both % proportional band and corresponding gain.

Both fast and slow ranges of reset and rate can be obtained by a screw adjustment. The rate unit can be completely cut out of the circuit by loosening three screws and rotating the rate unit.

Interchangeable Control Units

Two- and three-mode controllers are interchangeable.

To mount controller you need only hook two studs into corresponding slots in the manifold and tighten a single bolt. This automatically couples pneumatic connections.

Controller Specifications

Models	Series 52201: Two-mode proportional-plus-automatic reset action. Series 52301: Three-mode proportional-plus-automatic reset-plus-rate action.
Manifold	Part no. 367698-1 without nameplate. Part no. 368450 with nameplate. Specify when controller is used with Auto-Man Control station.
Dimensions	4½" wide, 6" high, 5½" deep
Air Data	Process variable and set point inputs: 3 to 15 psig. Control air output: 3 to 15 psig. Supply: 20 ± 2 psig. Consumption: Maximum 8 scfh.
Adjustments	Proportional band: 1-500% or 100-0.2 gain. Reset (available without addition or removal of parts): Fast—0.4 to 100 repeats/minute or 2.5 to .01 minute/repeats. Slow—0.02 to 10 repeats/minute or 50 to 0.1 minute/repeats. Rate (available without addition or removal of parts): Fast—0.01 to 2.5 minutes. Slow—0.1 to 50 minutes.
Control Action	Direct-reverse switch can be positioned to increase or decrease output when process variable increases without controller recalibration.
Materials of Construction	Cast aluminum base and formed cover. Stainless steel capsule housings, proportional band mechanism, reset and rate needle valves, and rebalancing system. Constant modulus nickel alloy capsules.
Mounting	Controller can be integrally mounted on control station, adjacent on the back of panel, or field mounted. Field-mounting bracket fits mounting holes for positioner on yoke of a control valve.

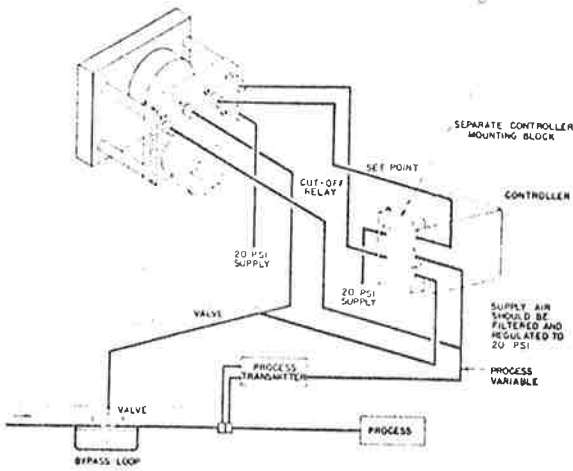


Fig. 4—Control station combined with two- or three-mode Pneumatik Tel-O-Set controller with internal automatic reset.

Auto-Man Control Station Specifications

Model	53103-23
Dimensions	4½" high, 6½" wide, 8½" deep.
Panel cutout	4½" high by 6" wide.
Colors	Standard: Textured dark beige. Optional: Dark gray, light gray, dark brown, light brown, vista green, light green, black.
Range	3-15 psi
Scale	0-10 square root, 0-100 even (special scales supplied as required).
Accuracy	±½% FS
Air supply	20 ± 2 psi
Air consumption with any constant output	0.03 cfm
External connections	¼" NPT
Options	Process nameplate for front of indicator, engraved to customer specifications. Process tag for back of panel, stamped to customer specifications.

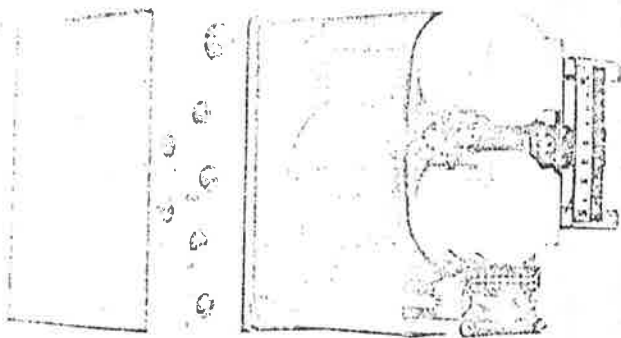
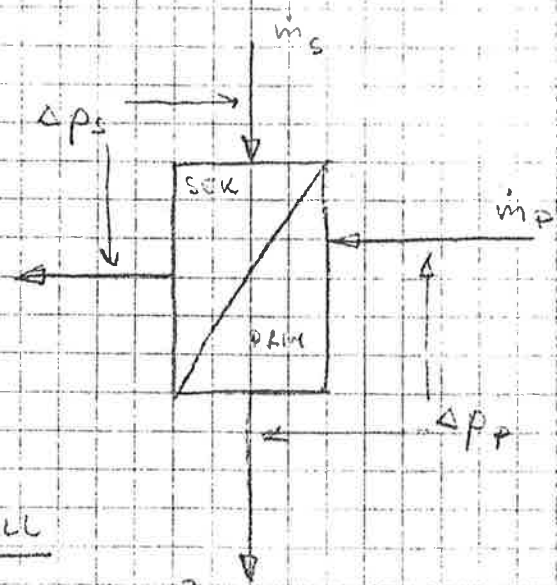


Fig. 5—Cover removed from controller to show calibrated control dial adjustments.

