



LUND UNIVERSITY

Sammanställning av mätningar och databehandling av tappvarmvattenförbrukning i Nydala i Malmö

Jensen, Lars

1973

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Jensen, L. (1973). *Sammanställning av mätningar och databehandling av tappvarmvattenförbrukning i Nydala i Malmö*. (Technical Reports TFRT-7037). Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology (LTH).

Total number of authors:

1

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

SAMMANSTÄLLNING AV MÄTNINGAR OCH DATABEHANDLING AV
TAPPVARMVATTENFÖRBRUKNING I NYDALA I MALMÖ.[†]

L.H. Jensen

[†] Denna rapport avser anslag nr D 698 från Statens råd för byggnadsforskning till Institutionerna för byggnadskonstruktionslära och reglerteknik vid LTH.

FÖRORD.

Denna rapport dokumenterar en mätserie på ett tappvarmvattensystem i ett hyreshus i Malmö. Arbetet har gjorts som ett samarbete mellan Industriverken i Malmö och institutionerna för byggnadskonstruktionslära och regler-teknik vid Lunds tekniska högskola.

Driftsingenjör Sven Andersson och mätingenjör Knut Boj på Industriverken har svarat för val av försöksobjekt, insamling av anläggningsdata, kalibrering och inkoppling av mätgivare.

Forskningsingenjör Knut Källblad och tekniker Urban Lundh har modifierat dataloggern, byggt och testat pulsgivarna och testat hela datainsamlingssystemet.

Författaren ber att få tacka för ovannämnda personers insatser utan vilka mätserien inte hade kunnat genomföras.

INLEDNING.

Målsättningen var att mäta på tappvarmvattenkretsen och på varmvattenberedarna. Detta för att se hur snabbt tappvarmvattenflödet kunde ändras och att bestämma dess frekvens- och fördelningsfunktion. Vidare att med mätningar på varmvattenberedarna kunna bestämma dess dynamik och studera möjligheter till annan dimensionering.

Någon mätning på varmvattenberedarna gjordes ej, då detta hade krävt fler mätpunkter, vilket hade minskat försöklängden. Vidare hade mer arbete krävts för att placera in temperaturgivarna i vattenrören. Totalt genomfördes åtta mätningar på tappvarmvattenkretsen med fyra olika typer av mätningar. Datainsamling skedde var 10 sek., var 20 sek. eller varje minut, varvid försöklängden blev maximalt 6, 12 resp. 30 timmar. Antalet mätpunkter var 5 stycken, två flöden och tre temperaturer.

ANLÄGGNINGEN.

Beskrivs enklast med figur nr 1 och följande data:

Flöden

| | |
|---------------------|------------------|
| Uppvärmningskretsen | 250 liter/min. |
| Varmvattenkretsen | 15 liter/min. |
| Kallvattenintag | 0-326 liter/min. |

Volymer

| | |
|---------------------|------------|
| Uppvärmningskretsen | 6056 liter |
| Varmvattenkretsen | 330 liter |

Pumpar

| | | |
|-------------|--------------|----------------|
| Uppvärmning | vid 4,5 m vp | 250 liter/min. |
| Varmvatten | vid 3,8 m vp | 15 liter/min. |

Nödvändiga flödesgivare

| | |
|-------------|---------|
| Uppvärmning | - |
| Varmvatten | Ø 20 mm |
| Kallvatten | Ø 80 mm |

Förbrukare

234 lgh

MÄTPUNKTER OCH MÄTUTRUSTNING.

För att kunna bestämma effektuttaget från varmvattenberedarna krävdes fem mätpunkter beroende på anläggningens utförande och möjligheter att enkelt placera in givarna.

Mätpunkter var följande:

| | |
|----------------------------|----|
| flöde returvarmvatten | F1 |
| flöde kallvatten | F2 |
| temperatur returvarmvatten | T1 |
| temperatur varmvatten | T2 |
| temperatur kallvatten | T3 |

Flödesmätarna var vanliga vattenmängdsmätare, som byggts om, så att de gav två pulser per varv, som vattenmöllan roterade. Pulserna räknades under ett samplingsintervall och omvandlades till en analogsignal.

Temperaturgivarna var av kopparkonstanten (amerikansk typ T).

Dataloggen mätte sedan samtliga mätpunkter analogt, och resultatet stansades ut på remsa.

OMBYGGNAD AV FLÖDESMÄTARE.

Two olika metoder provades.

Den först provade metoden var med ljusledare och en fototransistorljusdiodkomponent. Med ljusledarna togs ljuset in i den vattenfyllda mätaren, där en bländare, monterad direkt på vattenmöllans axel, bröt strålgången två gånger per varv. Ljuset gick alltså en sträcka i vatten (≈ 3 mm) varefter det fortsatte in i ljusledarna. För att erhålla lämpliga pulser för datainsamlingsystemet krävdes en enkel transistorkoppling. Vid upprepade försök med en prototyp varierade inställningen på en potentiometer så mycket, att metoden ej ansågs tillförlitlig. Ett annat problem var fastsättning av fototransistorljusdiodkomponenten i förhållande till ljusledarna. Vidare ett tredje problem kunde uppstå genom försmutsning av ljusledarnas fria ändar i vattnet.

Den metod, som kom till användning, bestod av en magnet, fastsatt på vattenmöllans axel, och ett tungelement, som slöts med magneten två gånger per varv. Kontaktslutningarna registrerades direkt av pulsräknarna. Själva tungelementet gjöts in i plast så att det skyddades och var lätt att anbringa. Magneterna var ett stycke magnetlist. Vanliga permanentmagneter gick ej att bearbeta.

OMBYGGNAD AV DATALOGGER.

För att sampla så ofta som var 10 sekund och var 20 sekund gjordes en mindre ändring i dataloggen. Stansning av klockslag hindrades också.

KALIBRERING AV FLÖDESMÄTARE.

Vid vattenverket i Malmö kalibrerades de två flödesmätarna genom att låta ett bestämt flöde passera genom mätaren och mäta tiden för att räkna ihop ett visst antal pulser. Mätresultatet blev följande:

| ϕ 80 mm mätare | |
|-----------------------------------|----------------------|
| flöde dm^3/sek | pulser pulser/sek |
| 0,69 | 1,09 |
| 1,39 | 2,28 |
| 2,79 | 4,49 |
| 4,17 | 6,63 |
| 5,55 | 8,70 |
| 6,95 | 10,90 |

| ϕ 20 mm mätare | |
|-----------------------------------|----------------------|
| flöde dm^3/sek | pulser pulser/sek |
| 0,069 | 2,95 |
| 0,139 | 6,41 |
| 0,208 | 9,52 |
| 0,277 | 12,50 |
| 0,347 | 16,30 |
| 0,416 | 19,00 |
| 0,555 | 25,60 |

För flödesmätarna blev vattenmängd per puls $0,0215 \text{ dm}^3 / \text{puls}$ för ϕ 20 mm och $0,635 \text{ dm}^3 / \text{puls}$ för ϕ 80 mm.

KALIBRERING AV DATALOGGER-PULSRÄKNARE.

För att vid databehandling ta hänsyn till nollfel och förstärkning hos digital till analogomvandlaren, uppmättes för de olika använda förstärkningarna den analoga signalen vid tom och full räknare. Resultat blev följande:

| förstärkning | tom | full |
|--------------|----------|---------|
| 0,2 | 0,490 mV | 0,162 V |
| 0,1 | 0,148 mV | 0,081 V |
| 0,05 | 0,035 mV | 0,040 V |

FÖRSÖKSTYPER.

De fem mätpunkterna samplades var 10:e, var 20:e eller var 60:e sekund i försökstyperna 1, 2 resp. 3 med försökslängder på 6, 12 resp. 36 timmar. Den fjärde försökstypen var endast uppmätning av kallvattenflödet till varmvattenberedarna, och detta skedde var 10:e sekund. Försökslängden kunde här bli uppemot 30 timmar.

Försökssammanställning.

| prov nr | datum | start kl | försökstyp |
|---------|---------|------------------|------------|
| 1 | 30.5.72 | 16 ¹⁷ | 1 |
| 2 | 30.5.72 | 22 ⁴⁹ | 2 |
| 3 | 31.5.72 | 11 ¹⁰ | 3 |
| 4 | 1.6.72 | 16 ¹⁵ | 1 |
| 5 | 1.6.72 | 22 ²⁵ | 2 |
| 6 | 2.6.72 | 11 ³⁴ | 3 |
| 7 | 3.6.72 | 18 ⁰⁰ | 4 |
| 8 | 4.6.72 | 18 ³⁵ | 4 |

DATABEHANDLING.

Kontroll skedde om data låg i riktiga intervall och om ej för stora ändringar skedde. Dödtidskorrektion gjordes för pulsräknarna, då dessa ej räknade pulser när data-loggerna scannade mätkanalerna. Scannet tog för försökstyp 1, 2 och 3 1,25 sek. och för försökstyp 4 0,25 sek.

Försök 6 och 8 har ej bearbetats, då de var fulla av felstansningar. Försök 7 kommer att bearbetas senare då ej samma program kan användas som för de övriga fem. För varmvattenuttaget erhöles följande:

Flöde $\text{dm}^3/\text{sek.}$

| prov nr | antal sampl. | max. | min. | medel |
|---------|--------------|------|--------|-------|
| 1 | 2098 | 4,64 | 0,087 | 1,183 |
| 2 | 2110 | 2,04 | 0,137 | 0,387 |
| 3 | 1731 | 2,69 | 0,034 | 0,579 |
| 4 | 2102 | 2,98 | 0,199 | 1,202 |
| 5 | 2078 | 2,32 | -0,012 | 0,379 |

Varmvatteneffektuttaget beräknades med kallvattentemperaturen noll grader. Det momentana uttaget kunde också beräknats, men då kallvattnets temperatur varierade kraftigt på grund av förvärmning, har detta ej gjorts.

För både flöde- och effektuttag har fördelningsfunktionen beräknats med klassintervall på $0,01 \text{ dm}^3/\text{sek.}$ resp. $2,5 \text{ kW}$. Antalet intervall var i båda fallen 500.

För varje försök har dessa två funktioner uppritats. För de med kortare samplingsintervall (10 och 20 sek.) har längre samplingsintervall bildats för att se hur medelvärdesbildning påverkar fördelningsfunktionen. Följande siffror från försöken 1, 2, 4 och 5 visar hur fördelningsfunktionen för flödet påverkas.

Prov nr 1

| sannolikhet % | 10 sek. | 20 sek. | 60 sek. |
|---------------|---------|---------|---------|
| 90 | 1,88 | 1,86 | 1,84 |
| 95 | 2,17 | 2,14 | 2,08 |
| 96 | 2,26 | 2,25 | 2,16 |
| 97 | 2,41 | 2,35 | 2,19 |
| 98 | 2,56 | 2,54 | 2,56 |
| 99 | 2,80 | 2,76 | 2,66 |

Prov nr 4

| sannolikhet % | 10 sek. | 20 sek. | 60 sek. |
|---------------|---------|---------|---------|
| 90 | 1,97 | 1,94 | 1,91 |
| 95 | 2,12 | 2,10 | 2,08 |
| 96 | 2,16 | 2,13 | 2,10 |
| 97 | 2,24 | 2,20 | 2,16 |
| 98 | 2,31 | 2,31 | 2,20 |
| 99 | 2,56 | 2,45 | 2,30 |

Prov nr 2

| sannolikhet % | 20 sek. | 60 sek. |
|---------------|---------|---------|
| 90 | 0,82 | 0,81 |
| 95 | 1,02 | 0,98 |
| 96 | 1,08 | 1,06 |
| 97 | 1,14 | 1,10 |
| 98 | 1,28 | 1,18 |
| 99 | 1,54 | 1,54 |

Prov nr 5

| sannolikhet % | 20 sek. | 60 sek. |
|---------------|---------|---------|
| 90 | 0,82 | 0,81 |
| 95 | 1,01 | 1,01 |
| 96 | 1,08 | 1,07 |
| 97 | 1,21 | 1,11 |
| 98 | 1,45 | 1,26 |
| 99 | 1,52 | 1,45 |

Någon större förändring sker inte, varför försök med längre samplingsintervall är möjliga utan att information förloras genom medelvärdesbildning. En möjlig förklaring är trögheten i rörsystemet, vilket kan dämpa snabba förändringar (se Rördynamik).

KOVARIANSANALYS.

För prov nr 1 - 5 har kovariansfunktion $R(\tau)$ bestämts för kallvattenflödet och för ändringar i kallvattenflödet. Detta har gjorts för $\tau = 0 - 179$. Kovariansfunktionerna för kallvattenflödet är uppritade i diagram nr 16 - 20 och för ändringarna i kallvattenflödet i diagram nr 21 - 25. Kallvattenflödet motsvarar varmvattenflödet.

För varmvattenuttaget ser man att prov nr 1 och 4 har en ganska markerad topp för $\tau = 0$, vilket också prov nr 3 har. Proven nr 1 och 4 omfattar tiden från kl. 16⁰⁰ - 22⁰⁰, medan prov nr 3 omfattar ett helt dygn. Topparna visar att toppbelastningarna, vilka ligger på kvällen, är ganska slumpmässiga. Annars visar kovariansfunktionen att det finns trender och att prediktion skulle vara möjlig.

För ändringar i varmvattenuttaget ser man att samtliga prov har $R(0) \neq 0$ och $R(\tau) \approx 0$ för $\tau > 0$. Detta visar att belastningsändringarna är ganska oberoende eller slumpmässiga, vilket inte är oväntat.

En observation man gör vid jämförelse mellan kovariansfunktionen för flödesändringar är att $R(1)$ oftast är negativ och mer negativ än för $R(\tau)$, $\tau > 1$. Detta har sin fysikaliska förklaring i att en ökning av flödet följs av en minskning och tvärtom, annars skulle flödet växa eller avta monotont. Om $R(\tau) = 0$ för $\tau > 1$ kan följande ekvation ställas upp för flödesändringarna $y(t)$:

$$y(t) = \lambda[e(t) + ce^{(t-1)}] \quad e(t) \in N(0,1)$$

Med en realisation där $y(0) = 0$, $y(1) = 0$, $y(2) = 1$, $y(3) = -1$ och $y(4) = 0$ fås att $c = -1$, vilket medför att $R(1) = \lambda^2 c < 0$.

NORMALFÖRDELNINGSTEST.

I tabellerna nr 4 och 5 redovisas resultat av normalfördelningstest på flödet och på ändringar i flödet.

Antalet frihetsgrader bestäms av antalet data och antalet frihetsgrader plus ett anger antalet intervall, som materialet delats in i. Högsta antalet är 42, vilket har använts för samtliga försök, vilket är bra.

Testkvantiteten bör vara mindre än antalet frihetsgrader om normalfördelning skall kunna antas gälla. Testkvantiteten är Chi-två-fördelad med tidigare angivna antalet frihetsgrader.

Korrektion för svansarna anger hur mycket testkvantiteten har korrigerats med material, som har fallit utanför de 42 intervallerna. Ju större korrektion ju större svansar.

Skevhet anger hur sned frekvensfunktionen är (negativ åt vänster och positiv åt höger). Är noll för normalfördelningen.

Kurtosis är 4:e momentet hos materialet. Är noll för normalfördelningen. De övervägande positiva värdena anger att materialets frekvensfunktion har stora svansar och smala axlar, vilket stämmer med de stora korrektionerna för svansarna.

Sammanfattningsvis kan man säga att flödet eller ändringar i flödet ej kan anses vara normalfördelade.

NORMALFÖRDELNINGSTEST.

I tabellerna nr 4 och 5 redovisas resultat av normalfördelningstest på flödet och på ändringar i flödet.

Antalet frihetsgrader bestäms av antalet data och antalet frihetsgrader plus ett anger antalet intervall, som materialet delats in i. Högsta antalet är 42, vilket har använts för samtliga försök, vilket är bra.

Testkvantiteten bör vara mindre än antalet frihetsgrader om normalfördelning skall kunna antas gälla. Testkvantiteten är Chi-två-fördelad med tidigare angivna antalet frihetsgrader.

Korrektion för svansarna anger hur mycket testkvantiteten har korrigerats med material, som har fallit utanför de 42 intervallerna. Ju större korrektion ju större svansar.

Skevhets anger hur sned frekvensfunktionen är (negativ åt vänster och positiv åt höger). Är noll för normalfördelningen.

Kurtosis är 4:e momentet hos materialet. Är noll för normalfördelningen. De övervägande positiva värdena anger att materialets frekvensfunktion har stora svansar och smala axlar, vilket stämmer med de stora korrektionerna för svansarna.

Sammanfattningsvis kan man säga att flödet eller ändringar i flödet ej kan anses vara normalfördelade.

JÄMFÖRELSE MELLAN UPPMÄTTA VÄRDEN OCH NORMER.

För hela materialet har varaktighetskurvans topp beräknats för flöde och effektuttag med 1 minuts mätintervall. (Se diagram nr 26 och 27). Totala antalet minuter som materialet omfattar blir 3.825 minuter. I tabell nr 6 har en sammanställning gjorts av sannolikt flöde för olika sannolikheter. Vidare har effektuttaget omräknats till ett flöde med en viss temperatur. Som jämförelse har sannolikt flöde enligt Svensk VA-byggnorm (sid 47 - 48) medtagits. Kommunaltekniska föreningens vattenverksformel ger ett dimensionerande flöde på $5.18 \text{ dm}^3/\text{sek}$.

Att de höga effektuttagen sker med lägre temperatur framgår ur tabell nr 6. Vidare om tidskurvorna för de olika försöken studeras (diagram nr 1 - 10) finner man att flöden omkring $2 \text{ dm}^3/\text{sek}$ ger upphov till kraftiga temperaturfall i utgående varmvatten. Även varmvattencirkulationen påverkas kraftigt vid stora flödesuttag.

För de i tabell nr 6 återgivna flödena är VA-byggnormens flöde normalfördelat med visst medelvärde och viss standardavvikelse. Om de övriga flödena antas normalfördelade, kan medelvärde och standardavvikelse bestämmas med värden från tabell nr 6. Flödena för sannolikheterna 0.1 och 0.01 ger två punkter i ett diagram. En rät linje genom dessa ger medelvärde (skärning med flödesaxeln) och standardavvikelsen (linjens lutning). Sammanställning se nedan.

| | Medelvärde dm^3/sek | Standardavvikelse dm^3/sek |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| VA-byggnorm | 3.16 | 0.75 |
| Uppmätt | 0.40 | 0.75 |
| Effektekvivalent vid 60°C | 0.79 | 0.44 |
| " " 55°C | 0.85 | 0.48 |
| " " 50°C | 0.95 | 0.51 |
| " " 45°C | 1.05 | 0.57 |

RÖRDYNAMIK.

