

EN STUDIE AV PROCESSDATORSYSTEM FÖR  
PAPPERSINDUSTRIN

ANDERS LINDQVIST

RE -184 September 1976  
Inst. för Reglerteknik  
Lunds Tekniska Högskola

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND  
Institutionen för Reglerteknik  
Examensarbete

EN STUDIE AV PROCESSDATORSYSTEM FÖR PAPPERSINDUSTRIN

Lund 1976-07-29

Anders Lindqvist

## Sammanfattning.

Till pappersindustrin finns idag ett flertal leverantörer av processdatorsystem, för avancerad styrning av pappersmaskiner. En studie har gjorts över två i marknaden förekommande komersiella företag nämligen

AccuRay och  
Measurex.

Dessa dominerar stort inom pappersindustrin ifråga om antalet installationer, driftserfarenhet och utveckling.

AccuRay levererar ett system som går under benämningen 1180-S, samt ett icke datorbaserat styrsystem — 1180/10. Emellertid kan det senare konverteras till 1180-S. Measurex levererar två system benämnda 1000 och 2000. System 2000 är en direkt vidare utveckling av 1000-systemet och har idag nästan helt ersatt det på marknaden.

AccuRay's och Measurex's processdatorsystem är likvärdiga i det avseendet att de prestanda- och kostnadsmässigt ligger varandra nära. Skillnaden hänföres främst till mätram och mätgivare, den del som är viktigast i ett datorstyrt system.

Denna studie ger en mera allmän översikt och bygger på företagens egna informations- och datablad. Ett val av system fordrar en mera ingående analys av vissa delar än vad tiden här medgivit.

### Summary.

The paper industry has a number of deliverers of computer control systems for advanced paper machine control. A study has been made of two companies, which are predominant in the market, namely

AccuRay and

Measurex

AccuRay supplies a system called 1180-S, and a controlsystem without computer — 1180/10. It is however possible to convert the latter in 1180-S. Measurex supplies two systems called 1000 and 2000. The system 2000 is a direct development of the 1000-system, and has nowadays replaced it in the market.

The computer systems supplied by AccuRay and Measurex are equal referring to efficiency and cost. They are different concerning, the most important part in a computer system, namely scanner and sensors.

This study is a survey based on pamphlets published by the companies mentioned. When to choose a computer control system, it is necessary to make an analys, more detailed than was possible in this essay.

## Innehållsförteckning

	Sid:
1. Inledning	1
2. AccuRay och Measurex — beskrivning	3
3. Uppbyggnad av ett processdatorsystem på en pappersmaskin	5
4. Systembeskrivning — AccuRay	7
4.1. Processdator	7
4.2. Manöverstation	9
4.3. Mättram	10
4.4. Mätgivare	10
4.4.1. Ytvikt	10
4.4.2. Fukt	12
4.4.3. Tjocklek	13
5. Systembeskrivning — Measurex	14
5.1. Datordelen	14
5.2. Data Concentrator	15
5.3. Manöverstation	15
5.4. Mättram	16
5.5. Mätgivare	16
5.5.1. Ytvikt	16
5.5.2. Temperatur	18
5.5.3. Fukt	18
5.5.4. Tjocklek	20
6. Styrprogram	21
7. Ekonomiska aspekter	25

## 1. Inledning

Processdatorsystem har på kort tid slagit igenom inom pappersindustrin, för avancerad styrning av pappersmaskiner. Totalt torde nu finnas ett femtital installationer i Sverige, till ett sammanlagt värde av ca. hundra miljoner kronor för enbart processdatorsystemen. De faktorer som bidragit till denna utvecklingstakt och som dessutom kännetecknar datorbaserade styrsystem kan anges såsom,

- snabb och precis reglering
- betydligt större informationsmängd om papperskvaliten och pappersmaskinen
- betydande effektivitets- och produktionsökningar
- ökad automatisering av processen

Ovanstående åskådliggörs i de två figurer, som visas på nästa sida. Figur 1 visar den omedelbara följderna av en noggrannare kontroll av pappersmaskinen. Den bestämmande variabeln (t.ex. ytvikt) kan "köras" närmare en undre (övre) gräns, vilket blir fördelaktigare ur ekonomisk synpunkt. Den andra figuren visar fukthalten tvärs pappersbanan (profilen) direkt före upprullningen, där en ökad informationsmängd resulterar i jämnare fuktprofil. Uppjusteringen av profilmedelvärdet åstadkommes genom optimering till en övre gräns.