760-23	760-23	624	040/1200 10
SOPP & ZÄRMAT		241	624
VÄRMEVÄXLARE DATA		VLX VATTEN / VATTEN	



TRYCKFALL

$$\Delta p_p = B \cdot \left(\frac{\dot{m}_p}{336} \right)^2 \quad \text{mvp}$$

$$B = 0,123$$

$$\Delta p_s = A \cdot \left(\frac{\dot{m}_s}{336} \right)^2 \quad \text{mvp}$$

$$A = -1,76$$

VIKT

336 kg INKL MANTOR

VOLYMER

BATTERI SIDA 45 l

MANTOR SIDA 129 l

EFFECTIV VÄRME ÖVERFÖRINGS AREA

8.4 m²

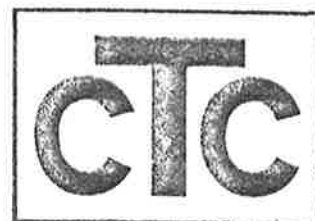
STÄMMUNGSKURVE

$$A_2 = \frac{336}{6.2} \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

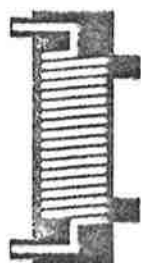
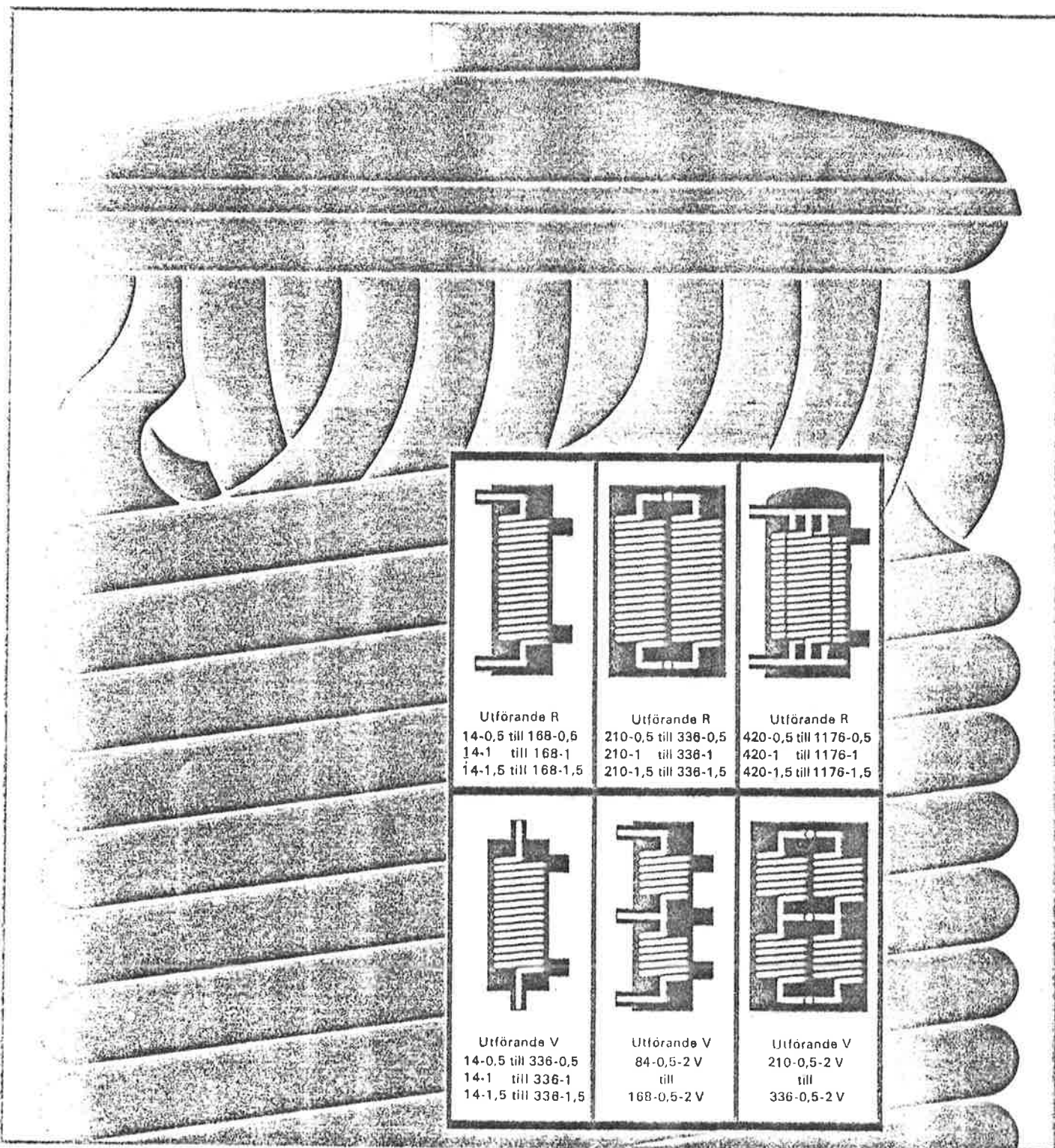
STÄMMUNGSKURVE

$$A_w = A_1 \cdot 4.52$$

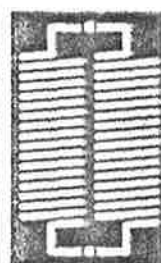
Värmeväxlare SKR



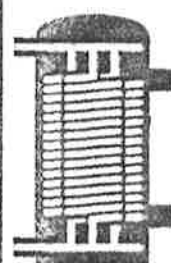
värme



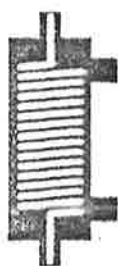
Utförande R
14-0,5 till 168-0,5
14-1 till 168-1
14-1,5 till 168-1,5



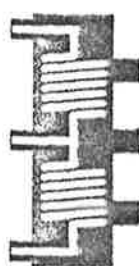
Utförande R
210-0,5 till 338-0,5
210-1 till 338-1
210-1,5 till 338-1,5



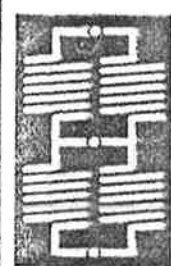
Utförande R
420-0,5 till 1176-0,5
420-1 till 1176-1
420-1,5 till 1176-1,5



Utförande V
14-0,5 till 336-0,5
14-1 till 336-1
14-1,5 till 336-1,5



Utförande V
84-0,5-2 V
till
168-0,5-2 V



Utförande V
210-0,5-2 V
till
336-0,5-2 V

Utvändig strömningsvägen ett enda rakt stråk • motström i kombin
fall kan utnyttjas så att högsta möjliga effekt uppnås • lämplig för s

CTC system SKR

CTC system SKR är ett komplett program för vattenvärmare, värmeväxlare och värmeomformare.

Värmeväxlarna i system SKR har en väl genomtänkt konstruktion med låg vikt och små dimensioner.

SKR-batteriet som är uppbyggt av speciellt anordnade skruvformade rörspiraler av Trufinrör – en patentsökt konstruktion – möjliggör en serie-mässig uppbyggnad.

Batteriets konstruktion möjliggör en verkligt rationell standard av olika typer av värmeväxlare. SKR-systemet är således sammansatt av ett fåtal standardkomponenter. De större växlarna byggs upp genom parallellkoppling, vilket ger enheter i samma storleksserie, lika bygghöjd och därigenom underlättas eventuellt utbyte.

Tubsatsen tillverkas helt i koppar och manteln i stål.

CTC värmeväxlare SKR är idealisk för all värmeväxling vatten-vatten samt ånga-vatten och de flesta värmeväxlingsfall täckes genom de grundstorlekar som system SKR är uppbyggt av. Om ena mediet är färskvatten eller ånga skall detta passera invändigt genom tubsatsen.

Med sina små dimensioner och genom sin konstruktion är SKR lätt att installera.

Tubsatsen är rensbar både in- och utvändigt.

Specifikationer

Batteri

Batteriet är utfört av heldragna skruvformade kopparrör med ytförstorande kammar.

	SKR 14-1176		
Temperatur °C	150	175	200
Drifttryck p_{θ} bar	21	18	13

Mantel

Manteln är tillverkad av tryckkärlsplåt SIS 141330 enligt gällande tryckkärlsnormer.

	SKR 14-336		
Temperatur °C	150	175	200
Drifttryck p_{θ} bar	16	12	9

	SKR 420-1176		
Temperatur °C	150	175	200
Drifttryck p_{θ} bar	10	8	6

p_{θ} = övertryck

Isolering

Värmeväxlare SKR 14-336 har 50 mm tjock mineralullsmatta täckt med lackerad plåt.

Värmeväxlare SKR 420-1176 har 50 mm tjock mineralullsmatta täckt med träpanel och på gavlarna täckt med lackerad plåt.

Anslutningar

Utf. R – stål för svetsning
 Utf. V – batteriansl. – koppar för lödning
 – mantelansl. – stål för svetsning

Uppställning

SKR 14 – försedd med konsoll för vertikalt väggmontage
 SKR 28- 336 – försedd med reglerbara rörben för stående montage
 SKR 420-1176 – försedd med fotring för stående montage.

Standardspecifikation

Fabrikat och typ:

CTC Värmeväxlare SKR

Storlek och utförande:

Material: tubsats, koppar
 mantel, stål

Drifttryck: tubsats p_{θ} bar
 mantel p_{θ} bar

Drifttemp: tubsats °C
 mantel °C

Dimension: diameter x höjd
 (inkl. isolering) mm

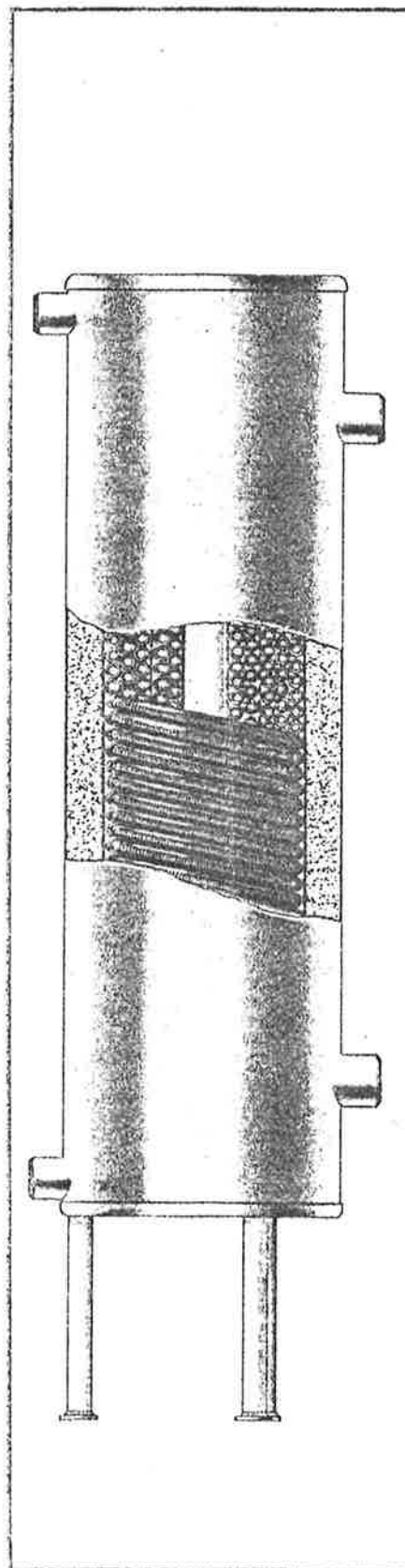
Vikt: kg

Driftdata

Effekt: kW

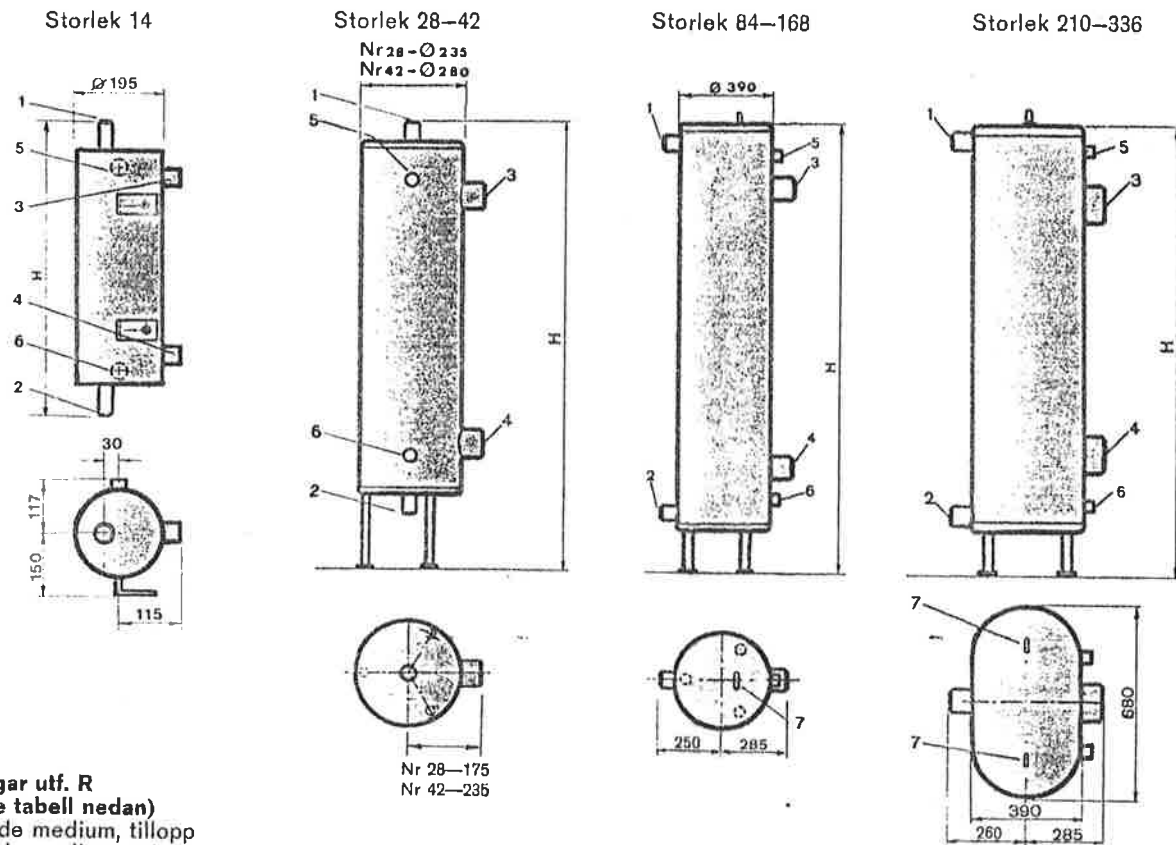
Tubsats: medium °C
 ing. temp. °C
 utg. temp. °C
 tryckfall mvp

Mantel: medium °C
 ing. temp. °C
 utg. temp. °C
 tryckfall mvp



Värmeväxlare för maximal värmeavgivning • kan utföras för ånga som hetvatten • lätt att rengöra • enkelt montage • små dim

CTC Värmeväxlare för primärvatten – cirk.vatten eller ånga – cirk.vatten utf. R
 CTC Värmeväxlare för primärvatten – tappvarmvatten utf. V
 SKR Nr – 0,5 – 1,0 – 1,5 R o. V



- Anslutningar utf. R**
 (storlek se tabell nedan)
- 1 Värmande medium, tillopp
 - 2 Värmande medium, retur
 - 3 Uppvärt medium, framledning
 - 4 Uppvärt medium, retur
 - 5 Luftning (spolning) R 3/4"
 - 6 Avtappning (spolning) R 3/4"
 - 7 Lyftögla

- Anslutningar utf. V**
 (storlek se tabell nedan)
- 1 Tappvarmvatten
 - 2 Kallvatten
 - 3 Värmande medium, tillopp
 - 4 Värmande medium, retur
 - 5 Luftning (spolning) R 3/4"
 - 6 Avtappning (spolning) R 3/4"
 - 7 Lyftögla

Typ och storlek	Totalhöjd H	Anslutningar			Volym i lit.		Vikt kg	
		1 o. 2*) utf. R Batteri	1 o. 2**) utf. V Batteri	3 o. 4*) utv. RoV Mantel	Batteri	Mantel		
SKR 14-0,5	850	25	28/24	25	0,8	4	22	
	1040	25	28/24	40	2	6	45	
	1090	32	36/32	50	3	12	60	
	1150	84-0,5	50	54/49	100	7	38	110
		126-0,5	50	54/49	100	8	36	125
		168-0,5	50	54/49	100	10	33	140
		210-0,5	50	54/49	100	17	77	220
1150	252-0,5	65	70/65	125	18	75	235	
	294-0,5	65	70/65	125	20	72	250	
	336-0,5	65	70/65	125	22	69	265	
	SKR 14-1,0	1190	25	28/24	25	1,2	6	32
		1320	25	28/24	40	3	9	55
1415		32	36/32	50	4	17	75	
1480		84-1,0	50	54/49	100	10	53	130
		126-1,0	50	54/49	100	12	49	145
		168-1,0	50	54/49	100	16	44	160
		210-1,0	50	54/49	100	24	105	260
1480	252-1,0	65	70/65	125	27	101	280	
	294-1,0	65	70/65	125	30	97	300	
	336-1,0	65	70/65	125	34	92	320	

*) Anslutningar utförda av stål för svetsning.
 **) Anslutningar utförda av koppar för lödning.