Rördynamiken antages bäst beskrivas med följande differentialekvation:

$$m \frac{dx}{dt} = - kx^2 + p \quad (1)$$

där x = strömningshastighet

x_s = strömningshastighet i sluttillstånd

m = strömmande massa

kx^2 = friktionskraft

p = yttre drivande kraft

Vid stationärt tillstånd är

$$k = p/x_s^2$$

Ekvationen (1) kan normeras på följande sätt:

$$m_p \frac{dx}{dt} = - \frac{x^2}{x_s^2} + 1 \quad (2)$$

Välj ny variabel $z = x/x_s$

$$\frac{mx_s}{p} \frac{dz}{dt} = - z^2 + 1 \quad (3)$$

Välj ny tidsskala $dt' = dt p/m x_s$

$$\frac{dz}{dt'} = -z^2 + 1 \quad (4)$$

Lösningen till differentialekvationen (4) har den implicita lösningen:

$$t_f - t_o = \frac{1e}{2} \log \frac{(1 + z(t_f))(1 - z(t_o))}{(1 - z(t_f))(1 + z(t_o))}$$

Tidsdifferensen $t_f - t_o$ är just vad vi söker för att bestämma hur snabbt strömningen har ställt in sig efter en ändring i k . För olika värden på $z(t_o)$ har tiden bestämts tills dess att $z(t_f) = 1,01$ eller $z(t_f) = 0,99$ av slutvärdet beroende på om k ökades eller minskades. Tiden för att nå sluttillståndet är oändlig.

Tre tabeller har tagits fram:

| | | |
|--------|---------------------------|-----------------|
| i nr 1 | $z(t_o) = 0,00(0,01)0,98$ | $z(t_f) = 0,99$ |
| i nr 2 | $z(t_o) = 1,02(0,01)2,00$ | $z(t_f) = 1,01$ |
| i nr 3 | $z(t_o) = 2,10(0,05)10,0$ | $z(t_f) = 1,01$ |

Genom att fastlägga $z(t_o)$ ur någon tabell ger en tid t' , fås efter multiplikation med mx_s/p insvängningstiden. Andra sluttidpunktstillstånd kan också väljas. Tiden t' är skillnaden mellan de två tiderna vid $z(t_o)$ och $z(t_f)$ i tabellen.

Om istället rent laminär strömning antas ske blir tryckfallet proportionellt mot hastigheten.

$$P_{\text{frik}} = \frac{4fL\rho c^2}{D^2} \quad \text{definition}$$

$$4f = 64/Re \quad \text{vid laminär strömning}$$

$$Re = \rho c D \mu \quad \text{definition}$$

ger

$$P_{\text{frik}} = \frac{32\mu Lc}{D^2}$$

c är hastigheten och övriga är konstanter. Rörelseekvationen för laminär strömning blir då

$$m \frac{dx}{dt} = -kx + p$$

Beteckningar samma som tidigare, och kan behandlas på samma sätt som tidigare.

$$\frac{dz}{dt'}, z = -z + 1$$

$$z = x/x_s$$

$$t' = tp/mx_s$$

Denna differentialekvation har den analytiska lösningen

$$z(t) = (z(t_0) - 1)e^{-(t-t_0)} + 1$$

och tiden kan lösas ut:

$$t - t_0 = e \log \left[\frac{1 - z(t_0)}{1 - z(t)} \right]$$

Jämföres insvängningstiden för laminär strömning med den med turbulent ser man att med samma tidskalning har den turbulenta strömningen svängt in sig snabbare.

Jämförelse av de två metoderna på följande data: rörlängd 500 m, rördiameter 80 mm och ett differenstryck på 1 bar. Vattenmassan blir 2500 kg och den drivande kraften blir 500 Newton. Ta två fall med sluttillstånd 0,5 m/sek. och starttillstånden 0,25 och 1,0 m/sek. för strömningshastigheten. Insvängningstiden till 1% från slutvärdet blev följande ($mx_s/p = 2,5$ för alla):

se mellan kalibrering på platsen och på laboratoriet erhölls en skillnad på $200 \mu\text{V}$, vilket skall jämföras med att $3000 \mu\text{V}$ vid 10 sek. samplingsintervall motsvarar ett flöde på $5 \text{ dm}^3/\text{sek}$. Alltså fås ett största nollfel på $200/3000 \approx 7\%$. En möjlig kontroll är att jämföra med flödet under natten, vilket är konstant, och anta att läckaget är noll.

DIAGRAMBILAGA.

Diagram nr 1 - 10.

Samtliga variabler för varje försök är uppritade. Flödesaxlarna är graderade i dm^3/sek . och temperaturaxlarna i grader. Observera de olika tidsaxlarna.

Diagram nr 11 - 15.

Fördelningsfunktionerna för effekt och flöde är uppritade för varje försök. Effekten har beräknats genom att multiplicera utgående varmvattentemperatur med flödet.

Diagram nr 16 - 20.

Kovariansfunktion för flödet för försök nr 1 - 5. Sorten för kovariansen är dm^6/sek^2 . Axeln omfattar intervallet (0,0, 0,5).

Diagram nr 21 - 25.

Kovariansfunktionen för ändringar i flödet för försök nr 1 - 5. Sorten för kovariansen är dm^6/sek^2 . Axeln omfattar intervallet (-0,1, 0,1).

Diagram nr 26.

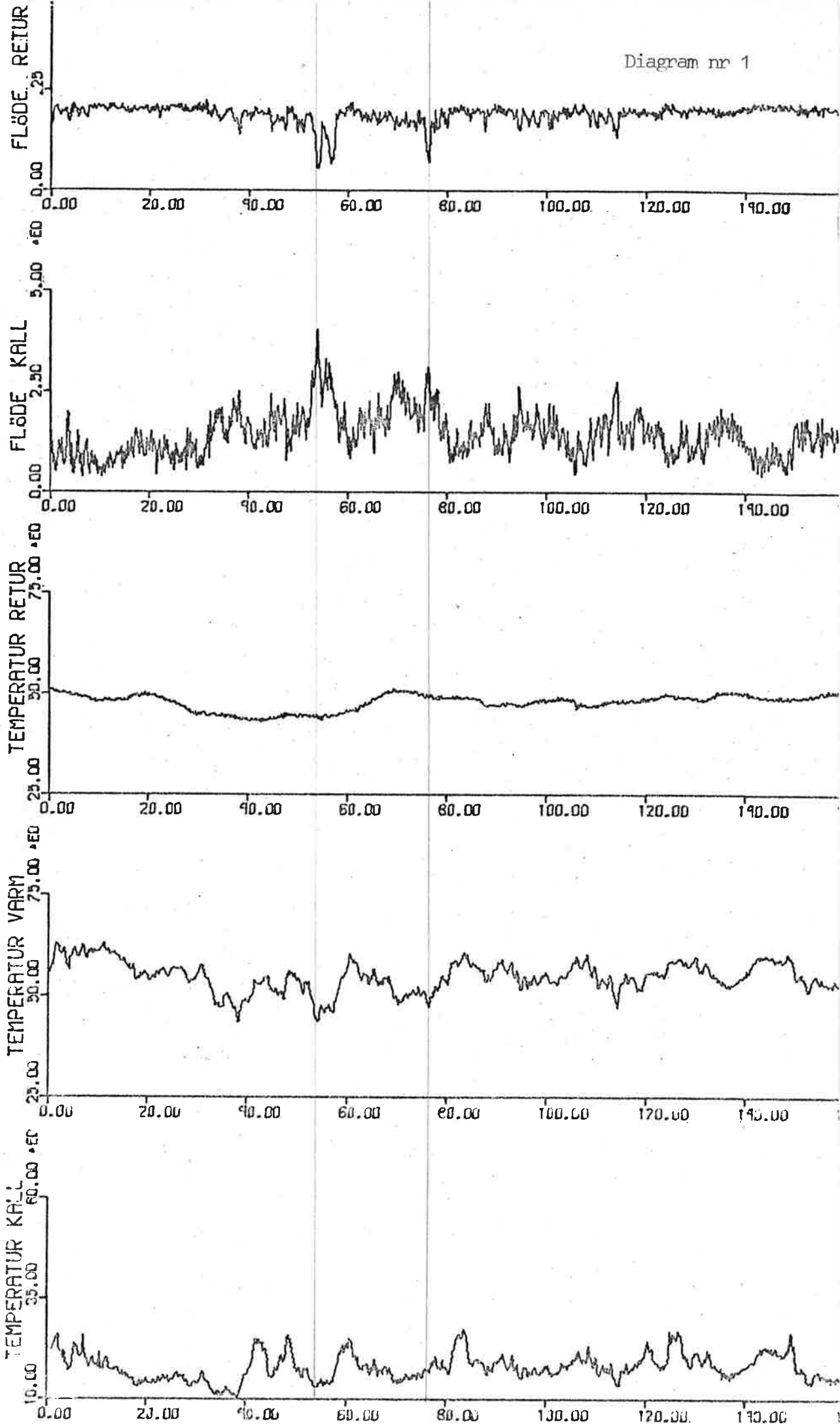
Topp av varaktighetskurva för flöde omfattande
3.825 mätpunkter.

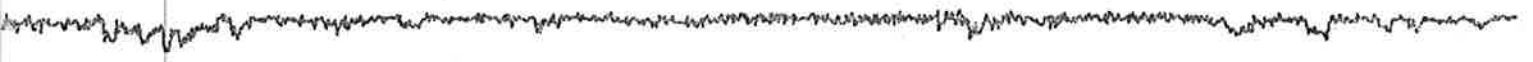
Diagram nr 27.

Topp av varaktighetskurva för effektuttag omfattande
3.825 mätpunkter.

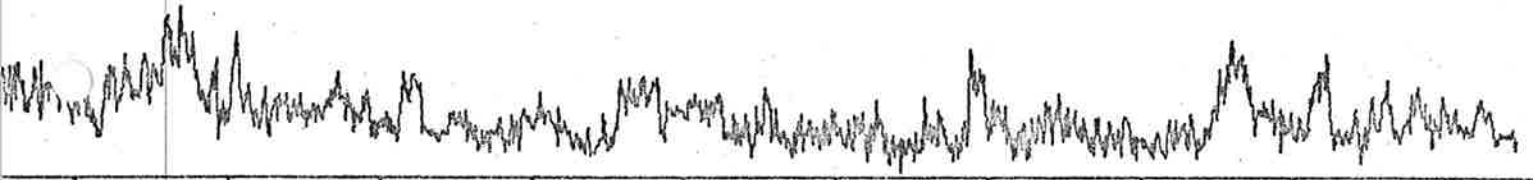
STORT2 208475 27 JUN 72 16:34:34

Diagram nr 1

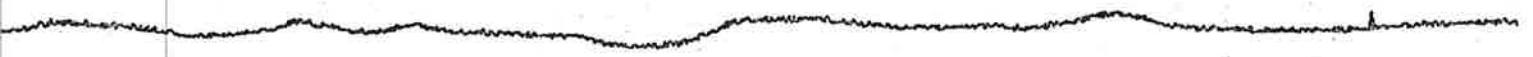




160.00 180.00 200.00 220.00 240.00 260.00 280.00 300.00 320.00 340.00
TID 1 MINUTER



160.00 180.00 200.00 220.00 240.00 260.00 280.00 300.00 320.00 340.00
TID 1 MINUTER



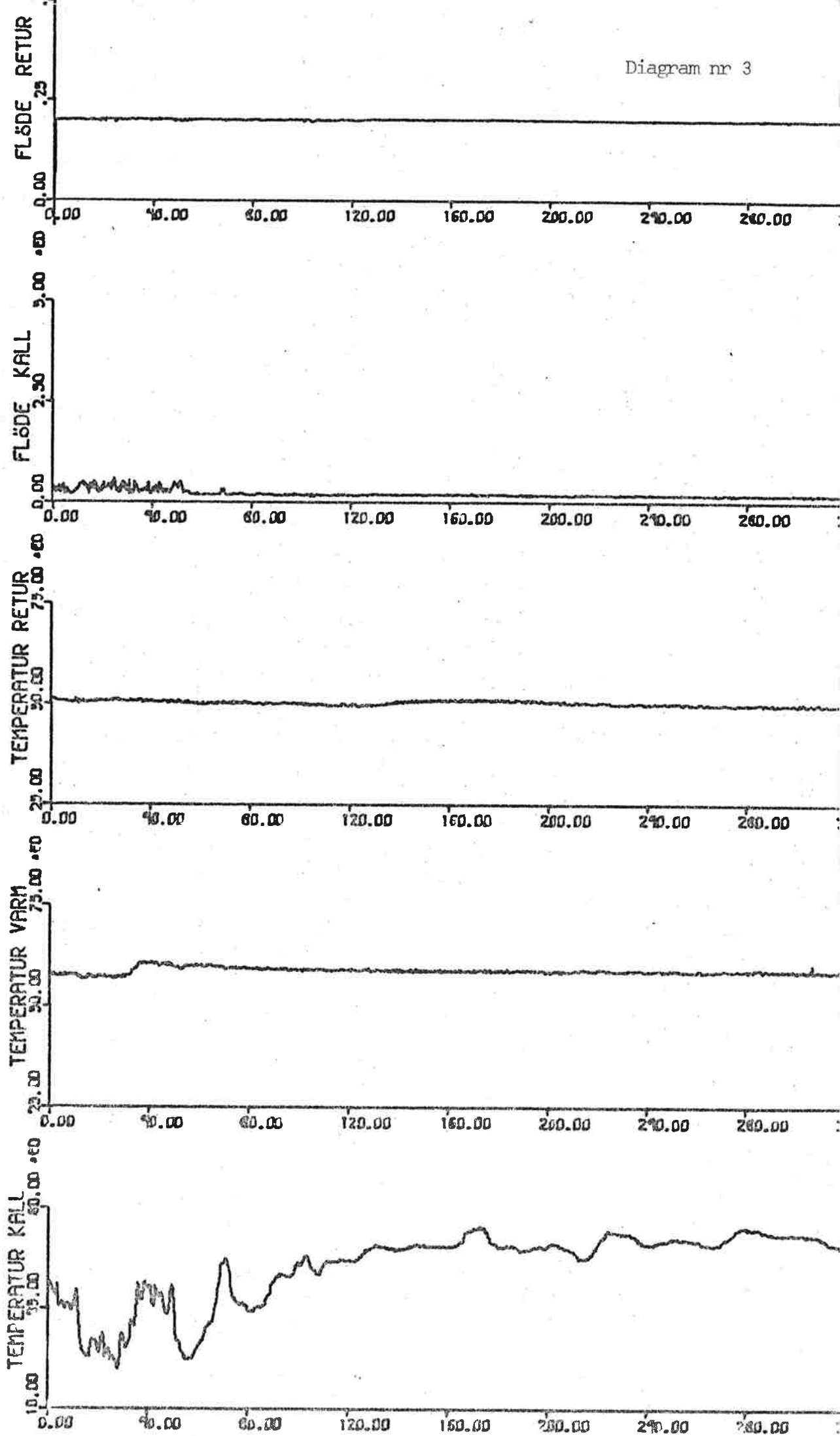
160.00 180.00 200.00 220.00 240.00 260.00 280.00 300.00 320.00 340.00
TID 1 MINUTER