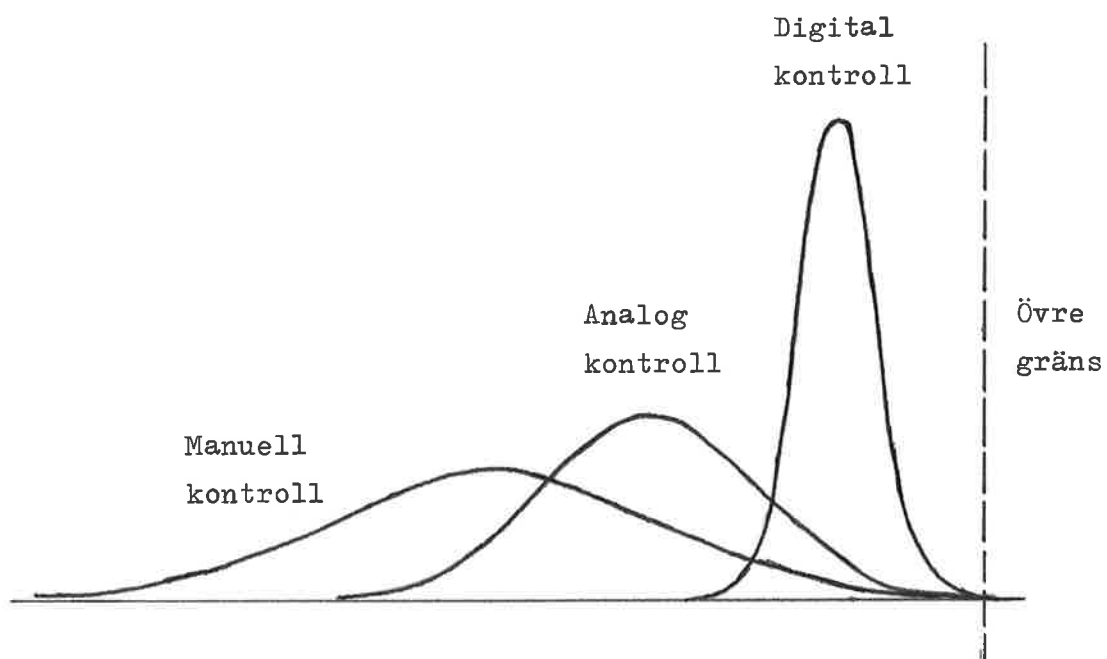
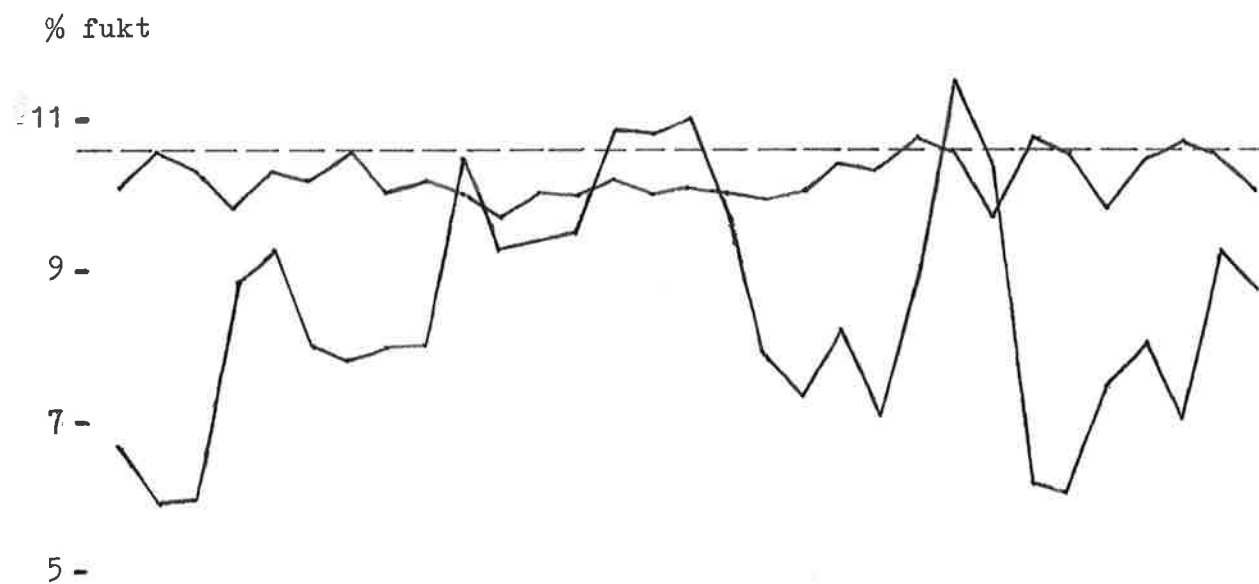
Den ökade automatiseringen av processen har lett till att processdatorsystemen fått en "state of heart" funktion. De kräver speciell service. Tillförlitligheten är numera över 99,5 % som motsvarar en stopptid av ca. 3 timmar per månad. Med insatser av preventiv karaktär har man lyckats undvika störningar i produktionen helt och hållet.