FÖRSÄLJNING AB CTC-THERMIA · SVERIGE

Huvudkontor
GÖTEBORG
Mölnålsvägen 85
412 85 Göteborg
Tel. 031/81 34 60
Telex: 2334

STOCKHOLM
Södertäljevägen 142
126 32 Hägersten
Tel. 08/45 29 90
Telex: 19945

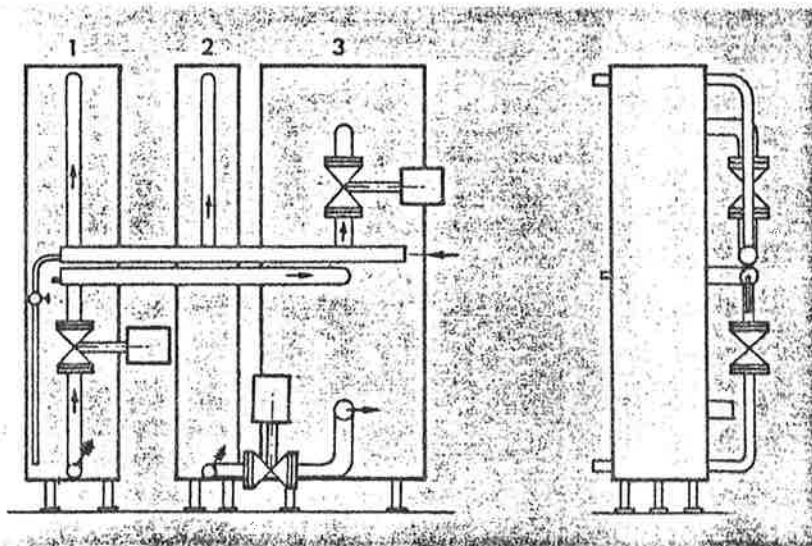
MALMÖ
St. Nygatan 29
Box 4159
203 12 Malmö 4
Tel. 040/752 85
Telex: 32517

SUNDSVALL
V. Långgatan 71
Box 288
851 01 Sundsvall
Tel. 060/12 91 35

ÖREBRO
Ånggatan 62
702 24 Örebro
Tel. 019-10 02 65
Telex: 73537

VÄRME VARMVATTEN

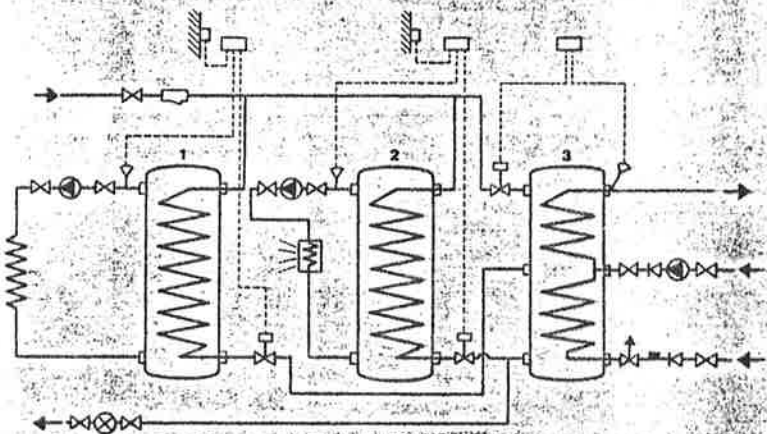
Tillverkare: AB CTC, Sektion Värmeväxlare, Ronneby



CTC – Abbonentcentral består av SKR värmeväxlare för uppvärmning av såväl cirkulationsvatten som tappvatten. De är kombinerade med lämplig koppling och automatik, så att gynnsamaste driftförhållanden uppnås för såväl värmeförbrukarna som värmedistributör. Värmeväxlarna ger genom sin patentsökta uppbyggnad med ytförstorande Trufin-rör mycket god värmeöverföring. Vid prefabricering får man en mycket kompakt och lätt installerad enhet.

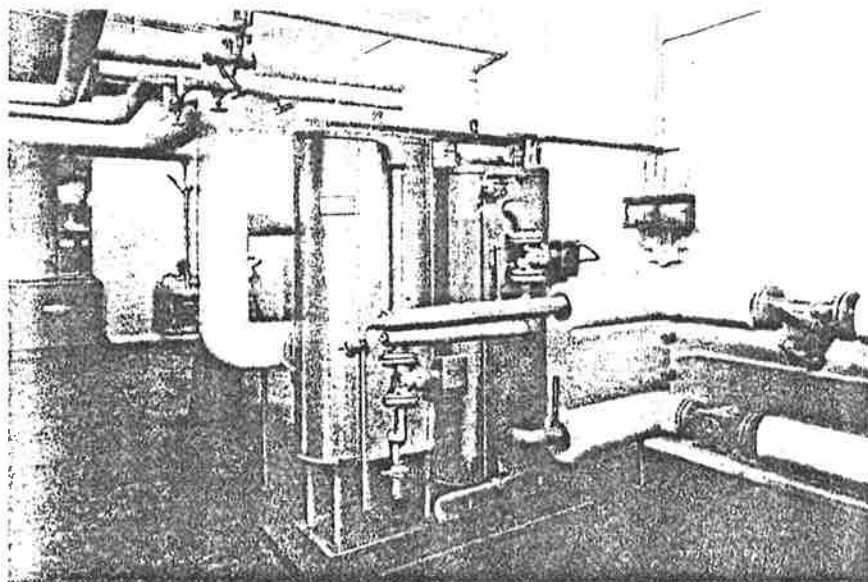
Teckenförklaring:

1. Värmeväxlare för radiatorskrets
2. Värmeväxlare för ventilationskrets
3. Värmeväxlare för tappvarmvatten



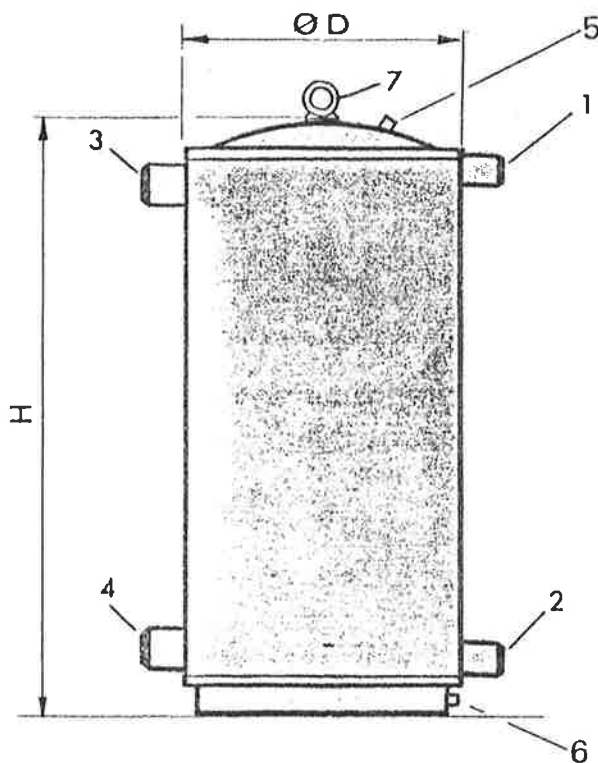
CTC:s kopplingsprincip för abonnentcentraler har genom ingående teoretiska utredningar och praktiska prov jämförts med andra kopplingsprinciper. Den är i installationshänseende, automatiserings- och driftssynpunkt mycket fördelaktig, då den har ett enkelt rörmontage, ger en hög värmebeholdning och en effektiv kylning av primärvattnet från distributionsnätet. Kopplingen är dessutom lämplig för distrikt med kalkhaltigt vatten, vilket ger ett generellt användbart standardutförande.

Värmeväxlare 2 är dimensionerad för 80–40°C. Om den dimensioneras för 80–60°C, kopplas returen från värmeväxlare 2 till returen på värmeväxlare 1.



CTC Abbonentcentral för bostadsfastighet eller större hyreshus.