160.00 180.00 200.00 220.00 240.00 260.00 280.00 300.00 320.00 340.00
TID 1 MINUTER



160.00 180.00 200.00 220.00 240.00 260.00 280.00 300.00 320.00 340.00
TID 1 MINUTER



320.00 360.00 400.00 440.00 480.00 520.00 560.00 600.00 640.00

TID 1 MINUTER

320.00 360.00 400.00 440.00 480.00 520.00 560.00 600.00 640.00

TID 1 MINUTER

320.00 360.00 400.00 440.00 480.00 520.00 560.00 600.00 640.00

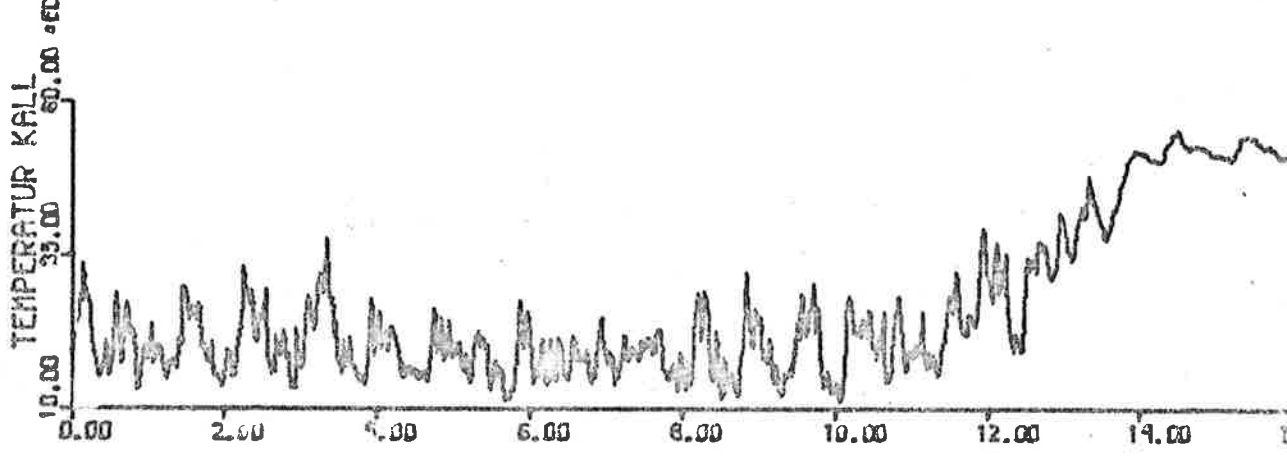
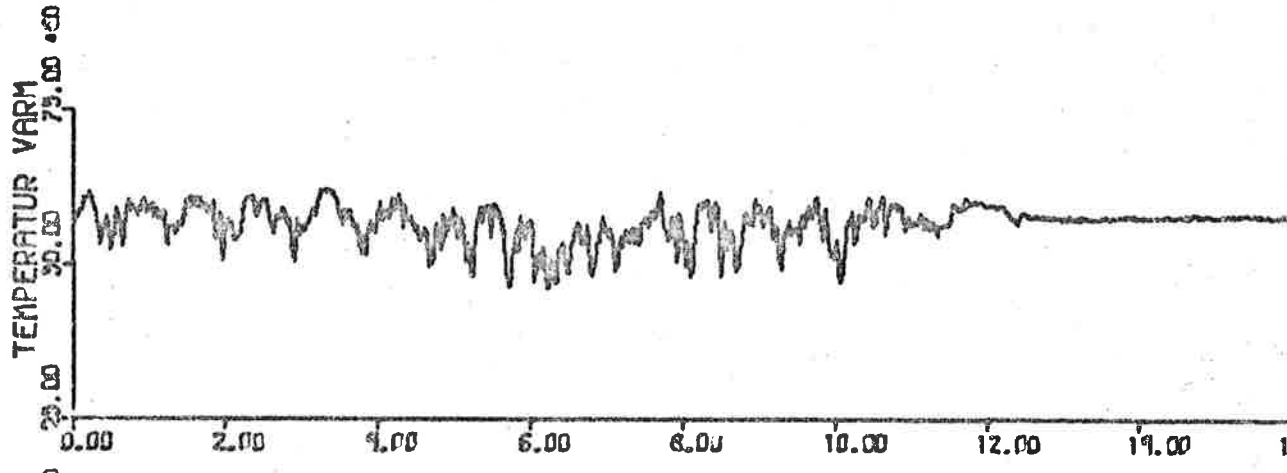
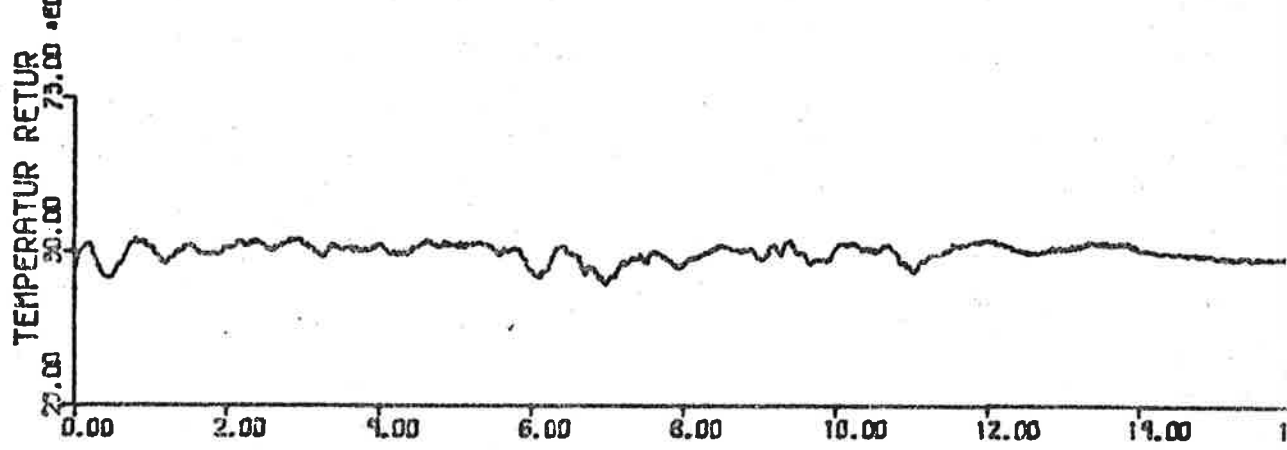
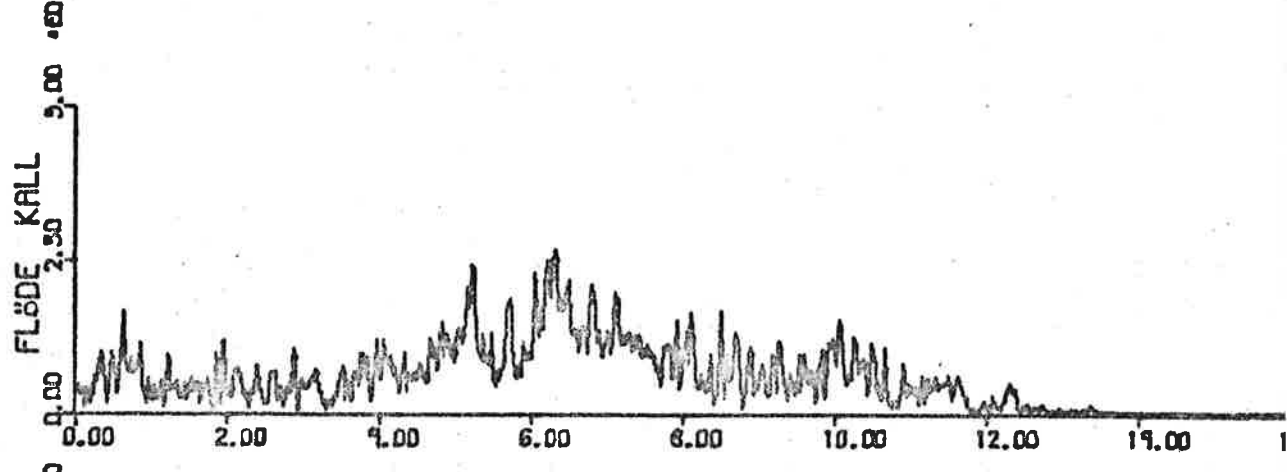
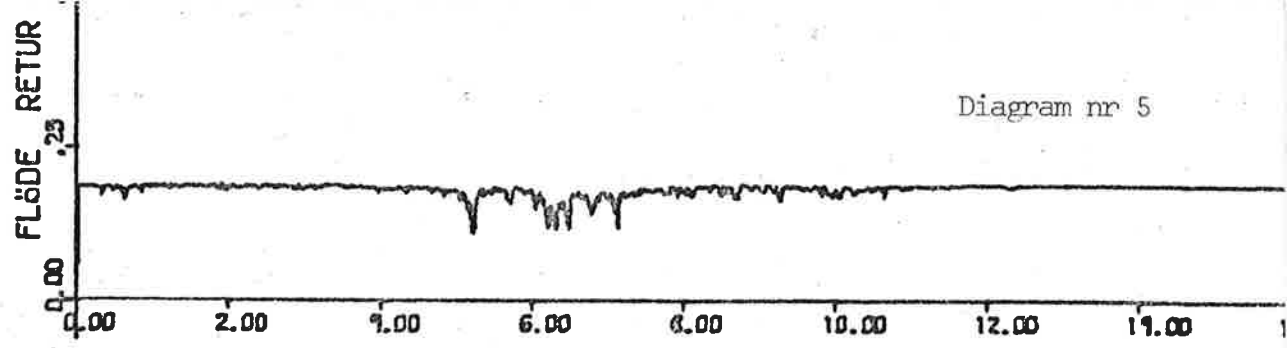
TID 1 MINUTER

320.00 360.00 400.00 440.00 480.00 520.00 560.00 600.00 640.00

TID 1 MINUTER

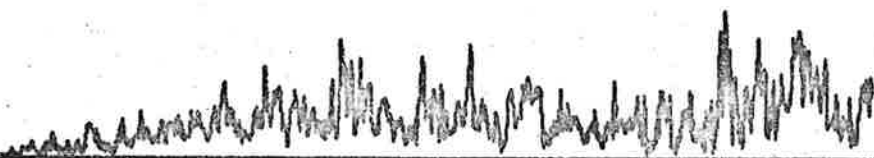
320.00 360.00 400.00 440.00 480.00 520.00 560.00 600.00 640.00

TID 1 MINUTER





16.00 18.00 20.00 22.00 24.00 26.00 28.00 30.00 32.00 34.00
TID I TIMMAR



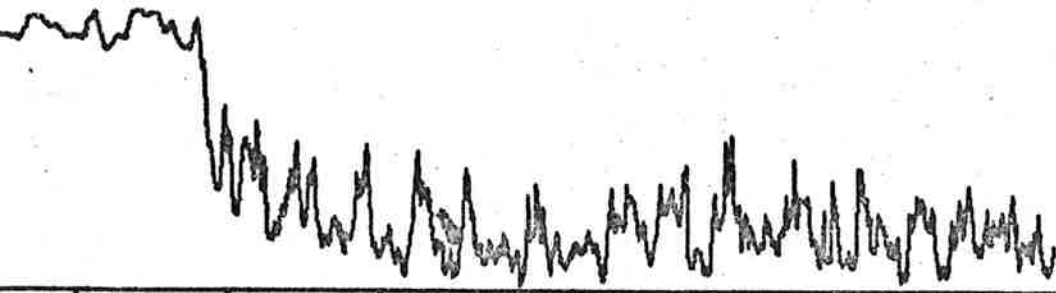
16.00 18.00 20.00 22.00 24.00 26.00 28.00 30.00 32.00 34.00
TID I TIMMAR



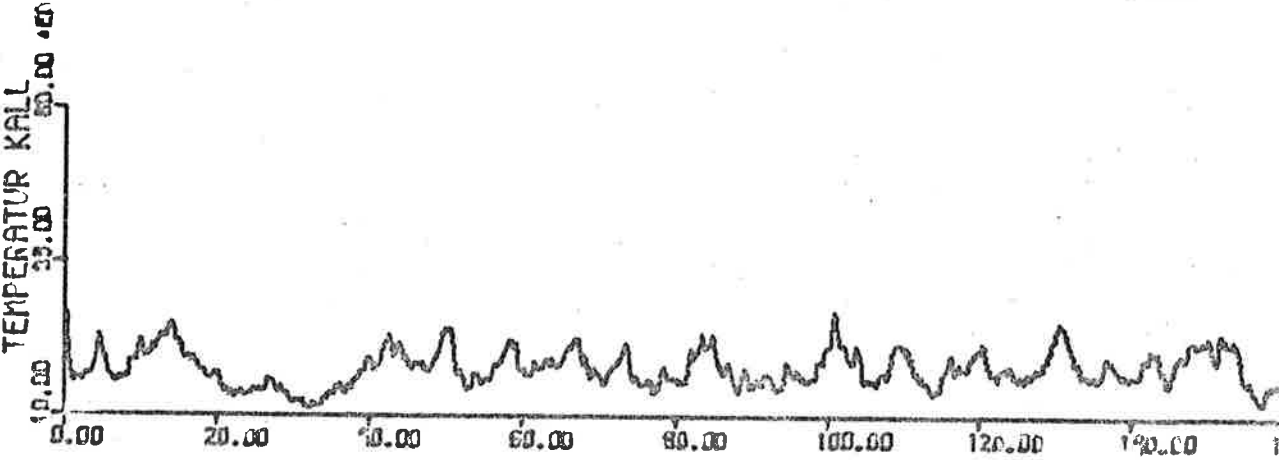
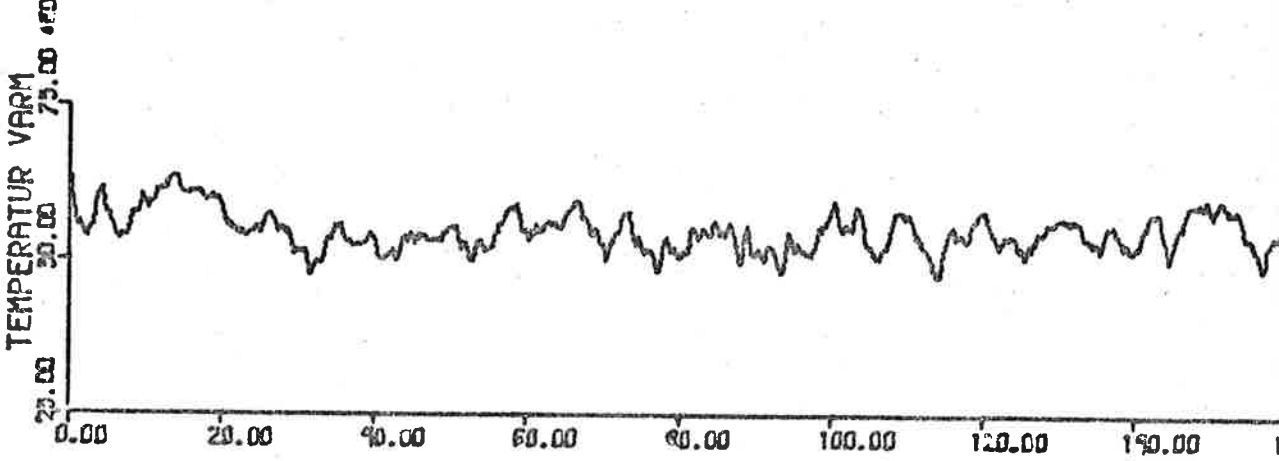
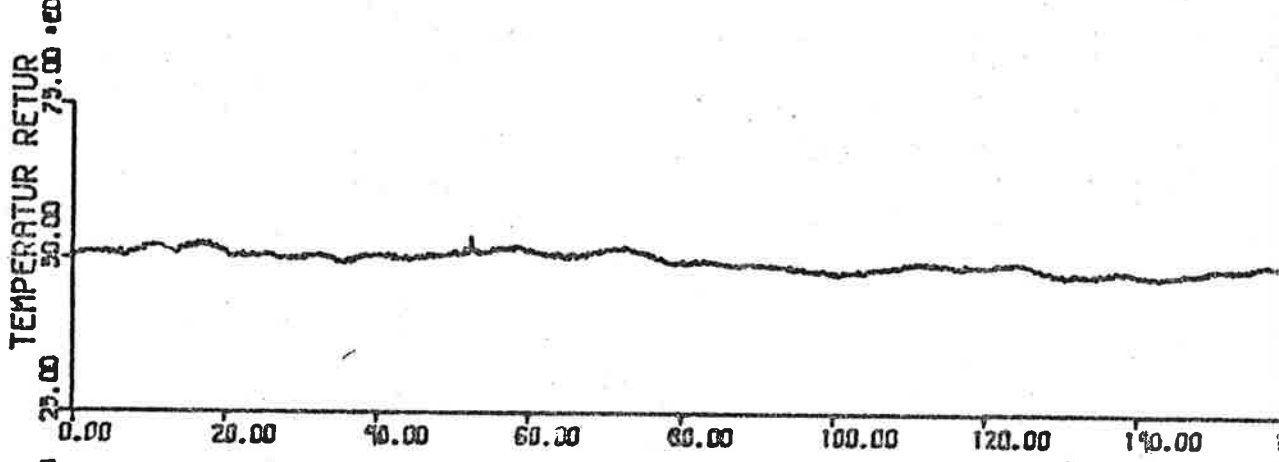
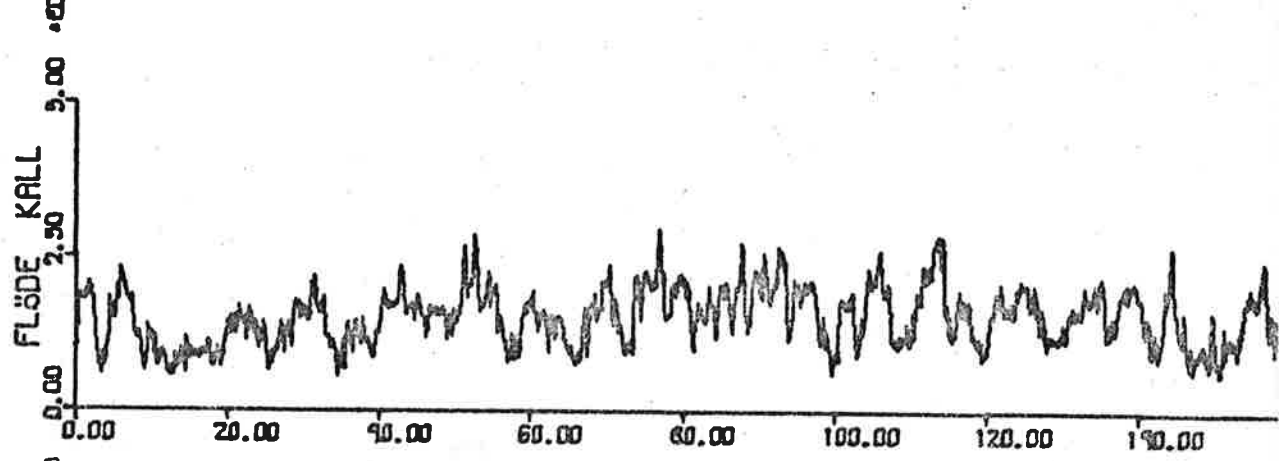
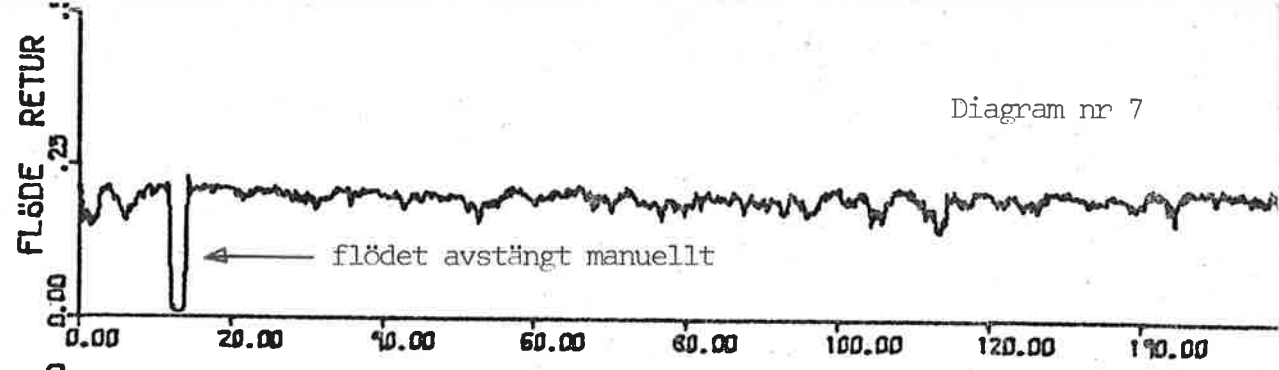
16.00 18.00 20.00 22.00 24.00 26.00 28.00 30.00 32.00 34.00
TID I TIMMAR



16.00 18.00 20.00 22.00 24.00 26.00 28.00 30.00 32.00 34.00
TID I TIMMAR



16.00 18.00 20.00 22.00 24.00 26.00 28.00 30.00 32.00 34.00
TID I TIMMAR





160.00 180.00 200.00 220.00 240.00 260.00 280.00 300.00 320.00 340.00

TID 1 MINUTER



160.00 180.00 200.00 220.00 240.00 260.00 280.00 300.00 320.00 340.00

TID 1 MINUTER



160.00 180.00 200.00 220.00 240.00 260.00 280.00 300.00 320.00 340.00

TID 1 MINUTER



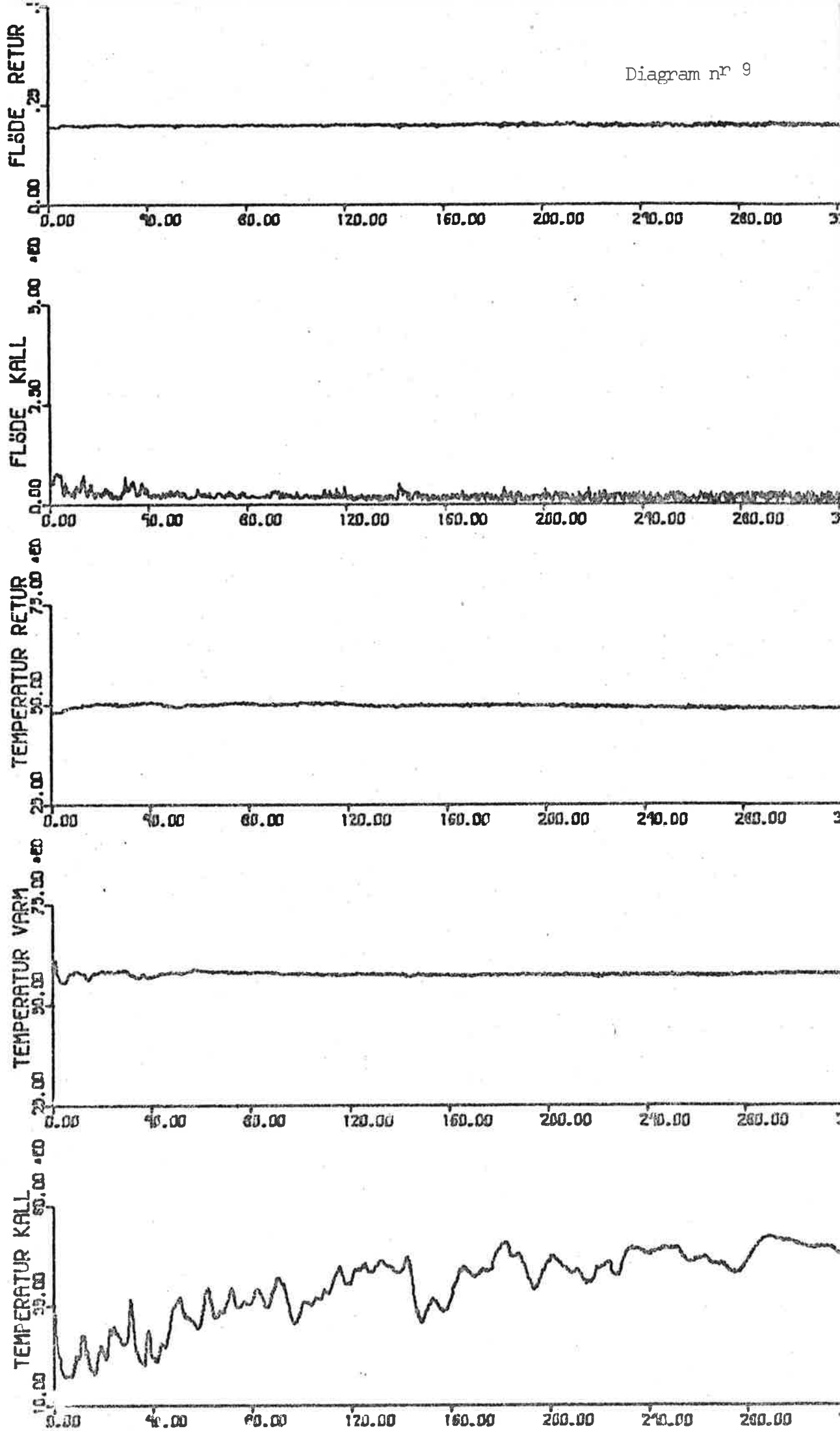
160.00 180.00 200.00 220.00 240.00 260.00 280.00 300.00 320.00 340.00