En studie har gjorts över två i marknaden förekommande kommersiella företags processdatorsystem nämligen:

AccuRay och

Measurex

Valet av dessa beror på deras stora dominans på marknaden inom pappersindustrin ifråga om antalet installationer, driftserfarenhet och utveckling.

Figur 1.Figur 2.

## 2. AccuRay och Measurex — beskrivning.

AccuRay är beteckningen eller varumärket på de styrsystem som konstrueras och tillverkas av Industrial Nucleonics Corporation. IN bildades för 25 år sedan och specialiserade sig från början på analoga reglersystem. Idag levererar de till pappersindustrin ett datorbaserat styrsystem benämnt 1180-S. Dessutom marknadsför ett enklare system, 1180/10, som emellertid kan konverteras till 1180-S.

Measurex Corporation startade sin verksamhet 1968 och inriktade sig direkt på datorbaserade styrsystem. Measurex marknadsför två system benämnda 1000 resp. 2000. Det senare är en vidareutveckling av det förra och det introducerades på marknaden i början av 1974.

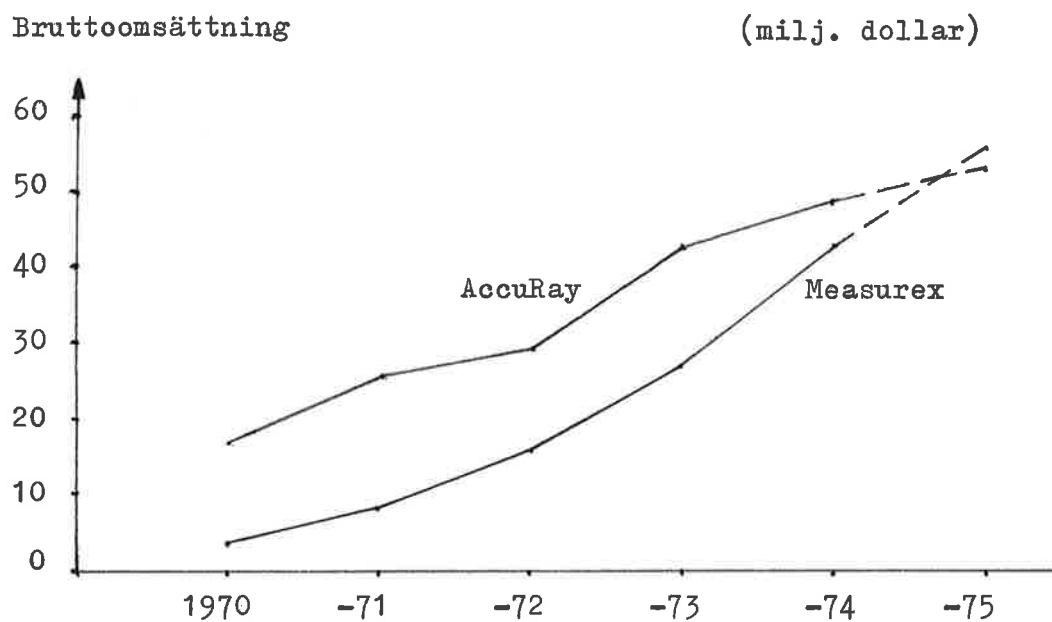
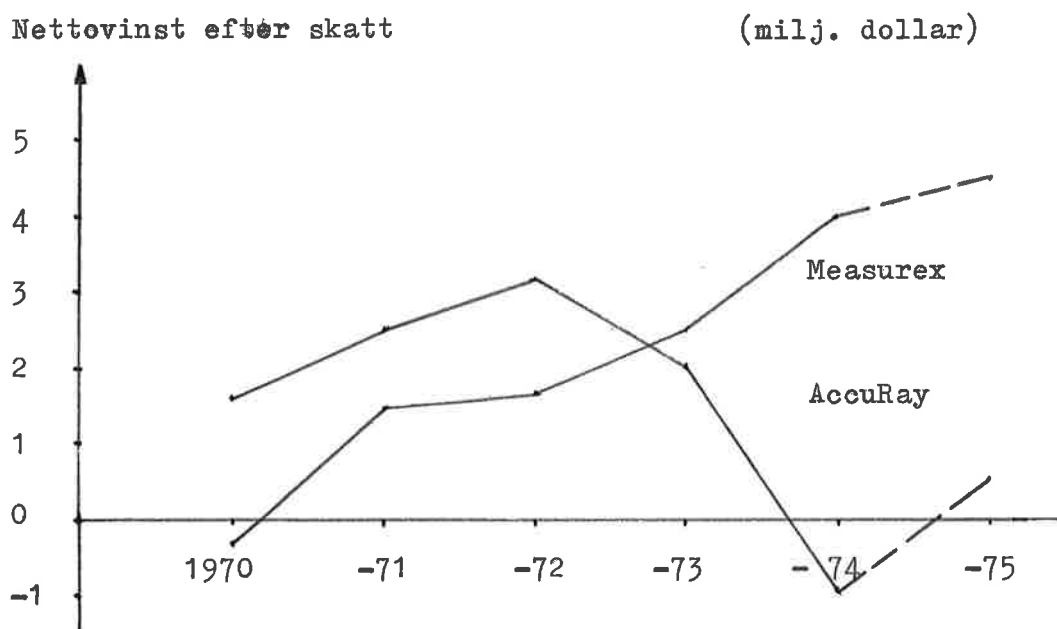
AccuRay och Measurex levererar också styrsystem till andra processindustrier t.ex. plast-, textil- och tobaksindustrin. Marknadsfördelningen i Norden för de två företagen skiljer sig markant, vilket tabellen nedan visar. AccuRay är sedan lång tid tillbaka väl inarbetade i Sverige. Measurex började däremot marknadsföra sina processdatorsystem i Finland. Emellertid är konkurrensen dem emellan mera komplicerad och sådana faktorer som teknisk prestanda (speciellt mätgivaredelen), service och kostnader har numera fått en avgörande betydelse.