CTC Värmeväxlare för primärvatten – cirk.vatten
SKR Nr – 0,5 – 1,0 – 1,5 R



Anslutningar:

- 1 Värmande medium, tillopp
- 2 Värmande medium, retur
- 3 Uppvärt medium, framledning
- 4 Uppvärt medium, retur
- 5 Luftning (spolning) R 3/4"
- 6 Avtappning (spolning) R 3/4"
- 7 Lyftögla

A
1
2
3
4
5
6
7

Typ och storlek	Ø D	Totalhöjd H	Anslutningar		Volym i lit.		Vikt kg
			1 o. 2*)	3 o. 4*)	Batteri	Mantel	
SKR 420-0,5 R	850	1520	80	125	36	510	325
504-0,5 R			80	125	39	505	340
588-0,5 R			100	150	49	500	355
672-0,5 R			100	150	52	495	370
840-0,5 R	1000	1610	125	250	74	700	500
1008-0,5 R					84	690	540
1176-0,5 R					93	680	580
SKR 420-1,0 R					80	125	50
504-1,0 R	80	125	57	610	450		
588-1,0 R	100	150	68	600	480		
672-1,0 R	100	150	75	590	515		
840-1,0 R	1000	1940	125	250	103	855	695
1008-1,0 R					118	835	765
1176-1,0 R					134	810	835
SKR 420-1,5 R					80	125	66
504-1,5 R	80	125	77	730	585		
588-1,5 R	100	150	91	715	635		
672-1,5 R	100	150	102	700	690		
840-1,5 R	1000	2295	125	250	137	1020	910
1008-1,5 R					159	995	1020
1176-1,5 R					181	970	1125

*) Anslutningar utförda av stål för svetsning.

3 grevar i mantel och tubsats • givna tryck-
 dimensioner • svensk standard i alla tillämpliga delar

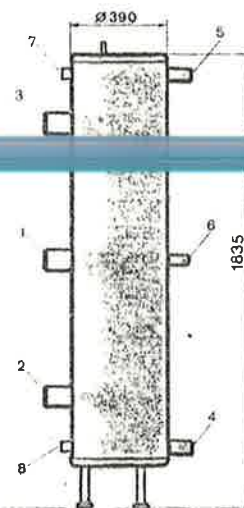
Typ och storlek	Totalhöjd H	Anslutningar			Volym i lit.		Vikt kg
		1 o. 2*) utf. R	1 o. 2**) utf. V	3 o. 4*) utf. R o V	Batteri	Mantel	
SKR 14-1,5	1590	25	28/24	25	1,8	8	44
	1710	25	28/24	40	4	12	65
	1810	32	36/32	50	6	23	90
84-1,5	1835	50	54/49	100	13	69	145
					17	63	165
					22	55	185
210-1,5	1835	65	70/65	125	32	135	300
					36	129	325
					41	120	350
					47	112	375

*) Anslutningar utförda av stål för svetsning.

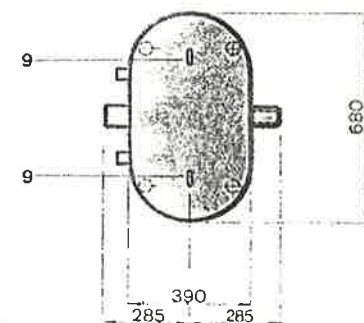
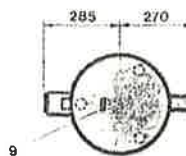
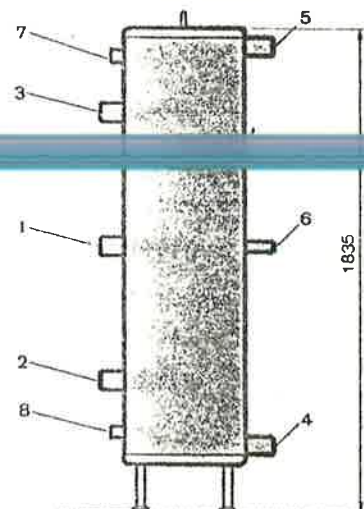
**) Anslutningar utförda av koppar för lödning.

CTC Värmeväxlare för primärvatten – tappvarmvatten i abonnentcentraler SKR Nr – 0,5–2 V

Storlek 84–168



Storlek 210–336



Anslutningar:

- 1 Värmande medium, tillopp
- 2 Värmande medium, retur
- 3 Värmande medium, påspädning
- 4 Kallvatten
- 5 Tappvarmvatten
- 6 Varmvattencirkulation
- 7 Luftning (spolning) R 3/4"
- 8 Avtappning R 3/4"
- 9 Lyftögla

Typ och storlek	1 o 2*)	Anslutningar			Volym i lit.		Vikt kg
		3*)	4 o. 5**)	6**)	Batteri	Mantel	
SKR 84-0,5-2 V	65	50	54/49	28/25	13	69	140
					16	65	155
					19	59	175
210-0,5-2 V	65	65	70/65	36/32	30	135	290
					33	131	300
					36	126	315
					40	120	330

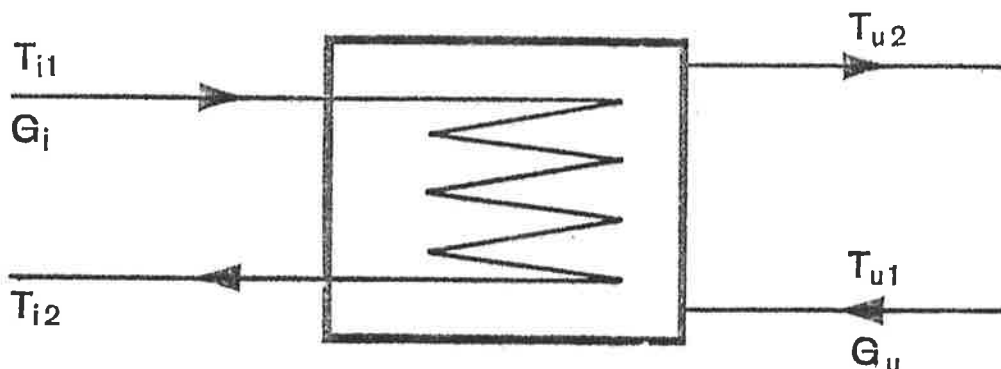
*) Anslutningar utförda av stål för svetsning.

**) Anslutningar utförda av koppar för lödning.

Dimensionering

CTC Värmeväxlare typ SKR Nr 28-1176

Anvisning för nomogram 1, 2 och 3



Beteckningar:

- Nr = Apparaturnummer
 G = Vattenmängd, kg/min.
 i = Invändigt tuber.
 u = Utvändigt tuber
 T = Temperatur, °C.
 T_m = Medeltemperatur, °C.
 $\Delta T_{m \ln}$ = Logaritmisk medeltemperaturdifferens, °C.
 K_i = Värmeövergångstal hänfört till invändig värmeyta, kcal/m² h °C.
 Δp = Tryckfall genom växlaren, m vp.
 Q = Överförd effekt, kcal/h.
 Figuren visar beteckningen på flöden och temperaturer.

Ekvationer:

$$Q = C \cdot K_i \cdot Nr \cdot \Delta T_{m \ln} \quad \text{kcal/h}$$

$$C = \begin{cases} 0,014 & (\text{för apparatserie } -0,5 \text{ R och } 0,5 \text{ V}) \\ 0,025 & (\text{för apparatserie } -1 \text{ R och } -1 \text{ V}) \\ 0,039 & (\text{för apparatserie } -1,5 \text{ R}) \end{cases}$$

$$T_{mi} = \frac{T_{i1} + T_{i2}}{2} \quad ^\circ\text{C}$$

$$T_{mu} = \frac{T_{u1} + T_{u2}}{2} \quad ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{m \ln} = \frac{(T_{i1} - T_{u2}) - (T_{i2} - T_{u1})}{e_{\log} \cdot \frac{(T_{i1} - T_{u2})}{(T_{i2} - T_{u1})}} \quad ^\circ\text{C}$$

Se tabell sid. 813.

Ex. 1

Effekten 600.000 kcal/h skall överföras.

Primärtemperaturer 120–70° C. Primärflöde 200 kg/min.
 Sekundärtemperaturer 60–80° C. Sekundärflöde 500 kg/min.
 Max. tillåtet tryckfall 2,0 m vp primärt och 1,0 m vp sekundärt.

Lösning:

Primärmediet körs invändigt i tuberna.