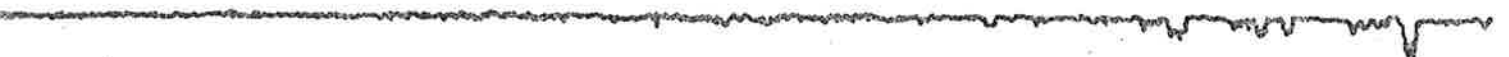
TID 1 MINUTER



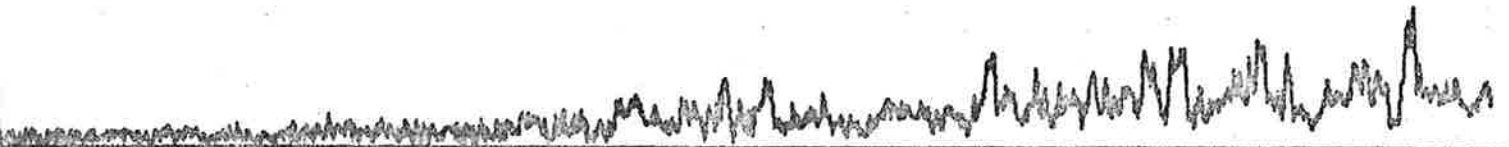
160.00 180.00 200.00 220.00 240.00 260.00 280.00 300.00 320.00 340.00

TID 1 MINUTER





320.00 360.00 400.00 440.00 480.00 520.00 560.00 600.00 640.00 680.00
TID 1 MINUTER



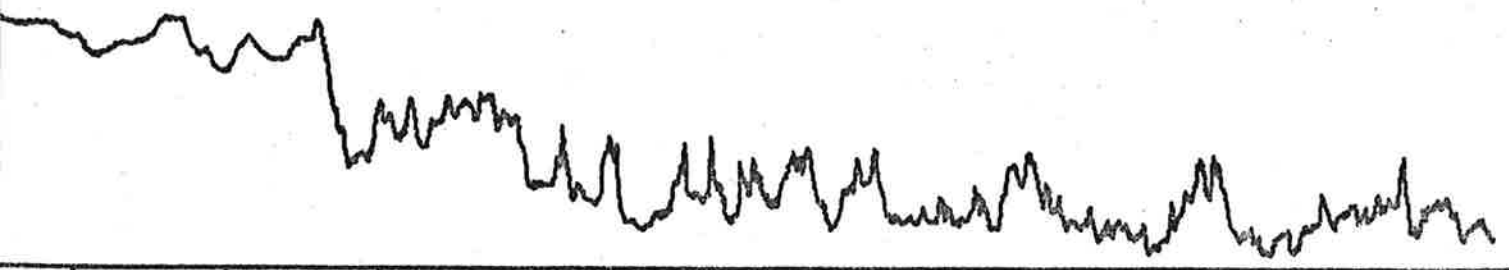
320.00 360.00 400.00 440.00 480.00 520.00 560.00 600.00 640.00 680.00
TID 1 MINUTER



320.00 360.00 400.00 440.00 480.00 520.00 560.00 600.00 640.00 680.00
TID 1 MINUTER



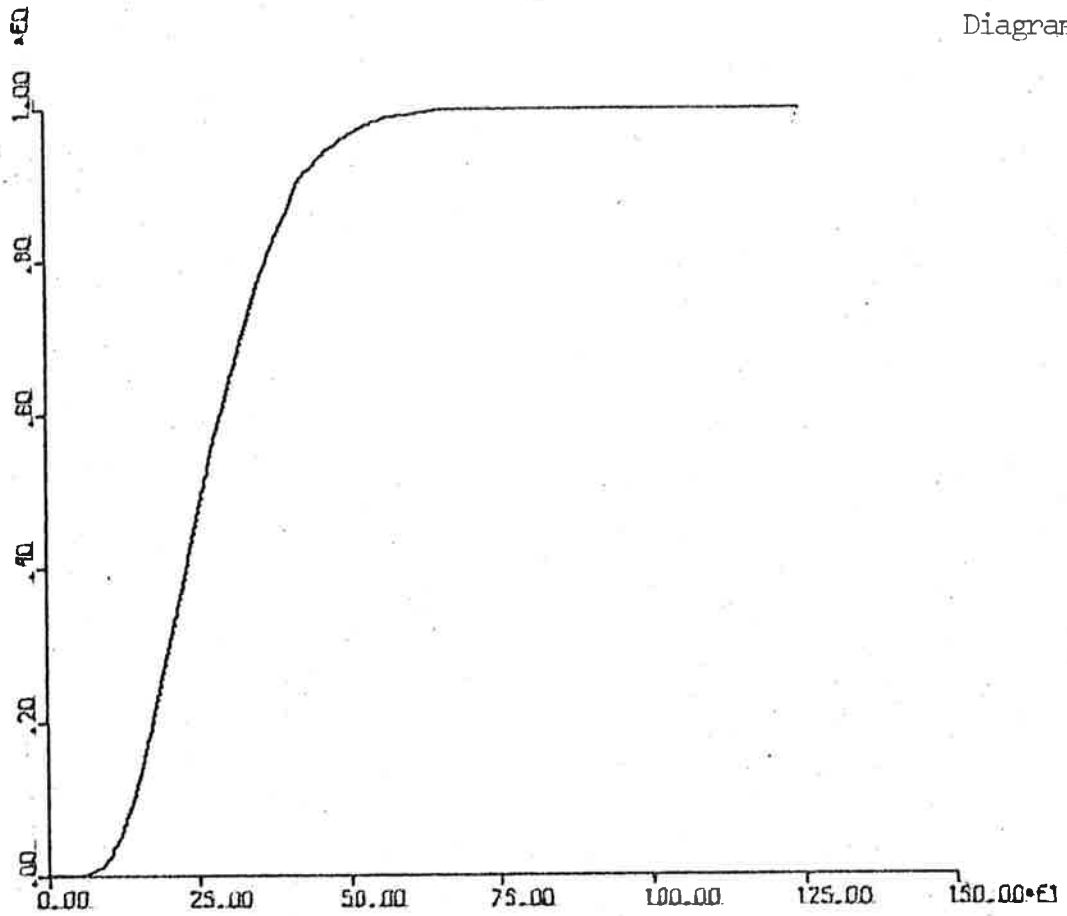
320.00 360.00 400.00 440.00 480.00 520.00 560.00 600.00 640.00 680.00
TID 1 MINUTER



320.00 360.00 400.00 440.00 480.00 520.00 560.00 600.00 640.00 680.00
TID 1 MINUTER

Sannolikhet

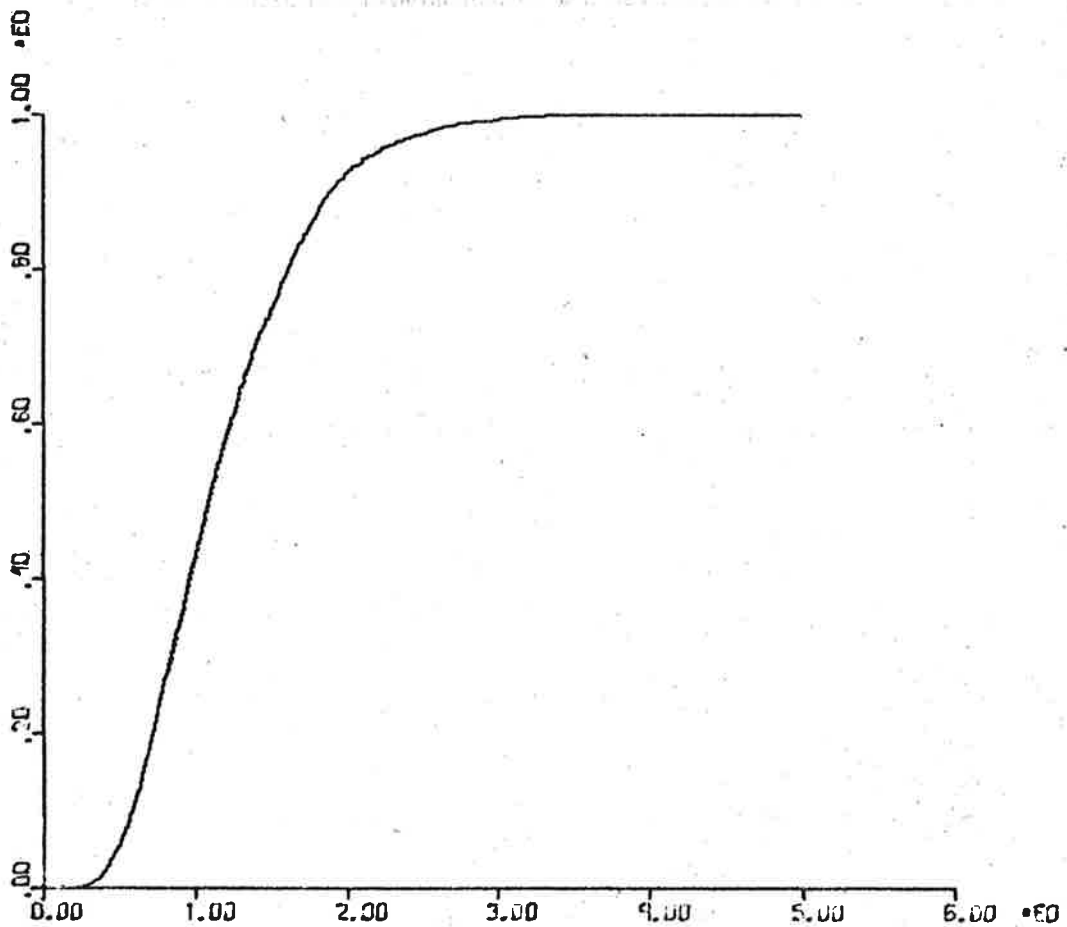
Diagram nr 11



F11

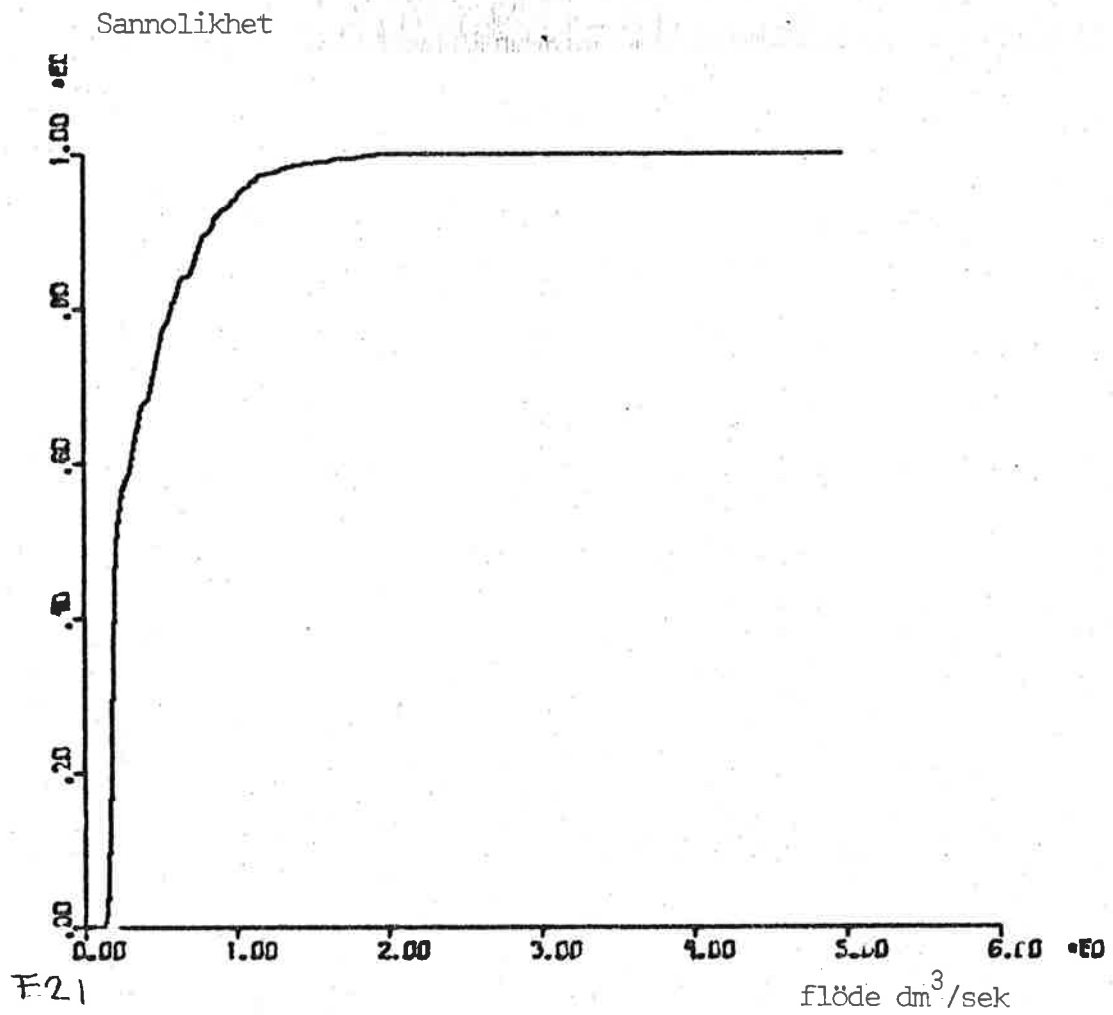
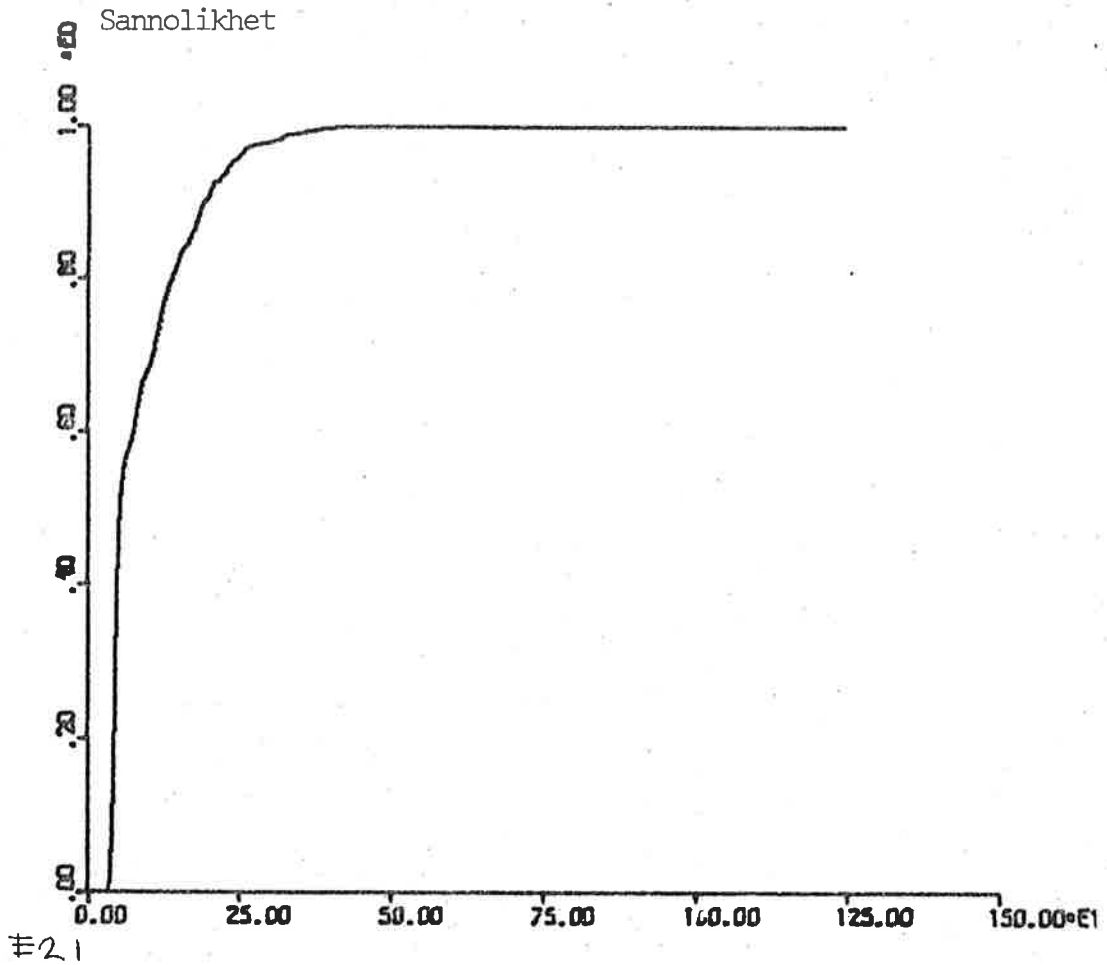
effekt 10 kW