Tabell. Antalet installationer av processdatorsystem i Norden för AccuRay och Measurex.

	<u>Sverige</u>	<u>Finland</u>	<u>Norge</u>	<u>Danmark</u>
AccuRay :	30	5	6	-
Measurex:	10	30	6	5

Slutligen redovisas i detta avsnitt företagens storlek och expansion under 1970-talet. Därvid har åsatts i diagram 1 bruttoomsättningen och i diagram 2 nettovinsten efter skatt för de senaste 5 åren (1970 - 74), samt troliga värden för 1975.



Diagram 1.Diagram 2.

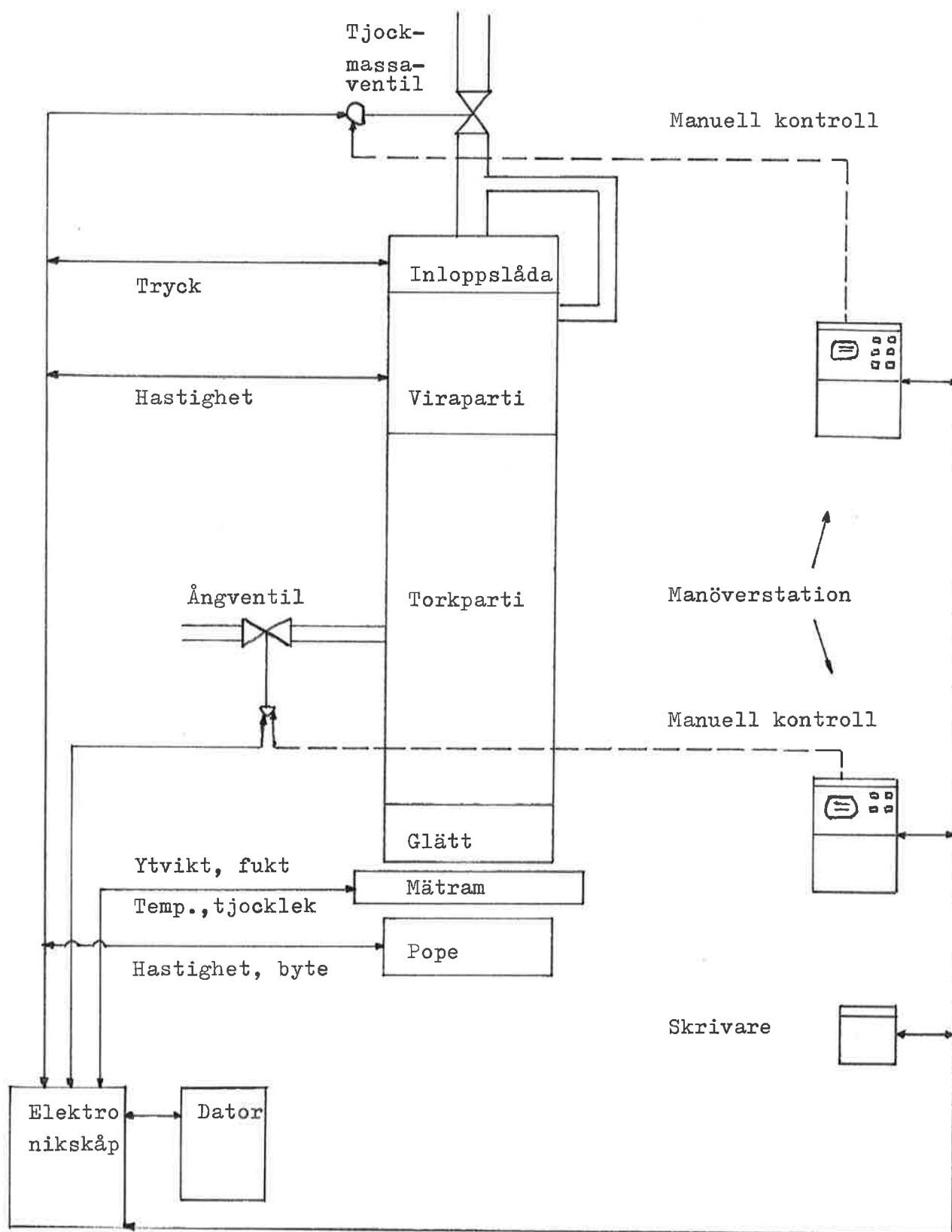
### 3. Uppbyggnad av ett processdatorsystem på en pappersmaskin.

I ett processdatorsystem ämnat för att styra en pappersmaskin och ge information om papperskvaliten, ingår följande delar:

- a. Processdator. Datorn, som arbetar i reell tid, övervakar och synkroniserar processen, kontrollerar kringutrustningen och aktiverar olika alarmfunktioner. Mjukvaran delas in i ett förgrunds- och ett bakgrundsprogram. Förgrundsprogrammen (högnivå) utför bl.a. styrning och reglering enligt tidsbaserade rutiner, medan bakgrundsprogrammen (högnivå och/eller lågnivå) innehåller modeller för bl.a. simulering, optimering och utskrifter.