Försök med en SKR-NR-1 R. Utnyttja max. tryckfall 2,0 m vp.

$$T_{mi} = \frac{120 + 70}{2} = 95^\circ \text{C}$$

$$T_{mu} = \frac{80 + 60}{2} = 70^\circ \text{C}$$

$$\Delta T_{m \ln} = \frac{(120 - 80) - (70 - 60)}{e_{\log} \cdot \frac{(120 - 80)}{(70 - 60)}} = 21,6^\circ \text{C}$$

Se nomogram nr 2.

Längst till höger i övre högra fältet är Δp_i inlagt. Från

$\Delta p_i = 2,0$ m vp drages en horisontell linje till $\frac{G_i}{Nr}$

$$\frac{G_i}{Nr} \text{ blir då } = 1.$$

$G_i = 200$ enl. förutsättningen.

$$\frac{200}{Nr} = 1 \text{ vilket ger } Nr = 200$$

Välj närmaste standard på Nr vilket blir 210.

$$\frac{G_i}{Nr} = \frac{200}{210} = 0,95$$

Drag en horisontell linje (inlagt i nomogrammet) från $\frac{G_i}{Nr} = 0,95$ åt höger mot skalan Δp_i . Detta ger $\Delta p_i =$

1,6 m vp. Från den punkt på linjen som skär temperaturkurvorna vid $T_{mi} = 95^\circ \text{C}$ drages en vertikal linje ned i fältet för K_i .

$$\text{Utvändigt flöde } \frac{G_u}{Nr} = \frac{500}{210} = 2,38$$

Från $\frac{G_u}{Nr} = 2,38$ drages en horisontell linje åt vänster

mot skalan Δp_u , vilket ger $\Delta p_u = 0,7$ m vp. Från $T_{mu} = 70^\circ \text{C}$ drages en vertikal linje nedåt och vidare in i fältet för K_i . Skärningspunkten i nedre högra fältet anger $K_i = 8100 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$. Om Δp_u överstigit max. tillåtet så hade man fått börja om med beräkningen utgående från max. tillåtet Δp_u .

$$Q = 0,025 \cdot 8100 \cdot 210 \cdot 21,6 = 925000 \text{ kcal/h}$$

$$y_{\text{marginal}} = \frac{925000}{600000} = 1,54$$

y_{marginal}en bör vara $\geq 1,2$

Resultat: 1 st SKR 210-1 R

Inv. tryckfall = 1,6 m vp

Utv. tryckfall = 0,7 m vp

Dimensionering

Ex. 2

Effekten 1.000.000 kcal/h.

Primärtemp. 120–70° C. Primärflöde 333 kg/min.

Sekundärtemp. 60–80° C. Sekundärflöde 830 kg/min.

Max. tillåtet tryckfall 2,5 m vp primärt och 1,1 m vp sekundärt.

Smutsfaktorn 8000 kcal/m²h °C erfordras på vardera sidan.

Lösning:

Primärmediet invändigt. Med begärd smutsfaktor 8000 väljes SKR 1,5 R.

$\Delta p_i = 2,5$ m vp ger $\frac{G_i}{N_r} = 1$ i nomogram 3.

$$G_i = N_r \quad N_r = 333$$

Välj 1 st SKR 336 – 1,5 R.

$$\frac{G_i}{N_r} = \frac{333}{336} \approx 1 \quad \frac{G_u}{N_r} = \frac{830}{336} \approx 2,5$$

Nomogram 2 ger: $\Delta p_u = 1,06$ m vp och $K_i = 8400$ kcal/m²h °C.

K_i -värdet reduceras av smutsfaktorn 8000.

Ur försmutsningsnomogrammet sidan 805 erhålles det reducerade $K_i = 3700$ kcal/m²h °C.

$$\Delta T_{m_{ln}} = 21,6^\circ \text{C.}$$

$$Q = 0,039 \cdot 3700 \cdot 336 \cdot 21,6 = 1.050\,000 \text{ kcal/h}$$

Resultat: 1 st SKR 336 – 1,5 R

Iny. tryckfall = 2,5 m vp

Utv. tryckfall = 1.06 m vp

För andra effekter med samma temperaturer, tryckfall och smutsfaktor som ex. 2 kan apparatstorlek bestämmas ur

$$\frac{Q}{N_r} = \frac{1\,000\,000}{336} = 2980$$

(1 000 000 är effekten och 336 apparatstorleken i ex. 2)

Är önskad effekt exempelvis 700 000 kcal/h bli:

$$N_r = \frac{700\,000}{2980} = 235$$

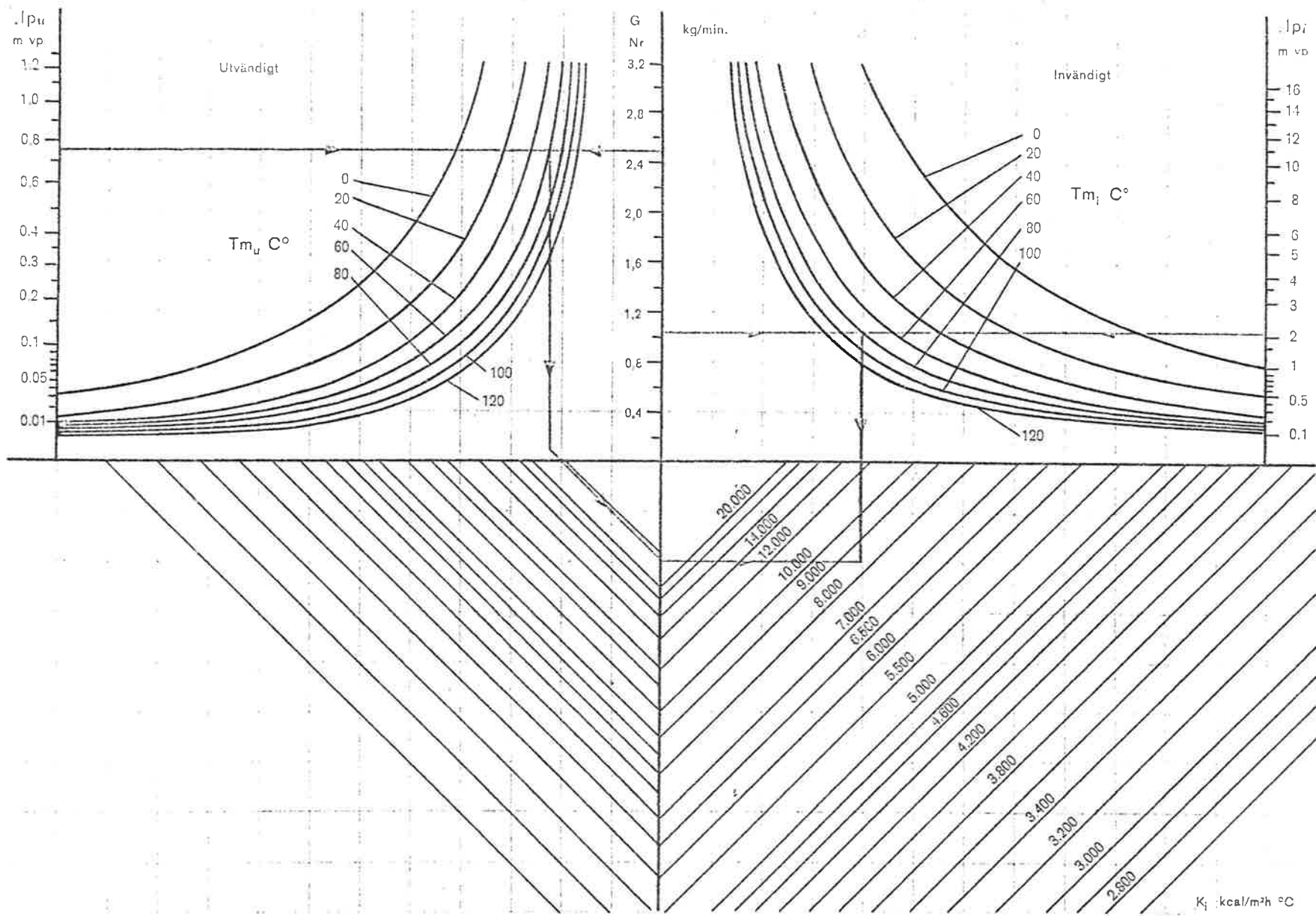
Välj närmast högre standard 1 st SKR 252 – 1,5 R.