Sannolikhet

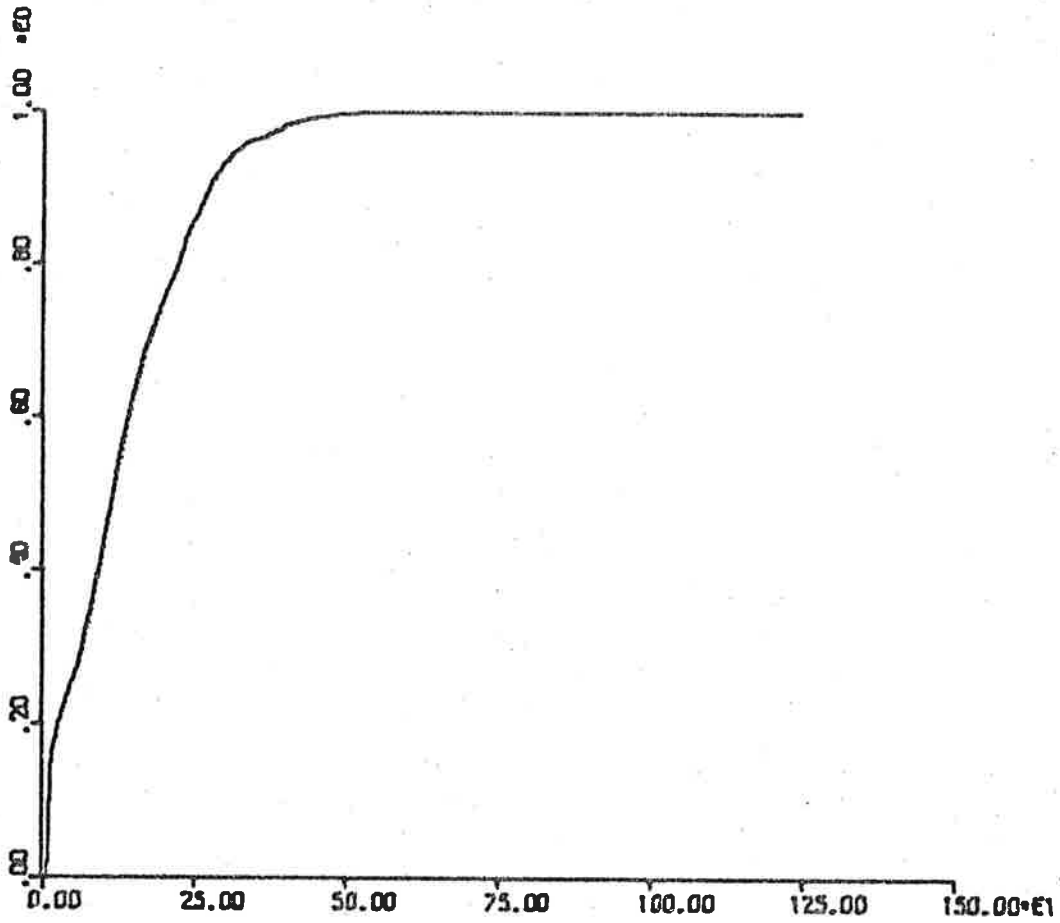


F11

flöde dm³/sec



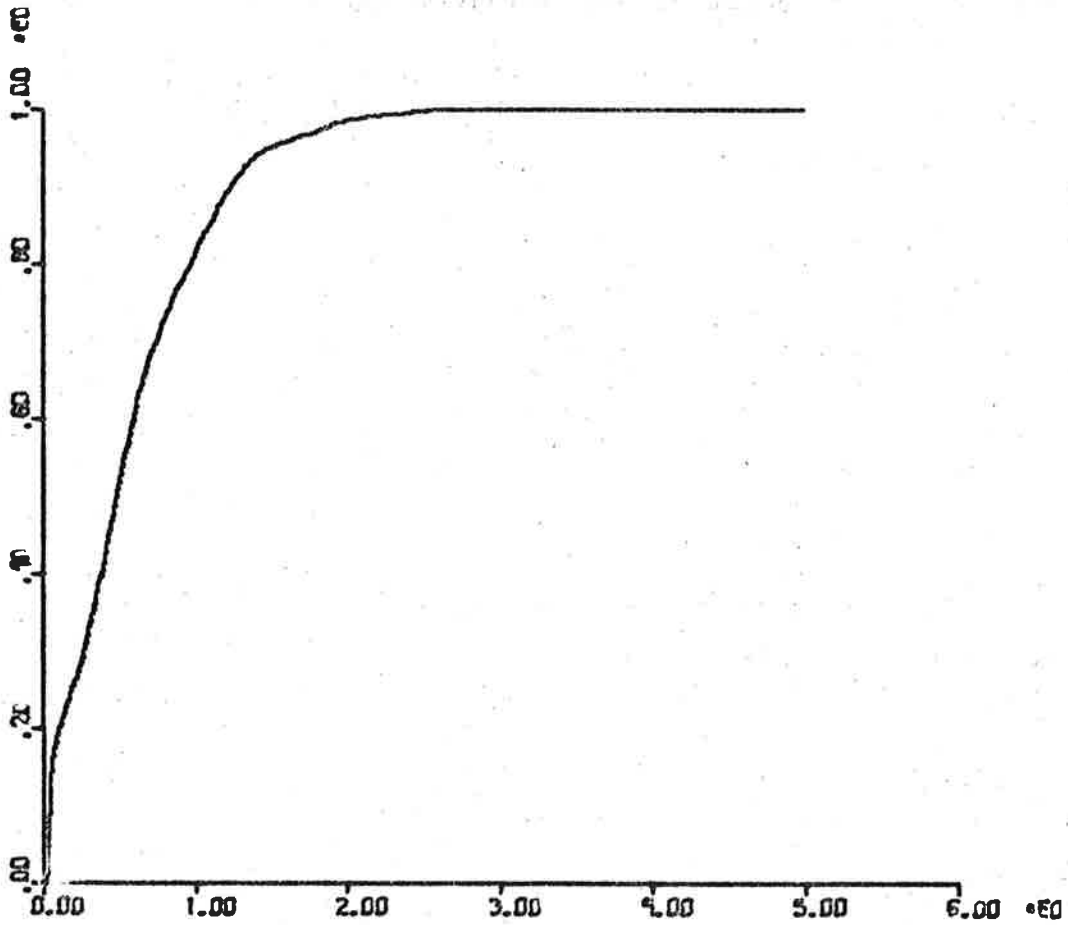
Sannolikhet



E31

effekt 10 kW

Sannolikhet

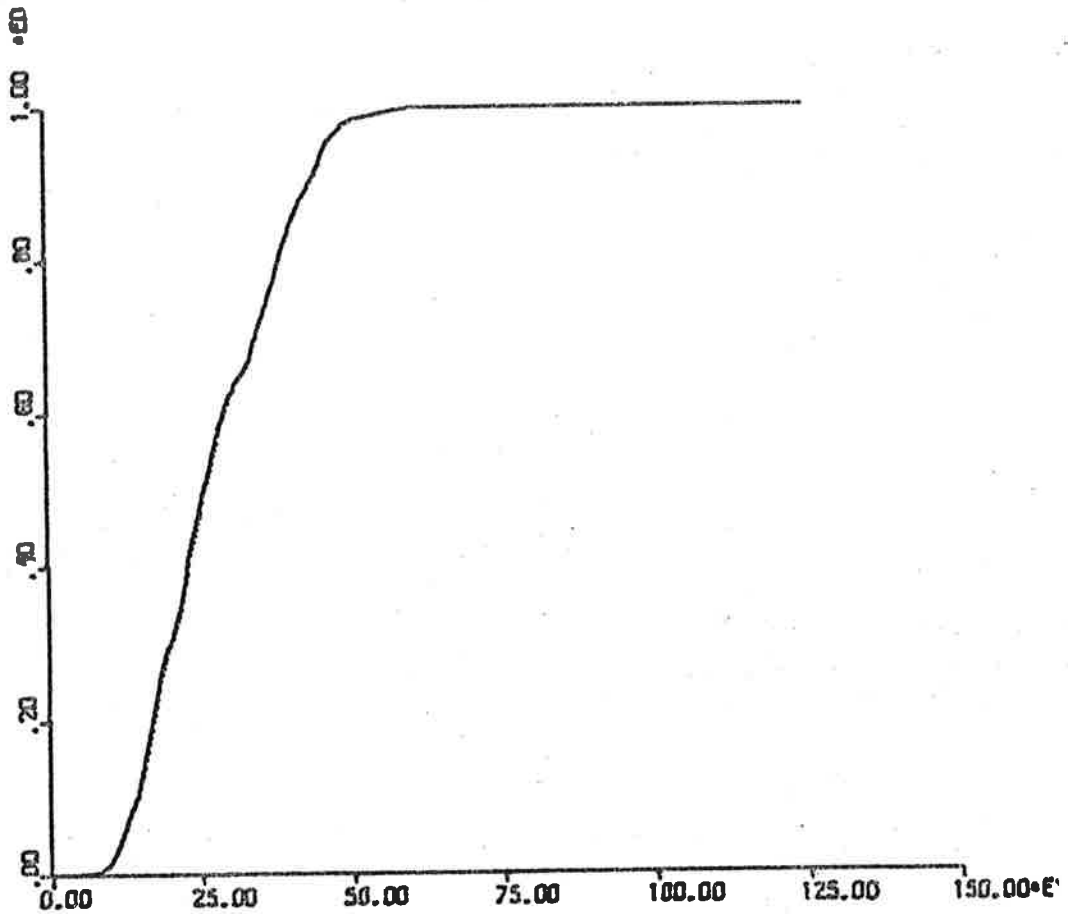


F31

flöde dm³/sek

Sannolikhet

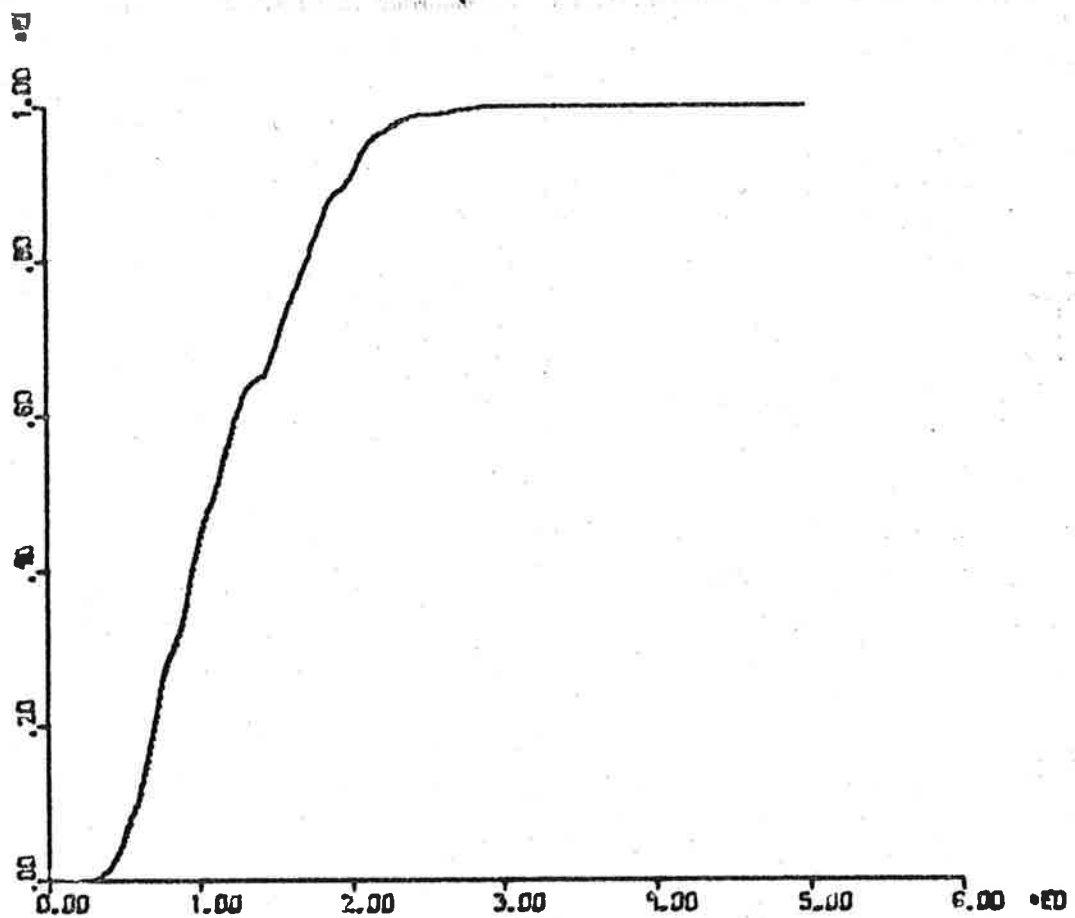
Diagram nr 14



E41

effekt 10 kW

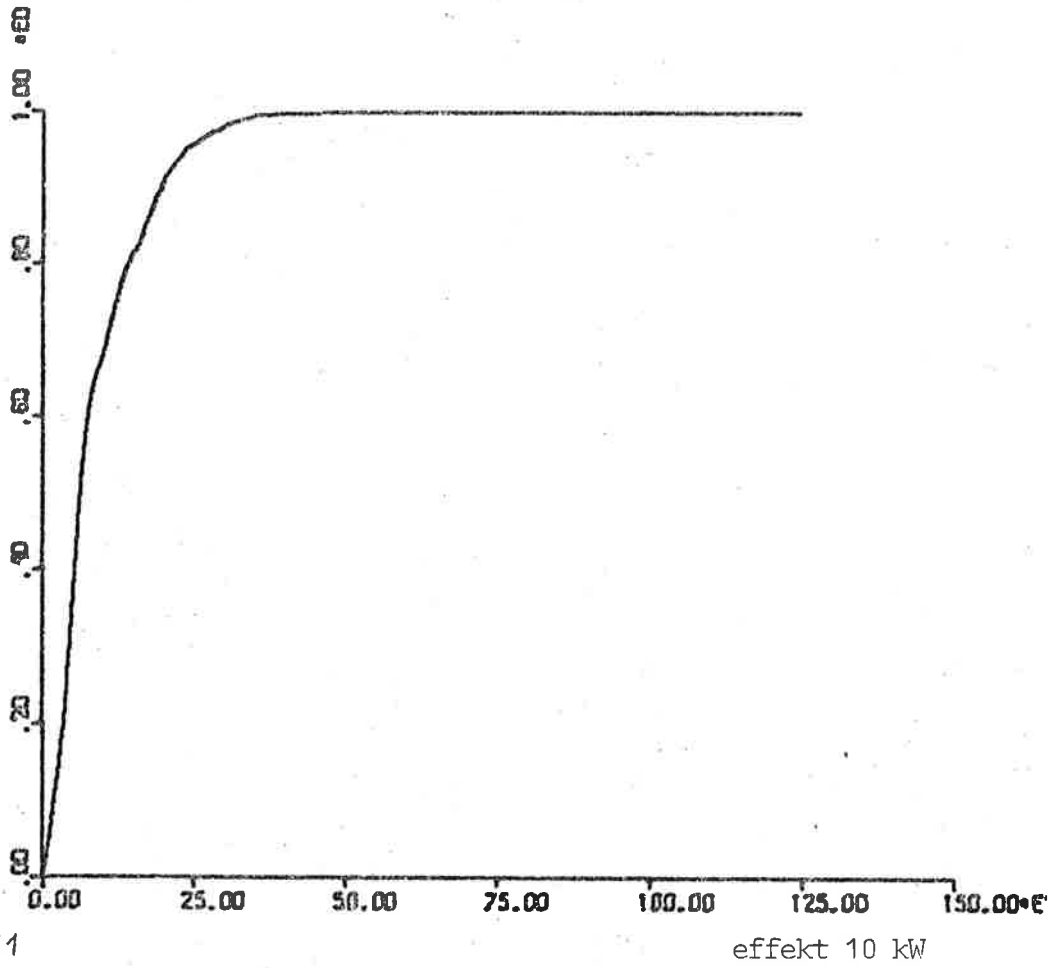
Sannolikhet



F41

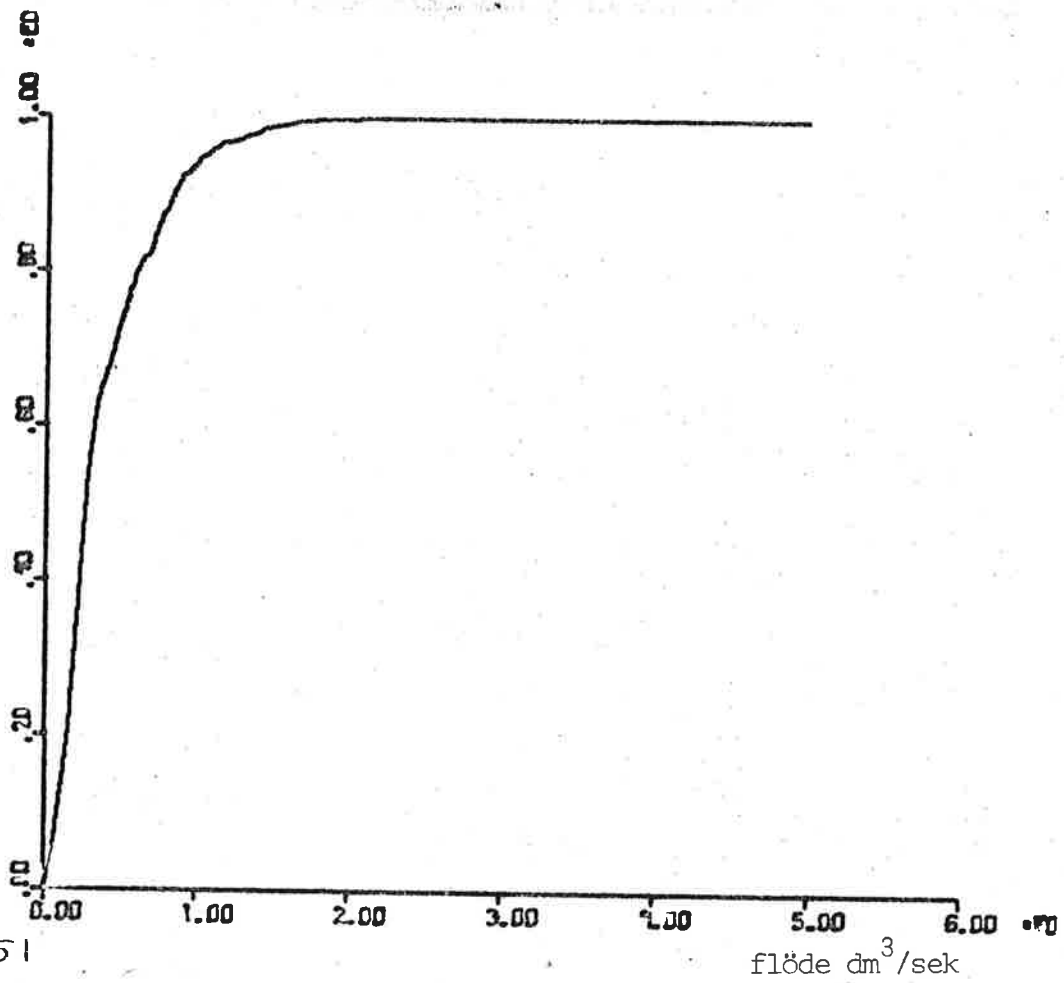
flöde dm³/sek

Sannolikhet

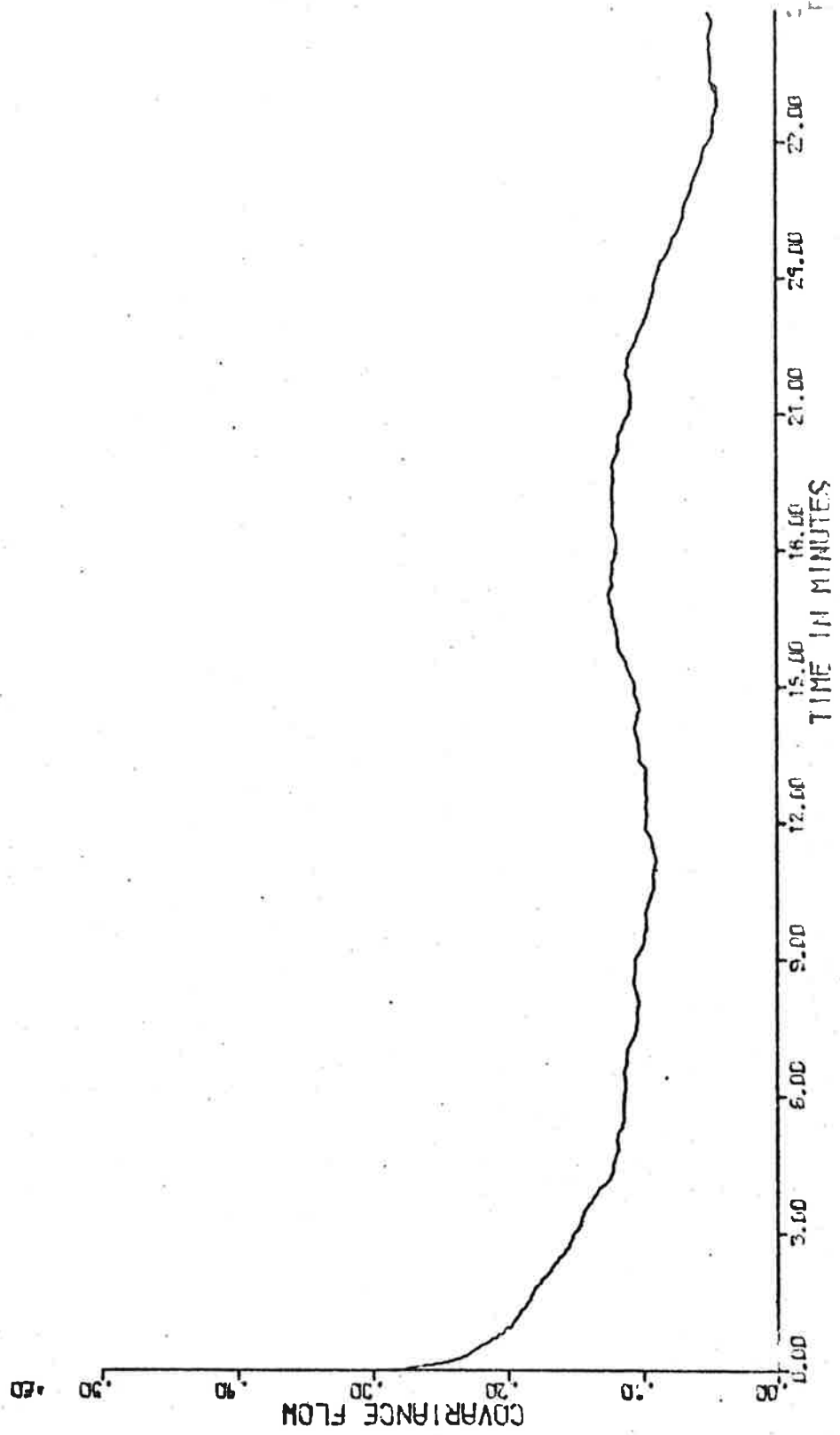


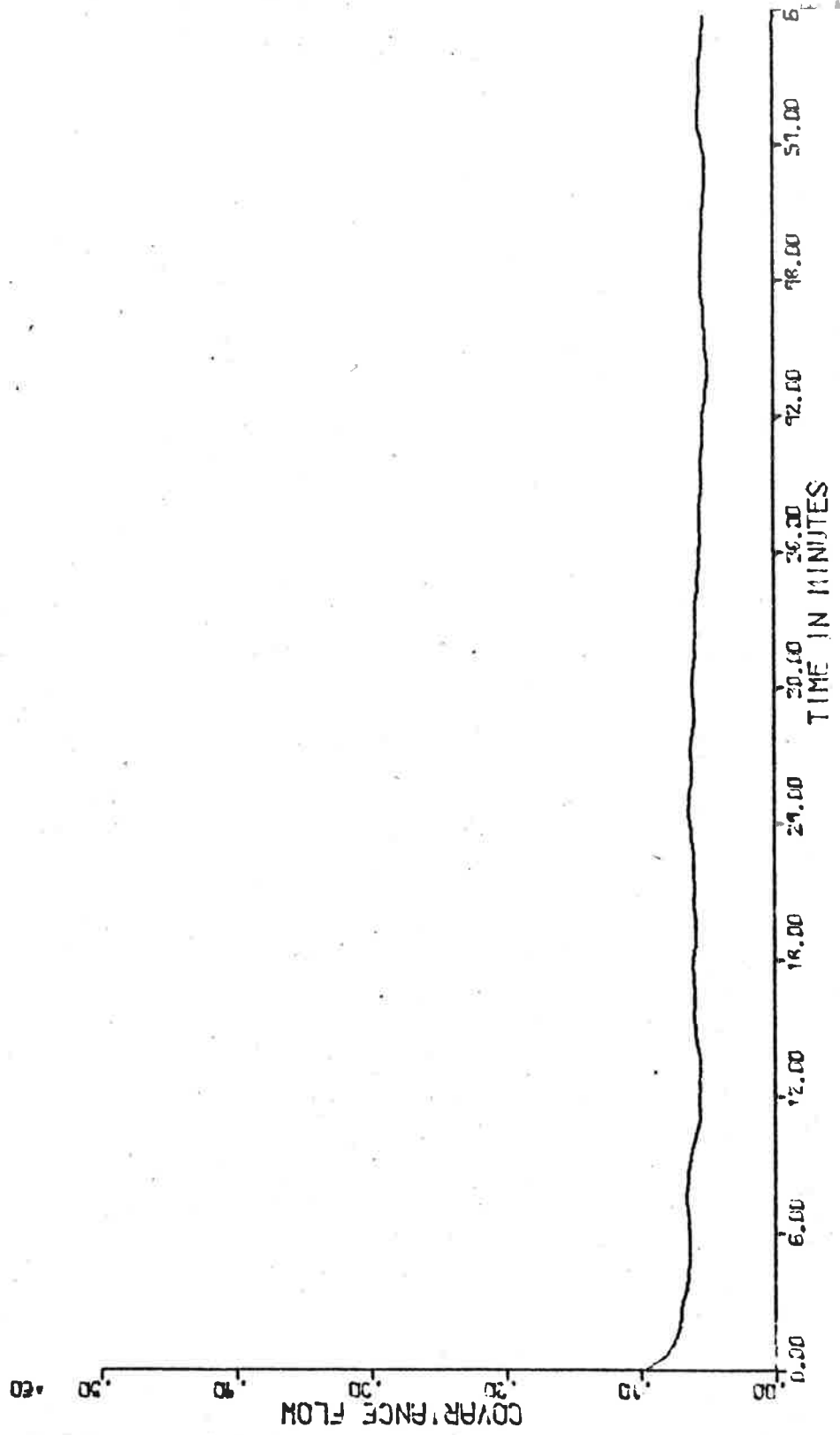
E51

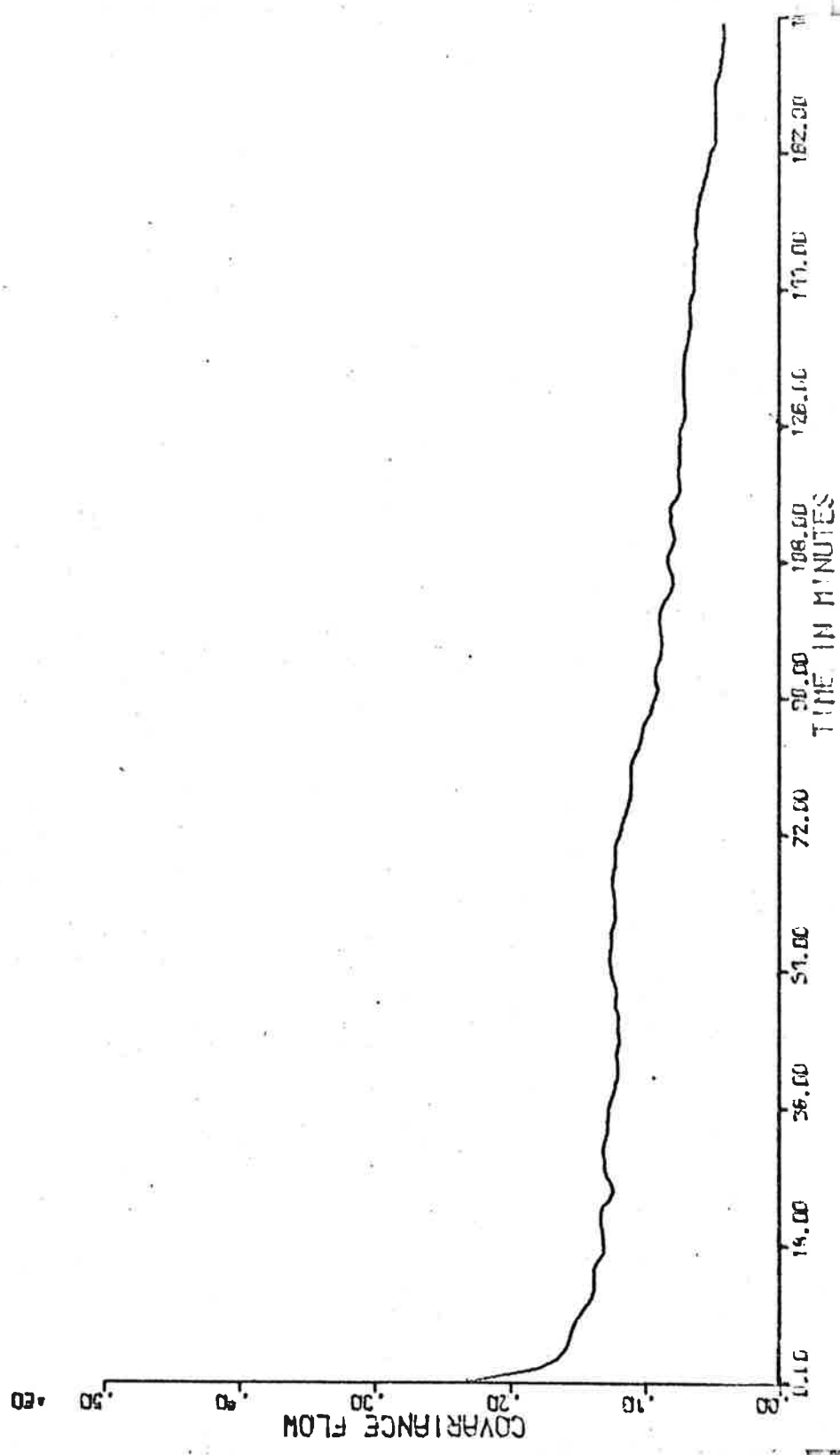
Sannolikhet

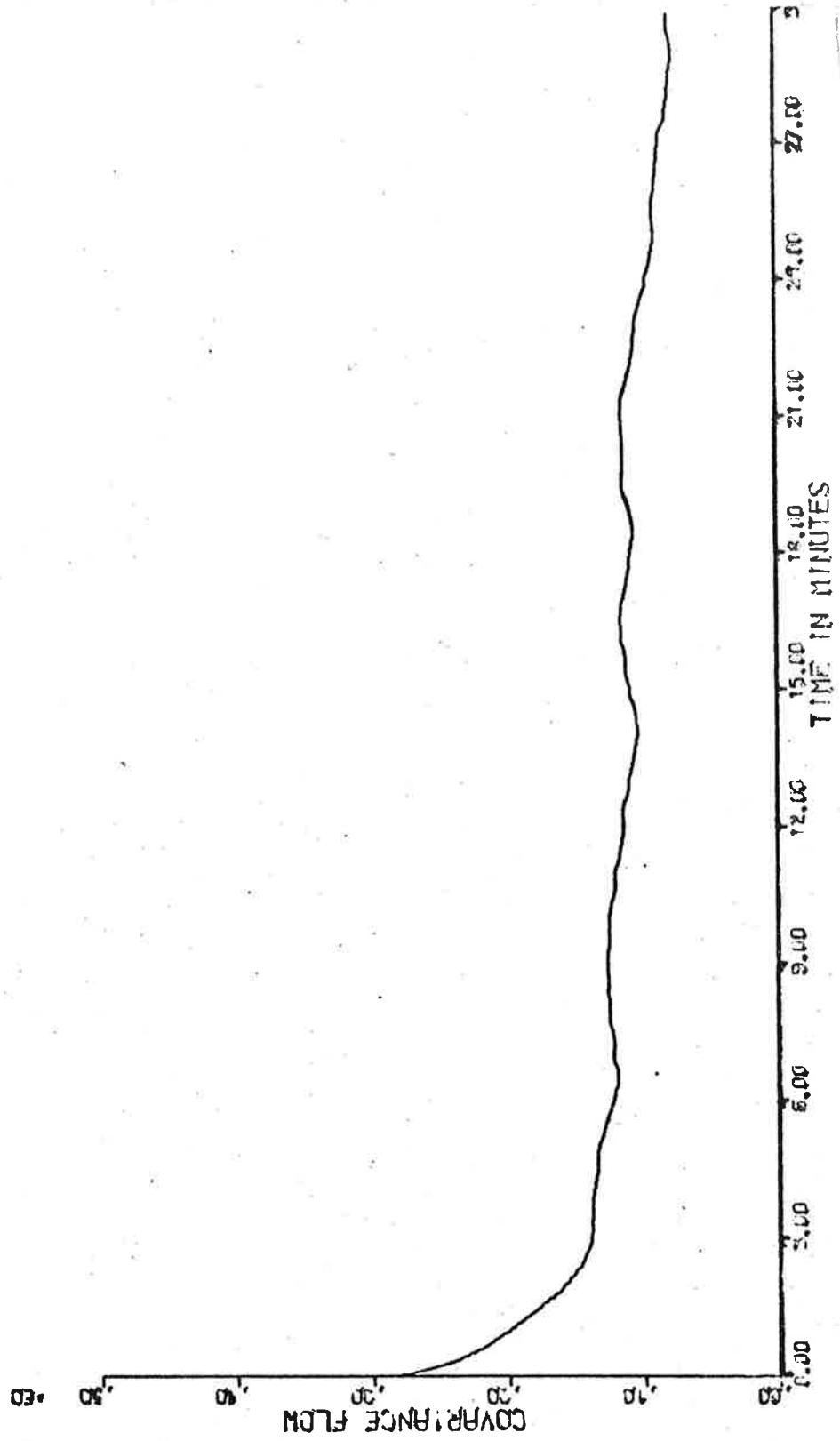


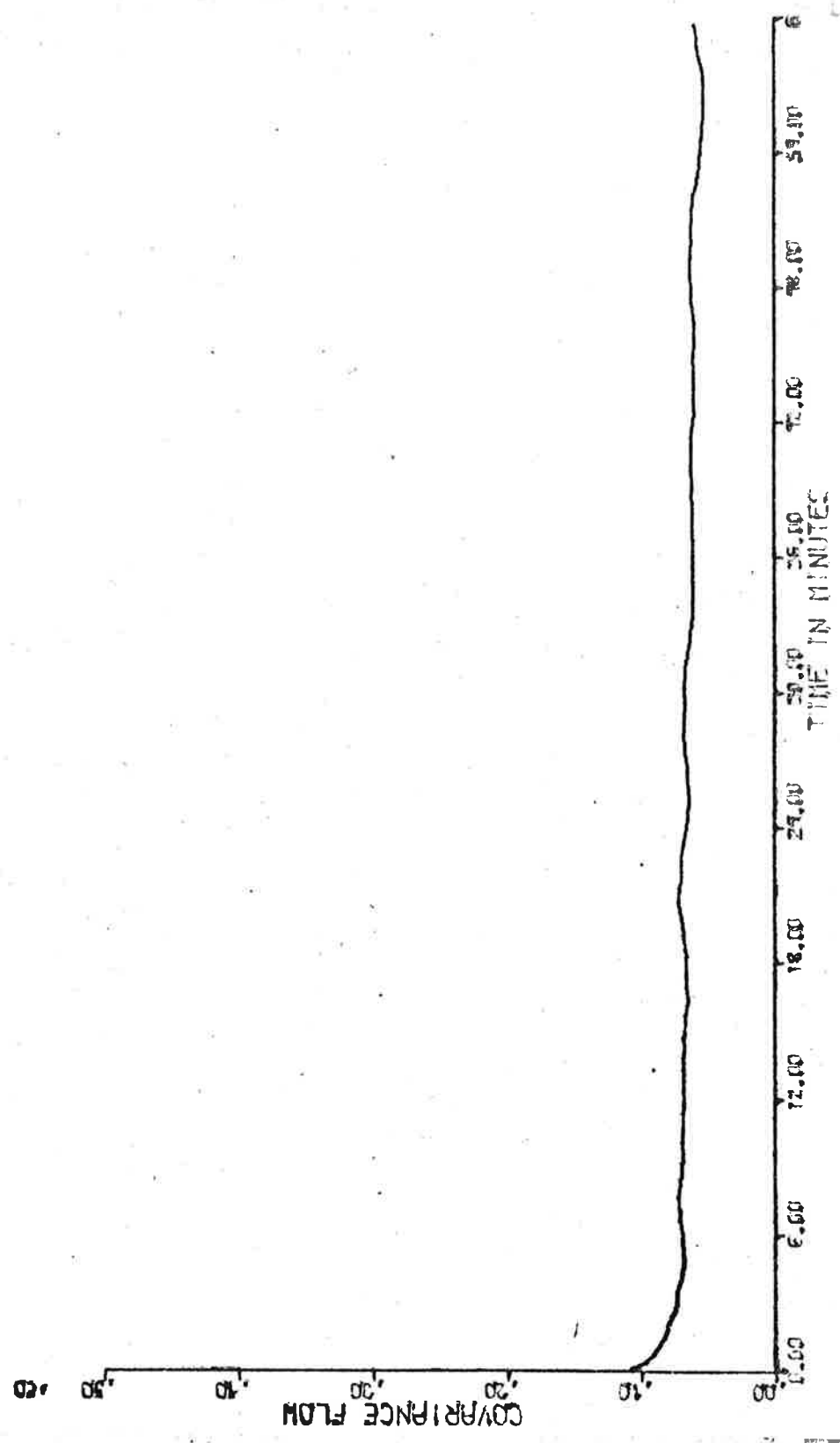
F51

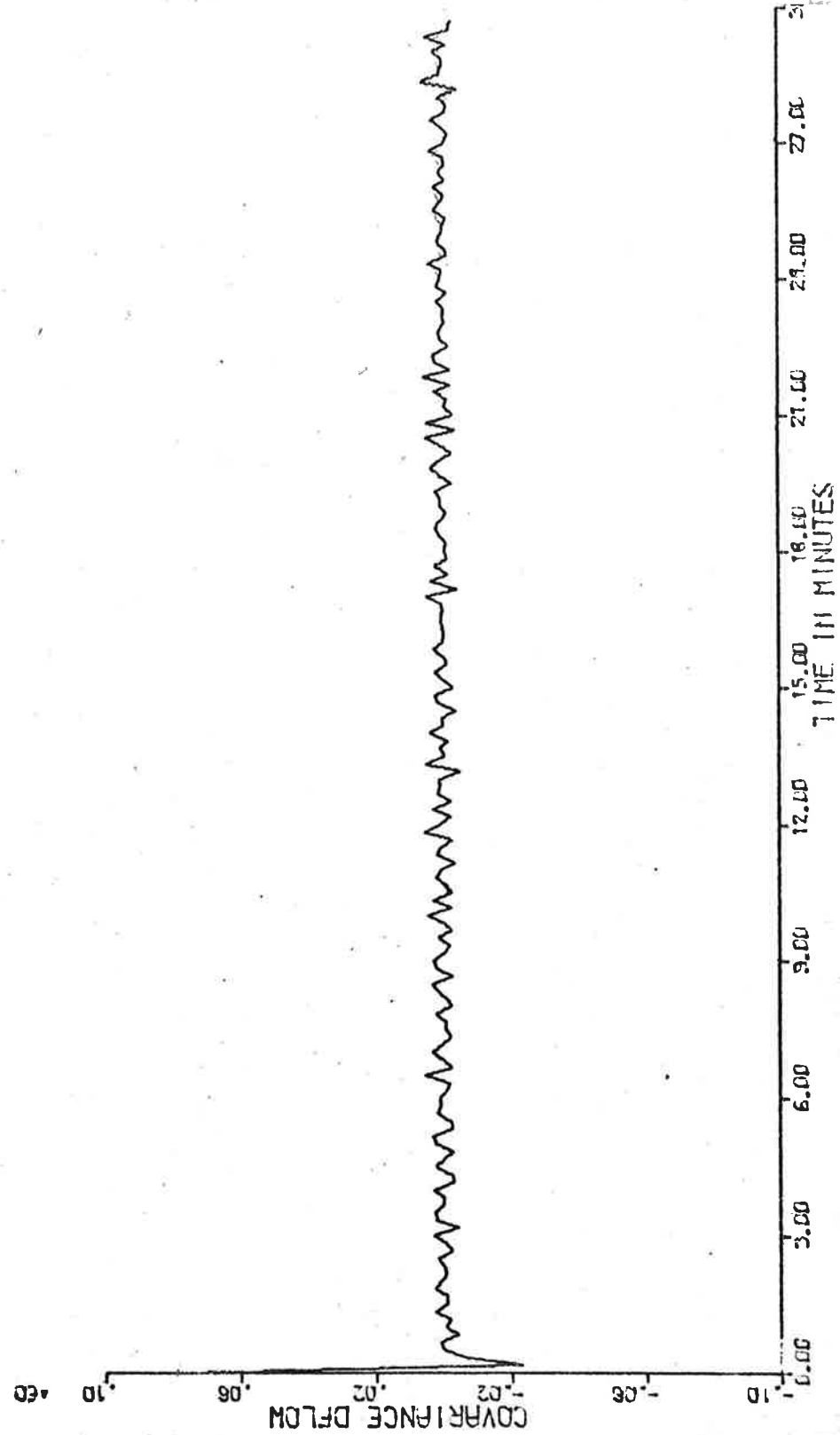


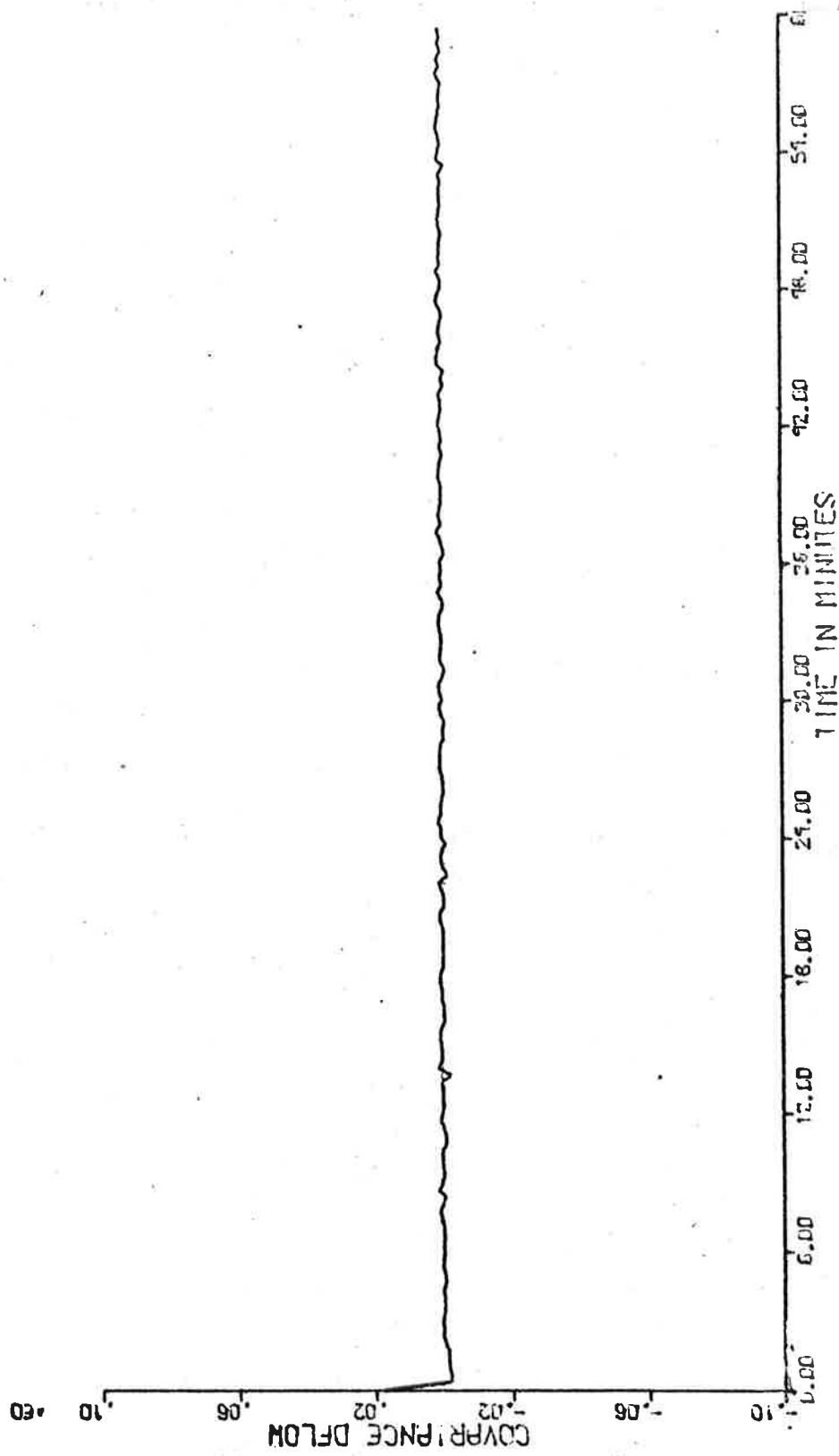


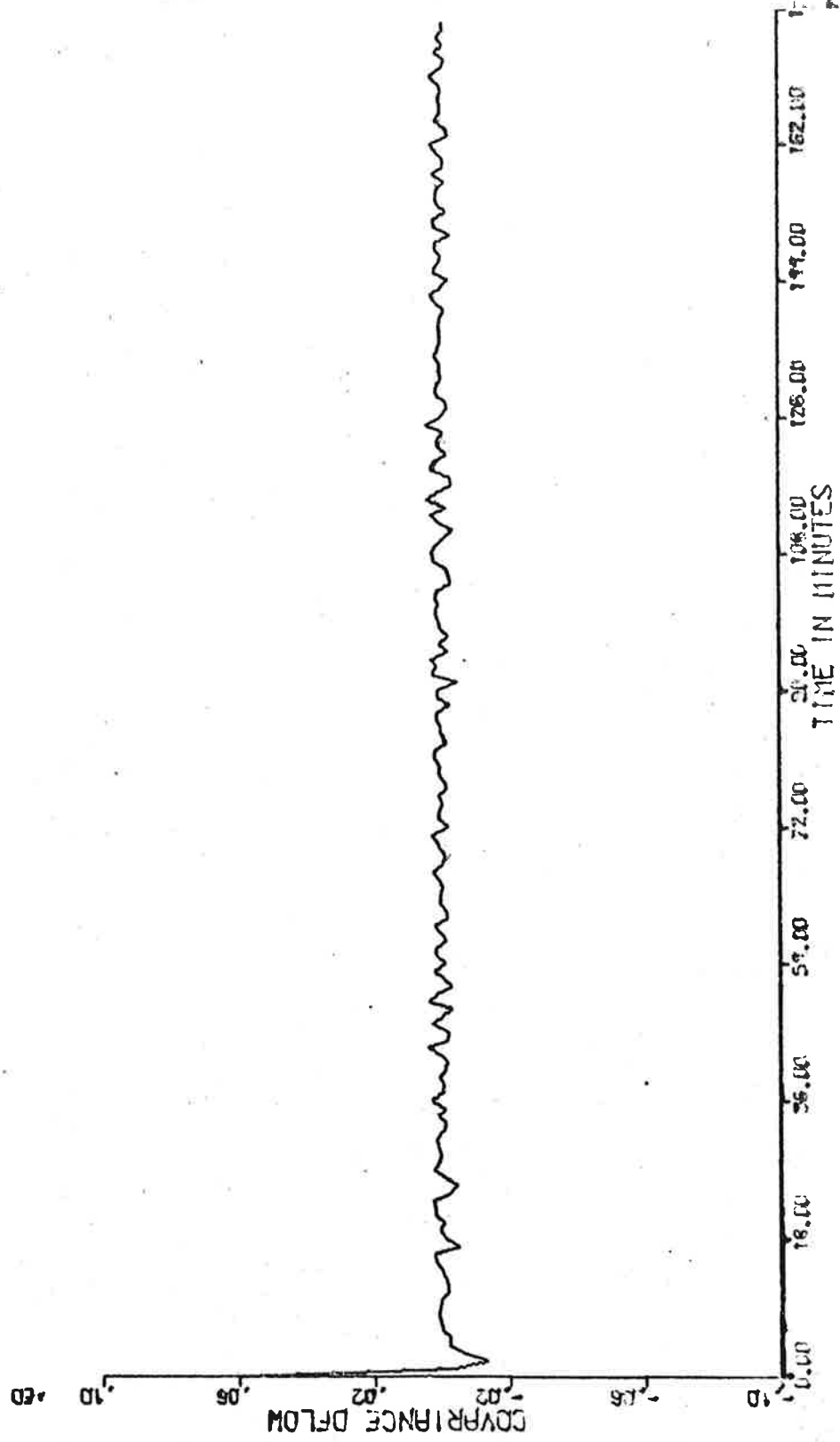


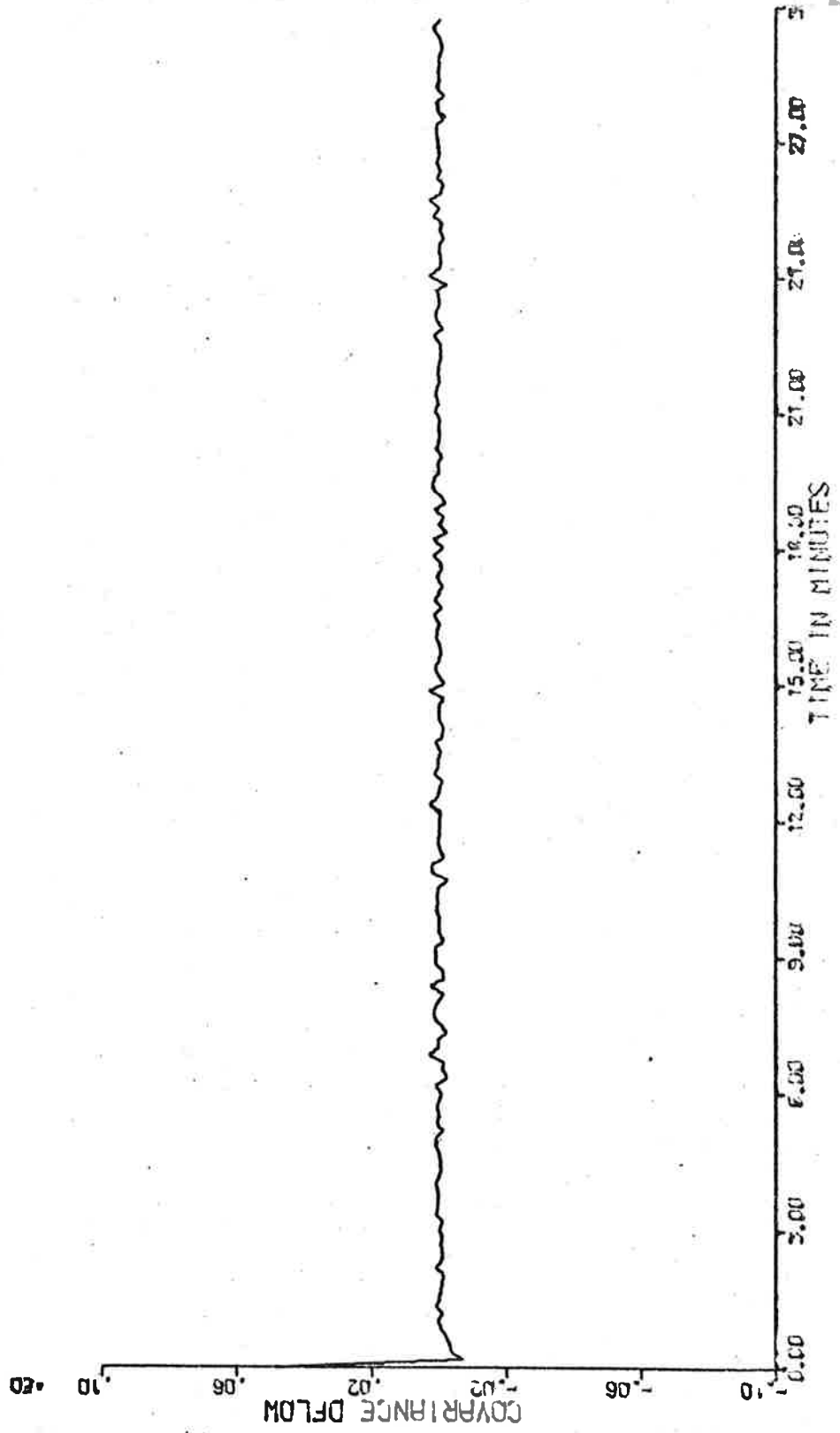


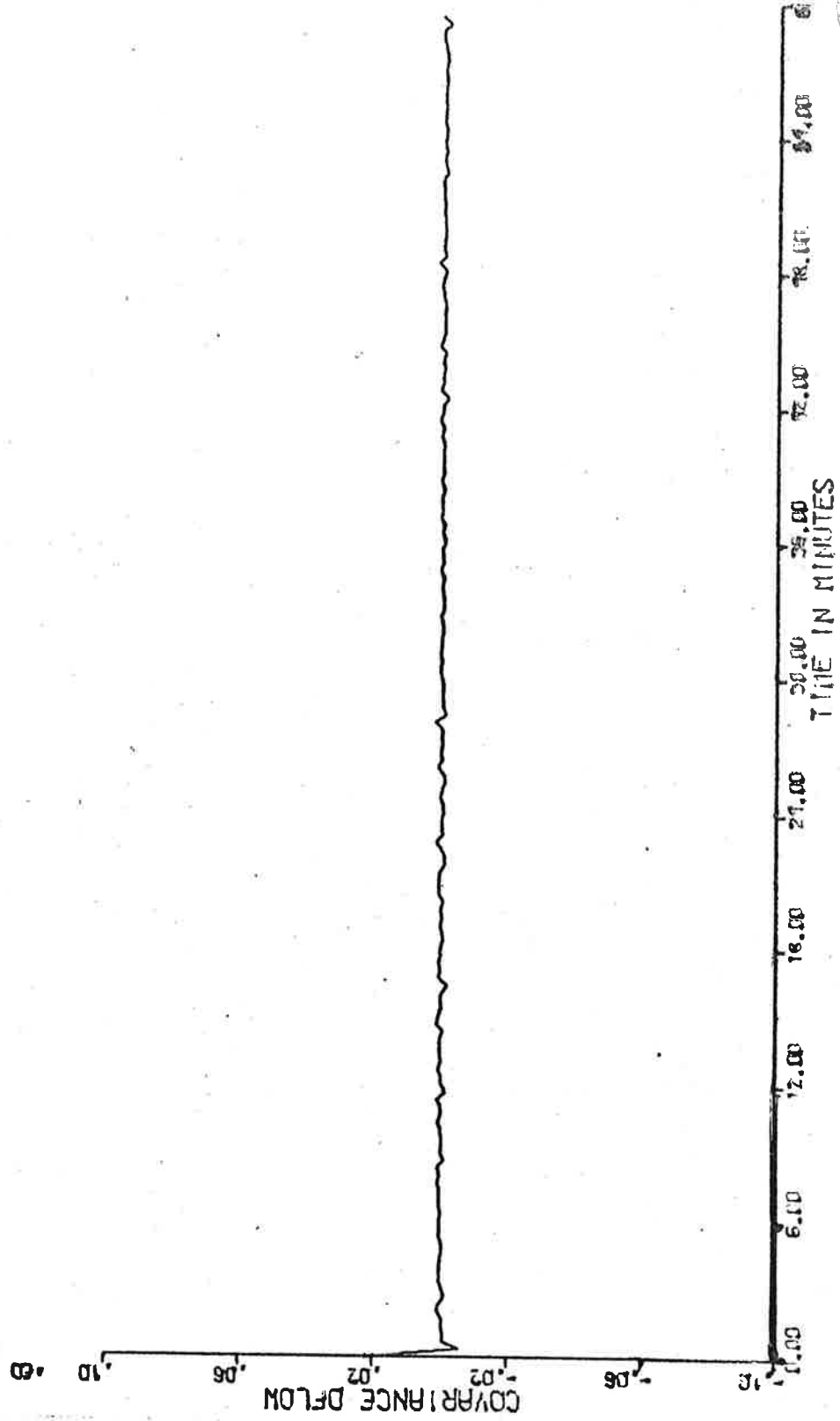




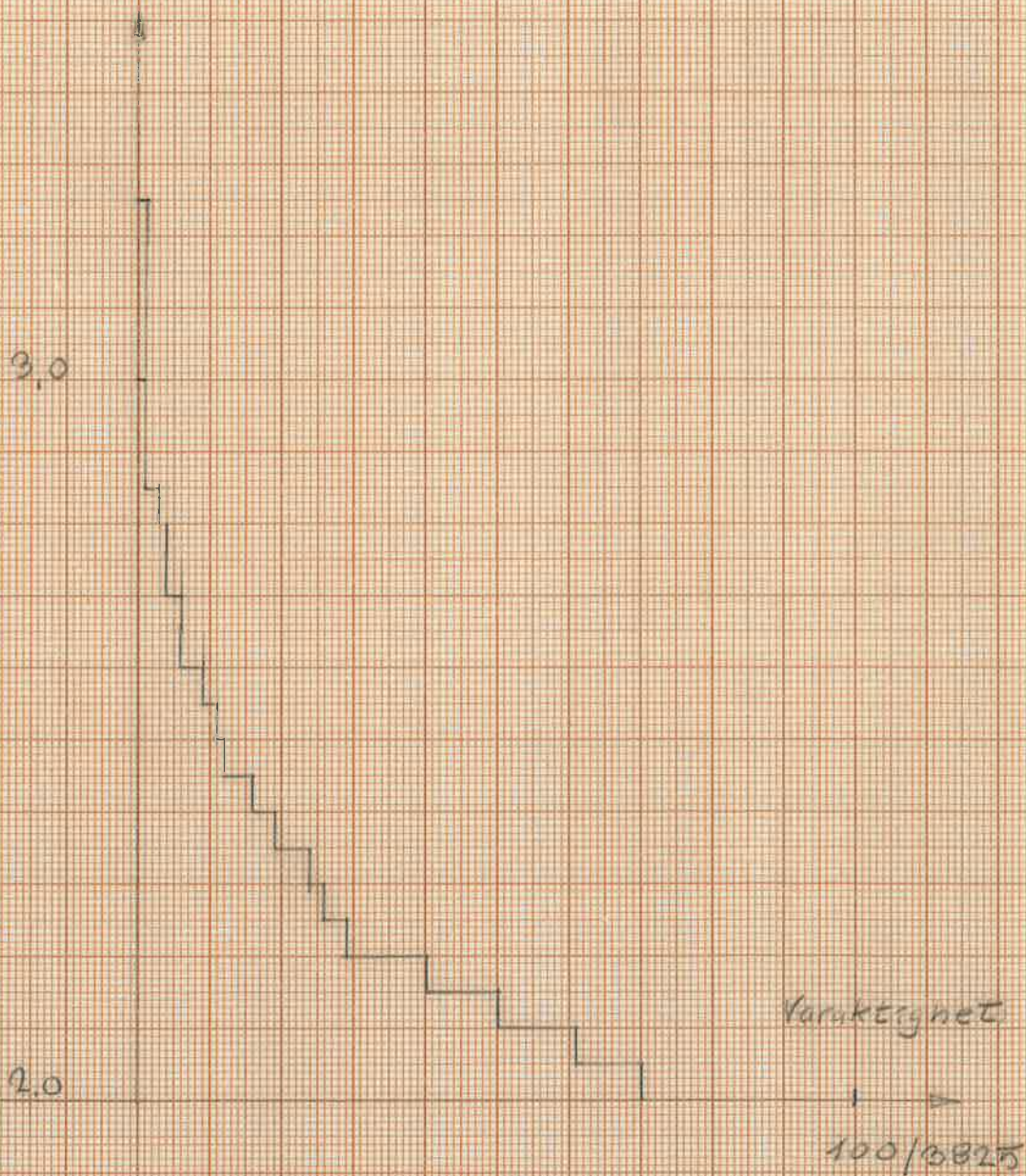




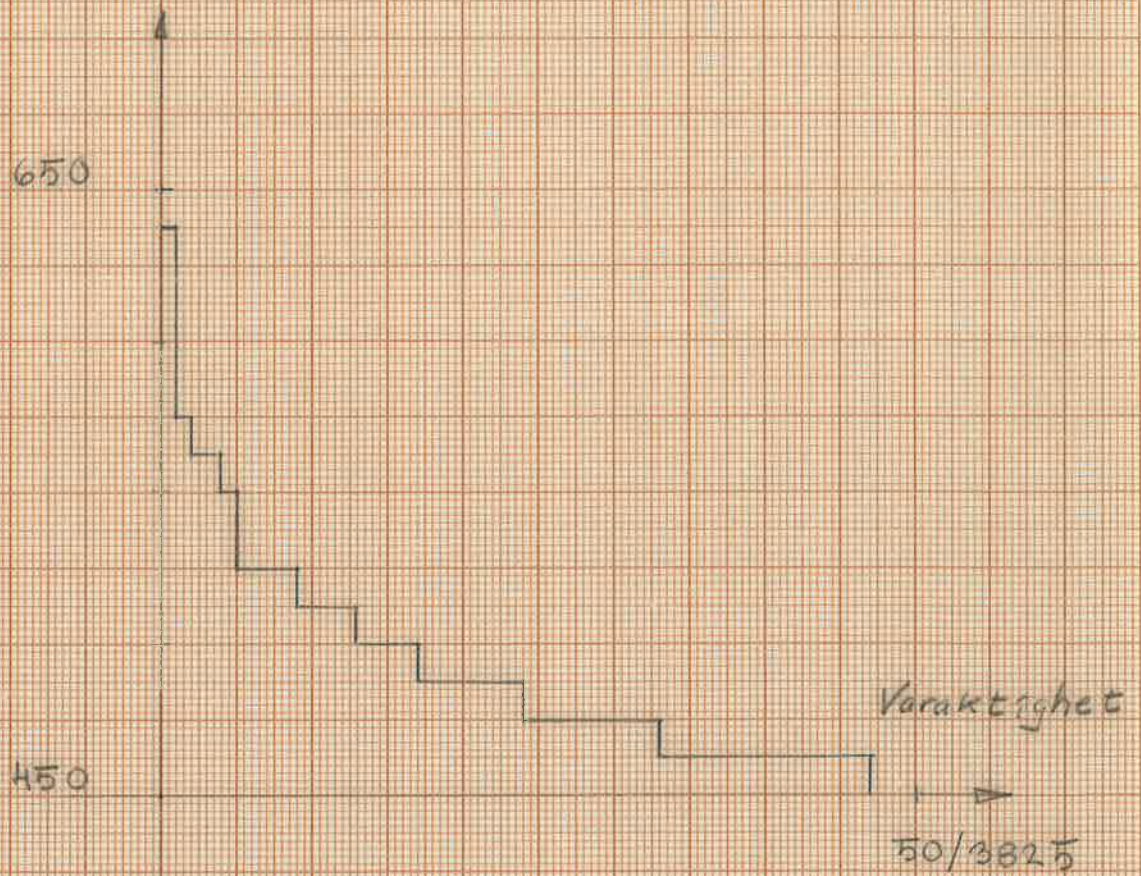




Topp av varaktighetskurva för
flöde dm^3/sek



Topp av varaktighetskurva för
effekt kW



TABELL nr 1

$$T = F(Z(0)), Z(T) = .99, DZ/DT = -Z + Z + 1.0$$

| Z(0) | T | Z(0) | T | Z(0) | T | Z(0) | T | Z(0) | T |
|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| .0000 | 1.1494 | .0100 | 1.1451 | .0200 | 1.1407 | .0300 | 1.1364 | .0400 | 1.1320 |
| .0500 | 1.1277 | .0600 | 1.1233 | .0700 | 1.1190 | .0800 | 1.1146 | .0900 | 1.1102 |
| .1000 | 1.1059 | .1100 | 1.1015 | .1200 | 1.0971 | .1300 | 1.0926 | .1400 | 1.0882 |
| .1500 | 1.0838 | .1600 | 1.0793 | .1700 | 1.0749 | .1800 | 1.0704 | .1900 | 1.0659 |