- b. Manöverstation. Från dessa kommunicerar maskinpersonalen med systemet. Normalt är att två manöverstationer ingår i ett system, då placerade vid våt- resp. torrändan. I manöverstationen ingår manöverpanel, monitor, pen-skrivare och siffertablåer. Monitorn visar aktuella och loggade profiler, processrapporter (tambour, skift, dygn m.m.), primärdata för varje papperskvalite, alarm etc.. Bilden på skärmen kan fås kopierad på en snabb-skrivare, printer/plotter, som även skriver ut grafiska figurer. Viktigt är att man från manöverstationen kan gå in i systemet och göra manuella ingrepp, styringrepp då datorn fallit ur funktion.
- c. Mätram och givare. Den kostsammaste delen i ett processdatorsystem. Vanligtvis åtgår endast en mätram, då placerad direkt före upprullningen, men maximalt kan fyra mätramar arrangeras längs pappersmaskinen. Mätgivarna är inbyggda i ett huvud, som kan styras för antingen traversering över hela bredden eller ett delområde, samt punktmätning. Tillförlitliga givare finns nu inte bara för grundstorheterna ytvikt och fukt, utan också för mätning av tjocklek och opacitet.

En sammanfattning av ovanstående ges i den översiktsbild som finns på nästa sida. Processen kan styras antingen genom börvärdeskontroll av analoga regulatorer (SPC) eller genom direkt digital reglering (DDC). Kombinationer av dessa principer förekommer t.ex. att tjockmassaventilen är DDC-styrd medan ångventilen är SPC-styrd.

Figur. Schema över datorstyrd pappersmaskin.