Dimensioneringsnomogram

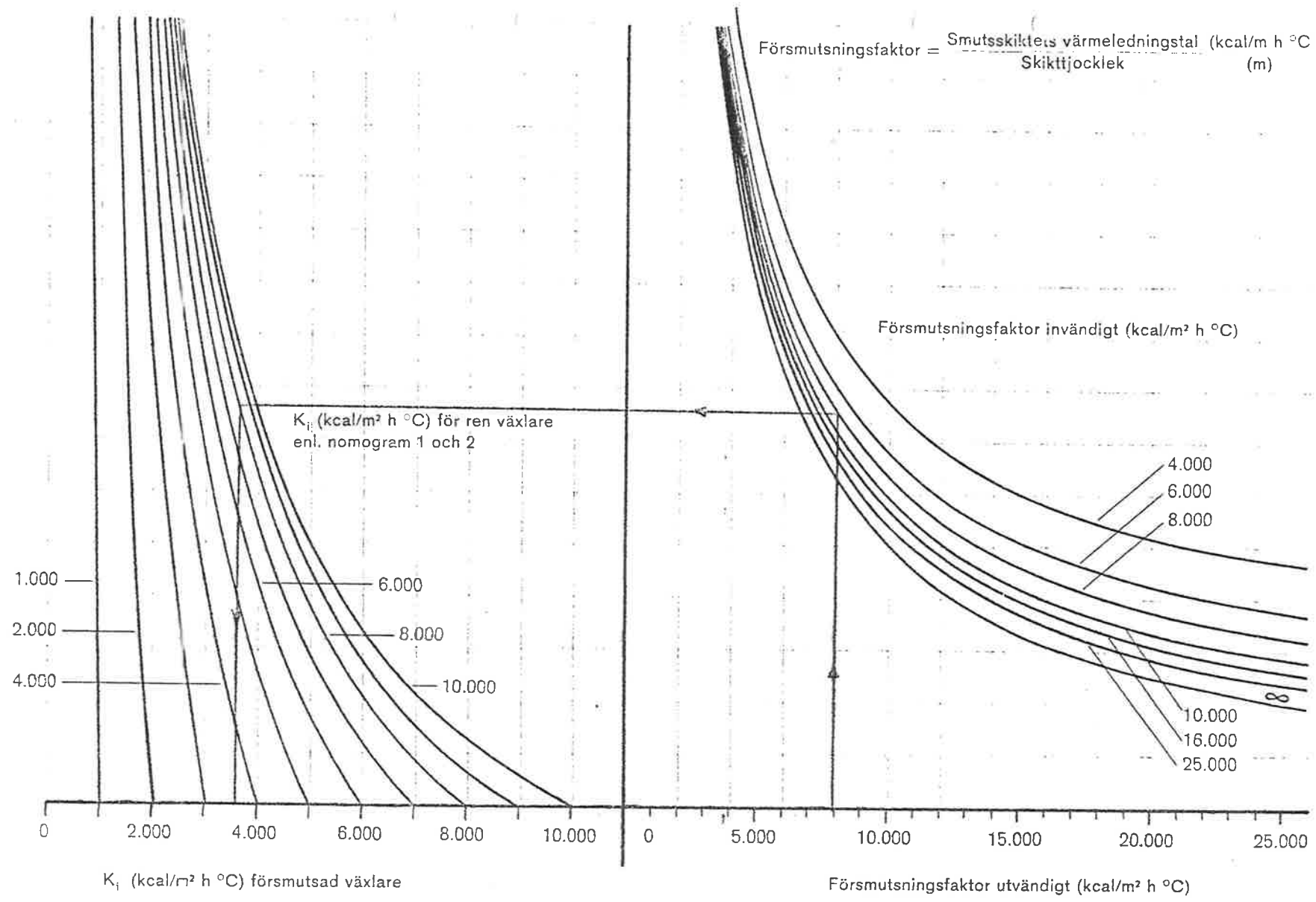
CTC Värmeväxlare typ SKR steg 1

Nomogram 2

Gäller endast för vatten

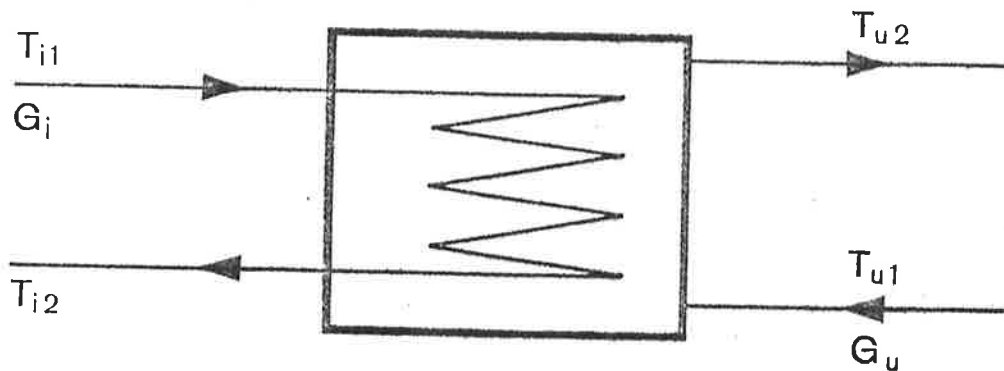


**Försmutningsnomogram
CJC Värmeväxlare typ SKR**



Dimensionering

CTC Värmeväxlare typ SKR-3



Beteckningar:

- G = Vattenmängd kg/min
 - i = Inv. tuber
 - u = Utv. tuber
 - T = Temperatur °C
 - T_m = Medeltemperatur °C
 - ΔT_{m|n} = Logaritmisk medeltemperaturdifferens °C
 - Δp = Tryckfall genom växlaren mm vp
 - K_j = Värmeövergångstal kcal/m² h °C
 - Q = Överförd effekt kcal/h
- Figuren visar beteckningen på flöden och temperaturer.

Växlarens effekt är:

$$Q = 0,69 \cdot K_j \cdot \Delta T_{m|n}$$

0,69 = Värmeväxlarens värmeyta i m²

Vid dimensionering skall ytmarginalen vara c:a 20 %.

K_j beräknas enligt följande:

$$K_j = \frac{a \cdot b}{a + b} \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$$

$$a = 2,07 \cdot \alpha \cdot G_i^{0,8}$$

$$b = 3,53 \cdot \beta \cdot G_u^{0,68}$$

Temperaturkorrektionsfaktorerna α och β erhålls ur diagram 1 vid vattnets T_{mj} och T_{mu}.