| .2000 | 1.0614 | .2100 | 1.0568 | .2200 | 1.0523 | .2300 | 1.0477 | .2400 | 1.0431 |
| .2500 | 1.0385 | .2600 | 1.0339 | .2700 | 1.0292 | .2800 | 1.0245 | .2900 | 1.0198 |
| .3000 | 1.0150 | .3100 | 1.0102 | .3200 | 1.0054 | .3300 | 1.0005 | .3400 | .9956 |
| .3500 | .9907 | .3600 | .9857 | .3700 | .9807 | .3800 | .9757 | .3900 | .9706 |
| .4000 | .9654 | .4100 | .9602 | .4200 | .9550 | .4300 | .9497 | .4400 | .9443 |
| .4500 | .9389 | .4600 | .9334 | .4700 | .9279 | .4800 | .9223 | .4900 | .9166 |
| .5000 | .9109 | .5100 | .9050 | .5200 | .8991 | .5300 | .8931 | .5400 | .8870 |
| .5500 | .8809 | .5600 | .8746 | .5700 | .8682 | .5800 | .8617 | .5900 | .8551 |
| .6000 | .8484 | .6100 | .8415 | .6200 | .8346 | .6300 | .8274 | .6400 | .8202 |
| .6500 | .8127 | .6600 | .8051 | .6700 | .7973 | .6800 | .7893 | .6900 | .7812 |
| .7000 | .7728 | .7100 | .7641 | .7200 | .7552 | .7300 | .7461 | .7400 | .7366 |
| .7500 | .7269 | .7600 | .7168 | .7700 | .7063 | .7800 | .6954 | .7900 | .6841 |
| .8000 | .6723 | .8100 | .6600 | .8200 | .6470 | .8300 | .6334 | .8400 | .6191 |
| .8500 | .6039 | .8600 | .5877 | .8700 | .5705 | .8800 | .5519 | .8900 | .5319 |
| .9000 | .5101 | .9100 | .4860 | .9200 | .4593 | .9300 | .4292 | .9400 | .3946 |
| .9500 | .3539 | .9600 | .3043 | .9700 | .2408 | .9800 | .1516 | | |

TABELL nr 2

$$T = F(Z(0) , Z(T)=1.01 , \rho Z/DT = -Z * Z + 1.0)$$

| Z(0) | T | Z(0) | T | Z(0) | T | Z(0) | T | Z(0) | T |
|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 2.0000 | .9130 | 1.9900 | .9116 | 1.9800 | .9101 | 1.9700 | .9086 | 1.9600 | .9071 |
| 1.9500 | .9055 | 1.9400 | .9040 | 1.9300 | .9024 | 1.9200 | .9008 | 1.9100 | .8992 |