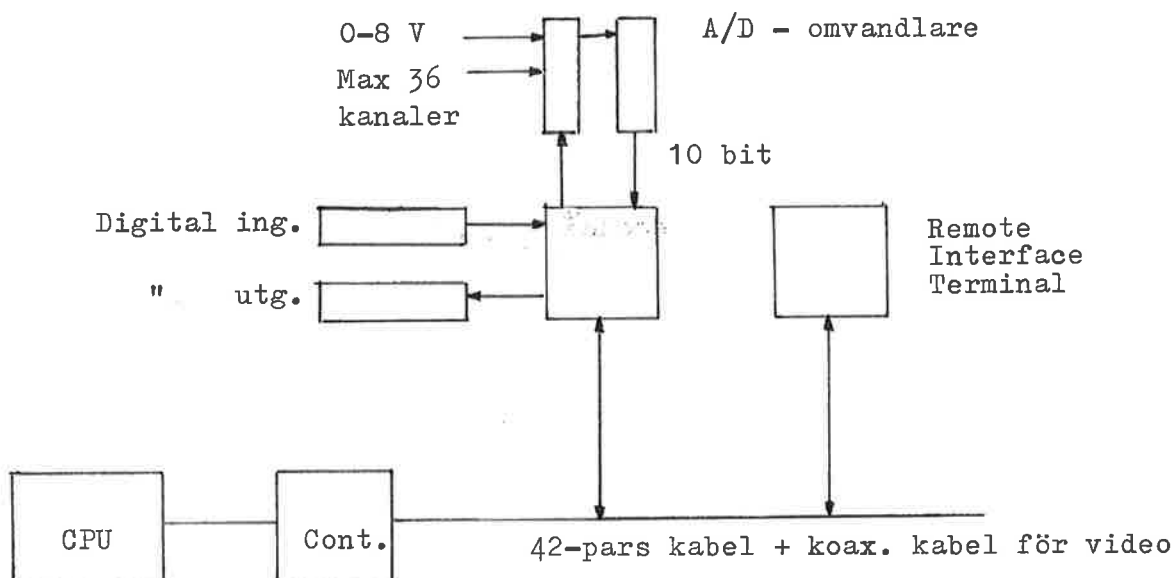
#### 4. Systembeskrivning — AccuRay

AccuRay levererar två system, 1180/10 och 1180-S, varav det senare är datorbaserat. 1180/10-systemet har ett PROM-minne för styrning och övervakning av pappersmaskinen. Man erhåller ej någon koordination av processen, samt en mängd programkontrollerande funktioner såsom hastighetsoptimering, automatisk kvalitetsomställning, generering av monitorbilder och printer/plotter. Konverteras 1180/10-systemet till datorbaserat 1180-S får det en sekundär funktion i hela systemet, men ger istället en extra möjlighet till back-up, en extra manöverstation. Den principiella uppbyggnaden av ett fullt utbyggt system ges på nästa sida och kommer nu att tas till utgångspunkt för beskrivning av de ingående delarna.