Tryckfallet beräknas enl.:

$$\Delta p_i = 4,65 \cdot G_i^2 \text{ mm vp}$$

$$\Delta p_u = 0,04 \cdot G_u^2 \text{ mm vp}$$

Exempel:

$$Q = 25000 \text{ kcal/h}$$

$$T_{i1} = 110^\circ \text{ C}$$

$$T_{i2} = 70^\circ \text{ C}$$

$$T_{mj} = 90^\circ \text{ C ur diagram 1 är } \alpha = 458$$

$$T_{u1} = 60^\circ \text{ C}$$

$$T_{u2} = 80^\circ \text{ C}$$

$$T_{mu} = 70^\circ \text{ C ur diagram 1 är } \beta = 158$$

$$G_i = \frac{25000}{60 \cdot 40} = 10,4 \text{ kg/min.}$$

$$G_u = \frac{25000}{60 \cdot 20} = 20,8 \text{ kg/min.}$$

Ur diagram 2 erhålls $G_i^{0,8} = 6,5$

Ur diagram 2 erhålls $G_u^{0,68} = 7,85$

ΔT_{m|n} beräknas med hjälp av tabellen sidan 813.

$$\Delta T_{m|n} = 18,2^\circ \text{ C}$$

Effektkontroll av SKR-3

$$a = 2,07 \cdot 458 \cdot 6,5 = 6160$$

$$b = 3,53 \cdot 158 \cdot 7,85 = 4370$$

$$K_j = \frac{6160 \cdot 4370}{6160 + 4370} = 2550 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$$

$$Q = 0,69 \cdot 2550 \cdot 18,2 = 32000 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Ytmarginal} = \frac{32000}{25000} = 1,28 \cdot 28 \%$$

$$\Delta p_i = 4,65 \cdot 10,4^2 \approx 503 \text{ mm vp}$$

$$\Delta p_u = 0,04 \cdot 20,8^2 \approx 18 \text{ mm vp}$$

Diagram CTC Värmeväxlare typ SKR-3

Diagram 1
Temperaturkorrektionsfaktorer

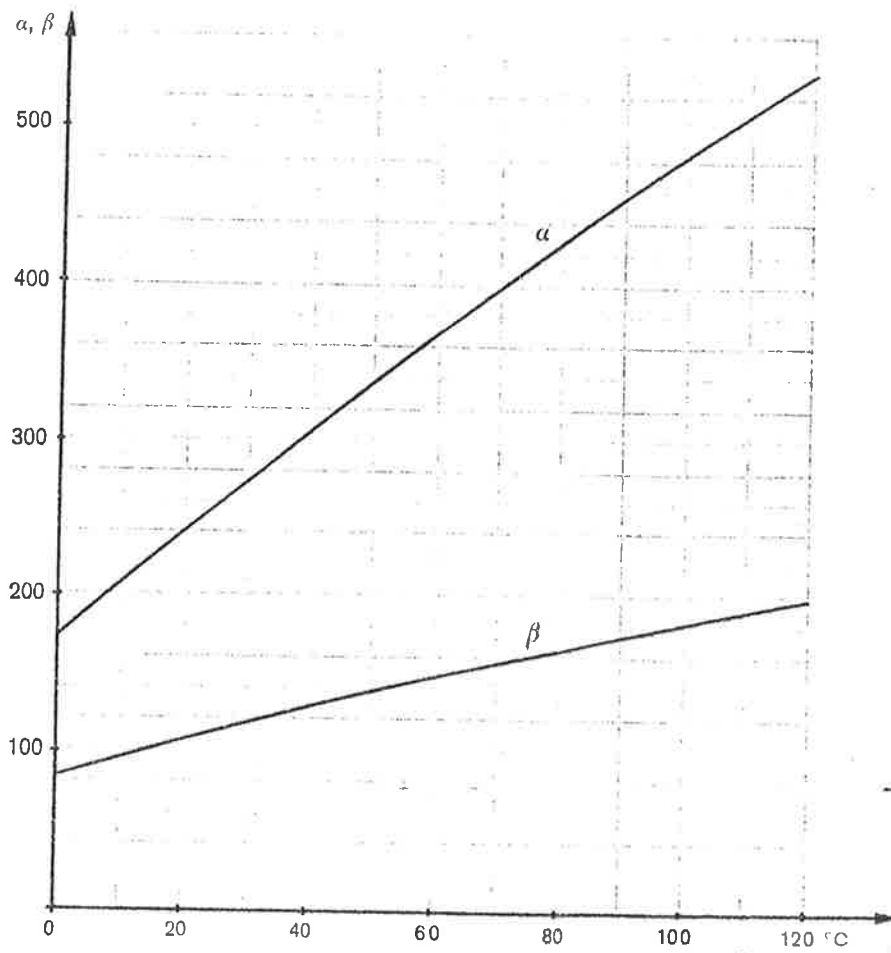
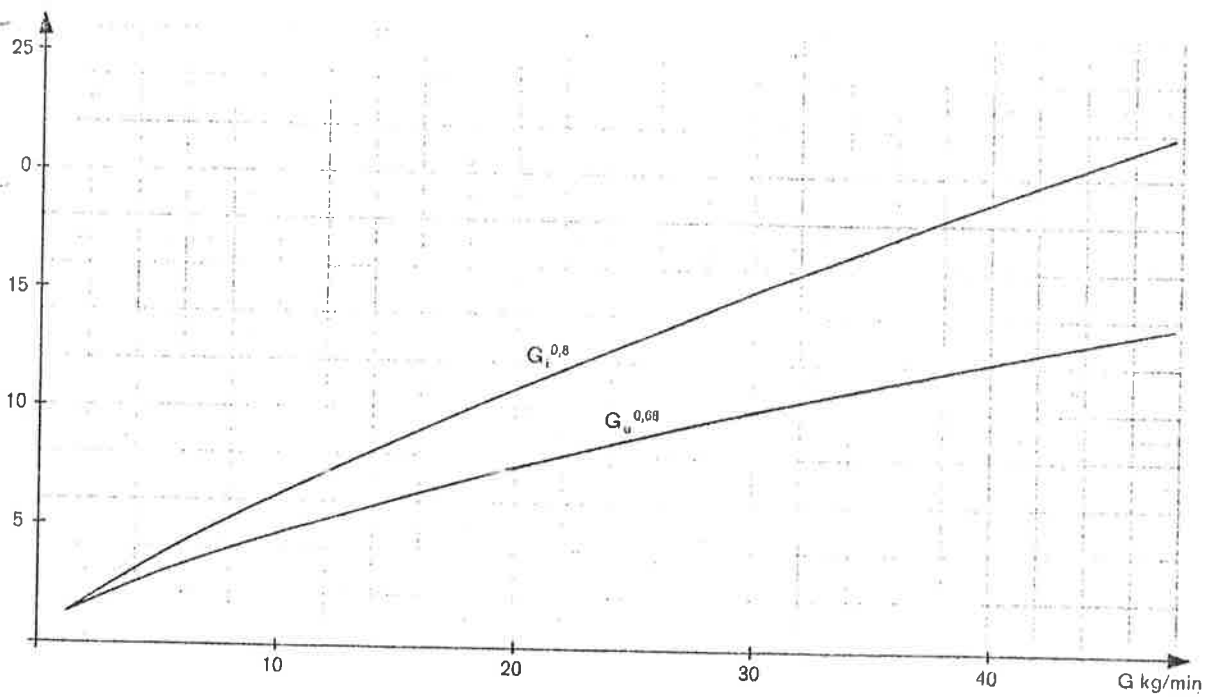


Diagram 2

$G^{0,8}, G_u^{0,68}$



Logaritmisk temperaturredifferens

$\frac{\Delta l}{\Delta s}$	$\frac{\Delta tm}{\Delta s}$	$\frac{\Delta l}{\Delta s}$	$\frac{\Delta tm}{\Delta s}$
0,01	0,22	0,25	0,54
0,02	0,25	0,30	0,58
0,03	0,28	0,35	0,62
0,04	0,30	0,40	0,66
0,05	0,32	0,45	0,69
0,06	0,34	0,50	0,72
0,07	0,35	0,55	0,76
0,08	0,37	0,60	0,79
0,09	0,38	0,65	0,82
0,10	0,39	0,70	0,84
0,12	0,42	0,75	0,87
0,14	0,44	0,80	0,90
0,16	0,46	0,85	0,92
0,18	0,48	0,90	0,95
0,20	0,50	0,95	0,98

Ex. $120 \text{ in} \rightarrow 70 \text{ ut}$
 $80 \text{ ut} \leftarrow 60 \text{ in}$

40	10
Δs	Δl

$$\frac{\Delta l}{\Delta s} = \frac{10}{40} = 0,25$$

$$\frac{\Delta tm}{\Delta s} = 0,54$$

$$\Delta tm|_n = 0,54 \cdot 40$$

$$\Delta tm|_n = 21,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$