| 1.9000 | .8975 | 1.8900 | .8958 | 1.8800 | .8941 | 1.8700 | .8924 | 1.8600 | .8907 |
| 1.8500 | .8889 | 1.8400 | .8871 | 1.8300 | .8852 | 1.8200 | .8834 | 1.8100 | .8815 |
| 1.8000 | .8796 | 1.7900 | .8776 | 1.7800 | .8756 | 1.7700 | .8736 | 1.7600 | .8716 |
| 1.7500 | .8695 | 1.7400 | .8673 | 1.7300 | .8652 | 1.7200 | .8630 | 1.7100 | .8607 |
| 1.7000 | .8655 | 1.6900 | .8631 | 1.6800 | .8608 | 1.6700 | .8584 | 1.6600 | .8489 |
| 1.6500 | .8464 | 1.6400 | .8439 | 1.6300 | .8413 | 1.6200 | .8386 | 1.6100 | .8359 |
| 1.6000 | .8332 | 1.5900 | .8304 | 1.5800 | .8275 | 1.5700 | .8246 | 1.5600 | .8216 |
| 1.5500 | .8165 | 1.5400 | .8154 | 1.5300 | .8122 | 1.5200 | .8089 | 1.5100 | .8055 |
| 1.5000 | .8021 | 1.4900 | .7986 | 1.4800 | .7950 | 1.4700 | .7913 | 1.4600 | .7875 |
| 1.4500 | .7836 | 1.4400 | .7796 | 1.4300 | .7755 | 1.4200 | .7713 | 1.4100 | .7670 |
| 1.4000 | .7625 | 1.3900 | .7579 | 1.3800 | .7532 | 1.3700 | .7483 | 1.3600 | .7433 |
| 1.3500 | .7581 | 1.3400 | .7527 | 1.3300 | .7472 | 1.3200 | .7414 | 1.3100 | .7355 |
| 1.3000 | .7093 | 1.2900 | .7029 | 1.2800 | .6962 | 1.2700 | .6893 | 1.2600 | .6820 |
| 1.2500 | .6745 | 1.2400 | .6666 | 1.2300 | .6583 | 1.2200 | .6496 | 1.2100 | .6405 |
| 1.2000 | .6309 | 1.1900 | .6208 | 1.1800 | .6100 | 1.1700 | .5986 | 1.1600 | .5864 |
| 1.1500 | .5734 | 1.1400 | .5595 | 1.1300 | .5444 | 1.1200 | .5280 | 1.1100 | .5102 |
| 1.1000 | .4905 | 1.0900 | .4686 | 1.0800 | .4441 | 1.0700 | .4162 | 1.0600 | .3837 |
| 1.0500 | .3452 | 1.0400 | .2976 | 1.0300 | .2364 | 1.0200 | .1494 | | |

Tabell nr 4 - Normalfördelningstest flöde. (dm³/sek).