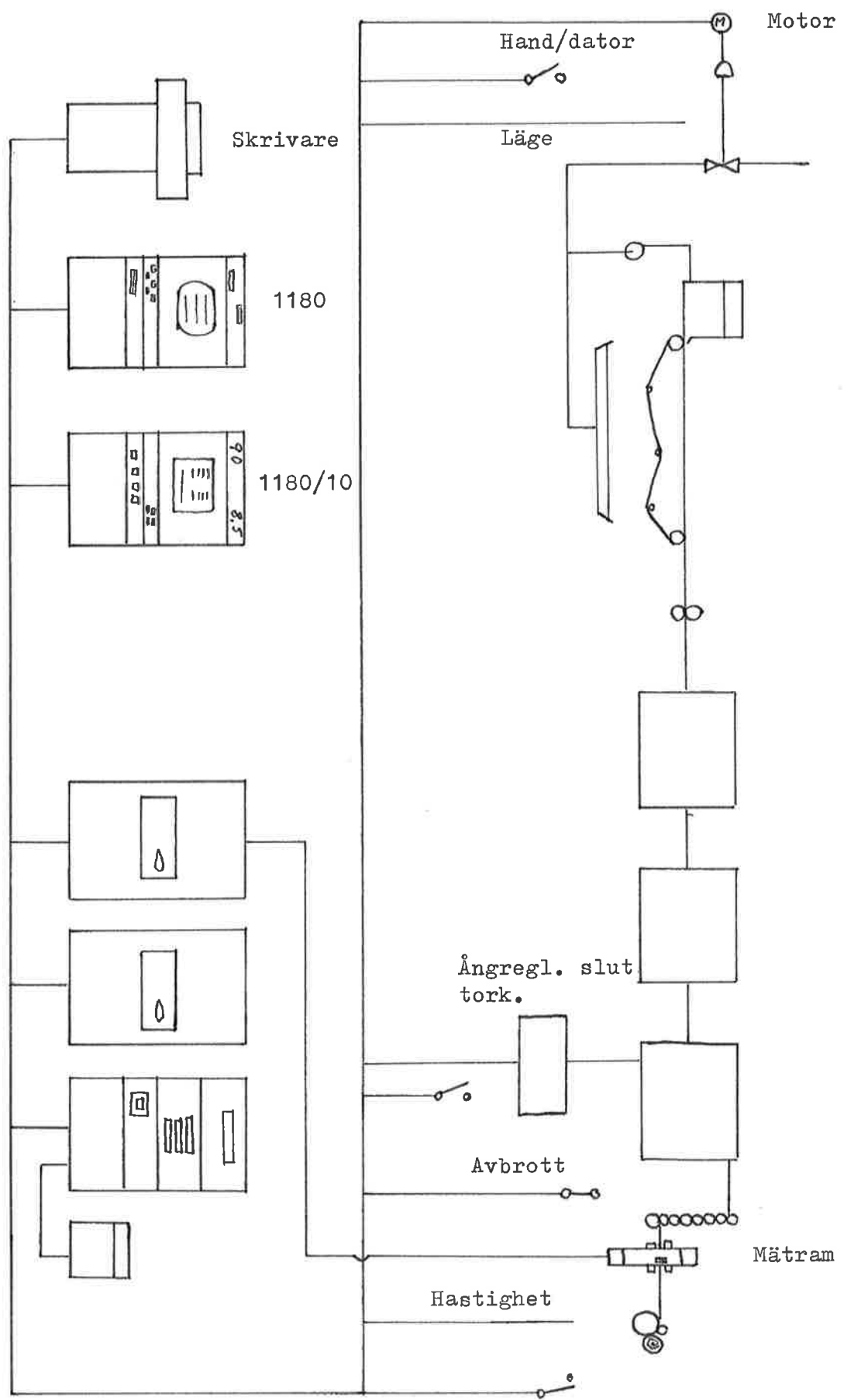
##### 4.1. Processdator

Centralenheten är en Honeywell 316 på totalt 32k, 16 bits ord. Cykeltid —  $1,6 \mu\text{sek}$ . Massminnet ligger på skiva (Data Disc), med fasta huvuden, och med maximal kapacitet av 524k. Normalt åtgår 262k. Medel access tiden är 8,5 msek. AccuRay använder dessutom ett PROM-minne (2048 bits), för rutinfunktioner som t.ex. travestering, givare logik. Vidare finns en videocontroller — ett minne som håller monitorbilden. Kommunikationen mellan centralenhet och kringutrustning sker enligt nedanstående figur. Information kan sändas över max. 305 meters avstånd och med 2000 ord per sekund.

Figur.



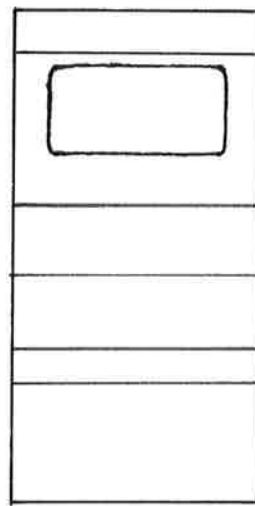
Principfigur över ett fullt utbyggt AccuRay system.



4.2. Manöverstation

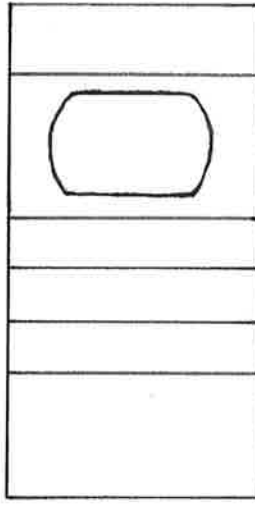
Innehåll för 1180/10-delen:

- Digital display för ytvikt och fukt.
- Två pen-skrivare. Medger registrering av profiler, medelvärde och punktmätning.
- Skrivaren handhas genom Set-up.
- Man.-Auto kontroll panel. 1180/10 tillåter automatisk styrning av ytvikt och fukt.
- **Scanner** kontroll panel, för mätram.