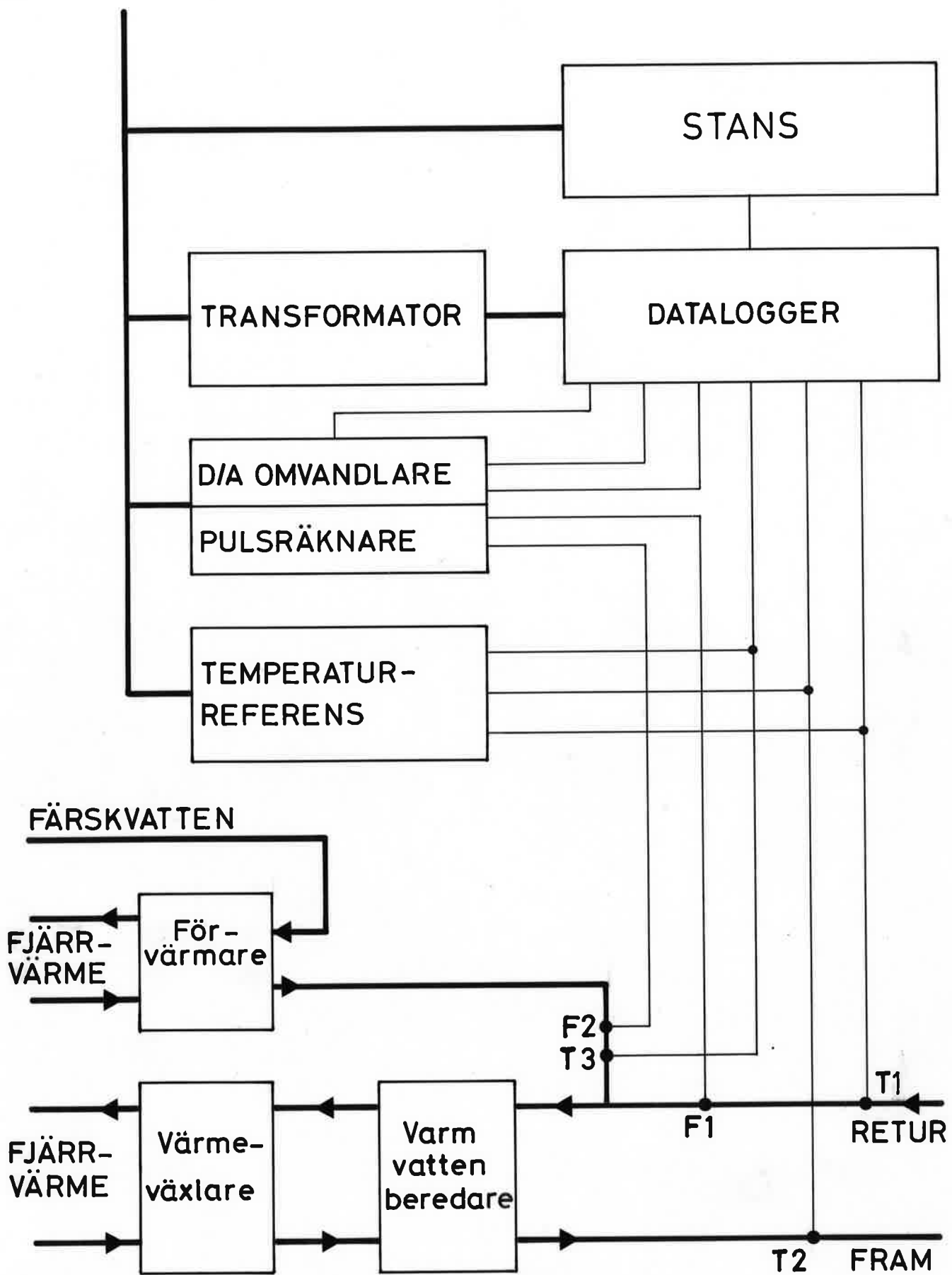
| Prov nr | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Antal data | 2098 | 2110 | 1731 | 2102 | 2078 |
| Medelvärde | 1,18 | 0,39 | 0,58 | 1,20 | 0,38 |
| Standardavvikelse | 0,534 | 0,309 | 0,482 | 0,528 | 0,326 |
| Frihetsgrader | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| Testkvantitet | 418. | 6776. | 1521. | 508. | 1797. |
| Korr. svansar | 146. | 485. | 167. | 8.9 | 605. |
| Skevhet | 0,96 | 2,00 | 1,20 | 0,54 | 1,70 |
| Kurtosis | 1,20 | 4,40 | 1,40 | -0,49 | 3,50 |

Tabell nr 5 - Normalfördelningstest flödesändring. (dm³/sek).

| Prov nr | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Antal data | 2097 | 2109 | 1730 | 2101 | 2077 |
| Medelvärde | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Standardavvikelse | 0,280 | 0,132 | 0,243 | 0,218 | 0,148 |
| Frihetsgrader | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| Testkvantitet | 45,9 | 1755. | 812,0 | 142,5 | 176,3 |
| Korr. svansar | 7,7 | 349,3 | 150,3 | 44,1 | 68,2 |
| Skevhet | -0,07 | 0,03 | 0,20 | 0,12 | 0,05 |
| Kurtosis | 0,33 | 7,30 | 2,90 | 1,20 | 1,80 |

Tabell nr 6 Jämförelse mellan uppmätta värden och normer.

| Sannolikhet | Flöde dm ³ /sek | Effektuttagsekivalent. 60°C | flöde dm ³ /sek 55°C | 50°C | 45°C | Flöde VA-byggnorm dm ³ /sek |
|-------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|------|------|-------------------------------------------|
| 0.001 | 2.80 | 2.18 | 2.38 | 2.62 | 2.92 | 5.52 |
| 0.01 | 2.15 | 1.79 | 1.95 | 2.15 | 2.39 | 4.94 |
| 0.1 | 1.36 | 1.34 | 1.46 | 1.61 | 1.79 | 4.16 |



Figur nr 1. Anläggning och mätutrustning.