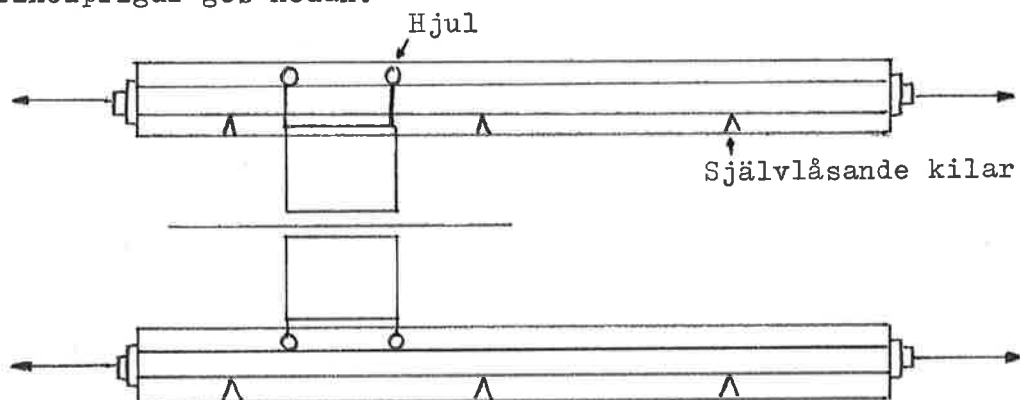
Innehåll för 1180-delen:

- Alarm av kvalitativ natur.
- Monitor. 10 fasta färger + 10 blinkande färger på en 19" skärm. Visar profiler, processöversikter, alarmhändelser etc.
- Set-up. Genom utnyttjandet av en kanal-lista kan olika variabler fås på monitorn.
- Reglering. Speciellt finns här tryckknappar för de olika automatiska styrprogrammen.
- In och utläsning av data. Tryckknappar för börvärden finns.



#### 4.3. Mättram.

Mätramen är uppbyggd kring I-balkar. Övre och undre mät huvudena glider på förspända tuber av rostfritt stål. Med ett arrangemang av självlåsande kilar kan man få ett konstant vertikalt mätgap. En principfigur ges nedan.

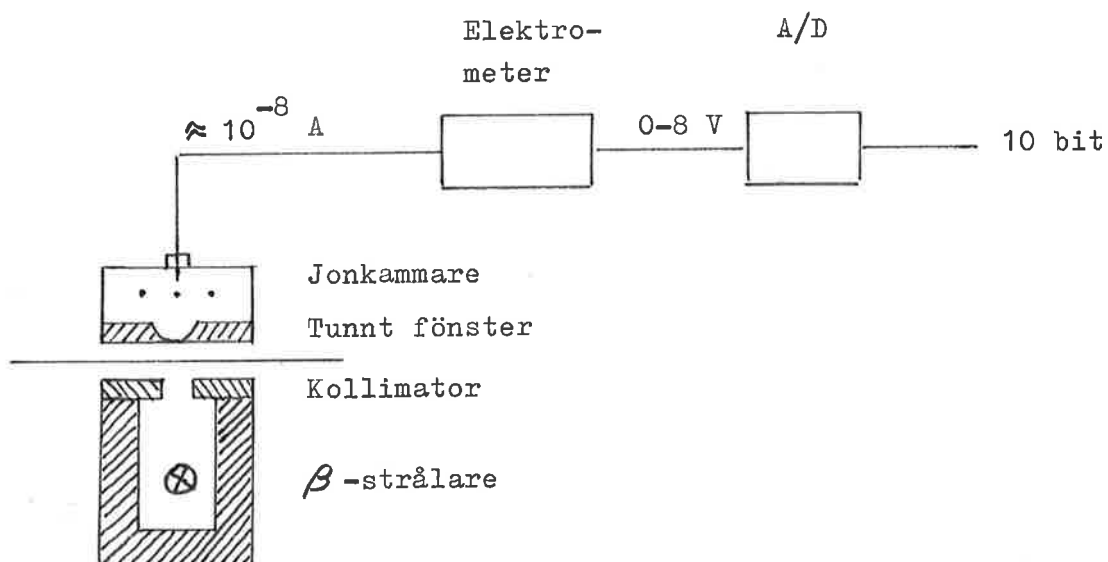


Data: Min maskinbredd: 2,5 m  
 Max " : 12,0 "  
 Scanner hastighet (max) : 19 m/min  
 " lägesnoggrannhet: 0,6 cm  
 " lutning (max) : 45 °

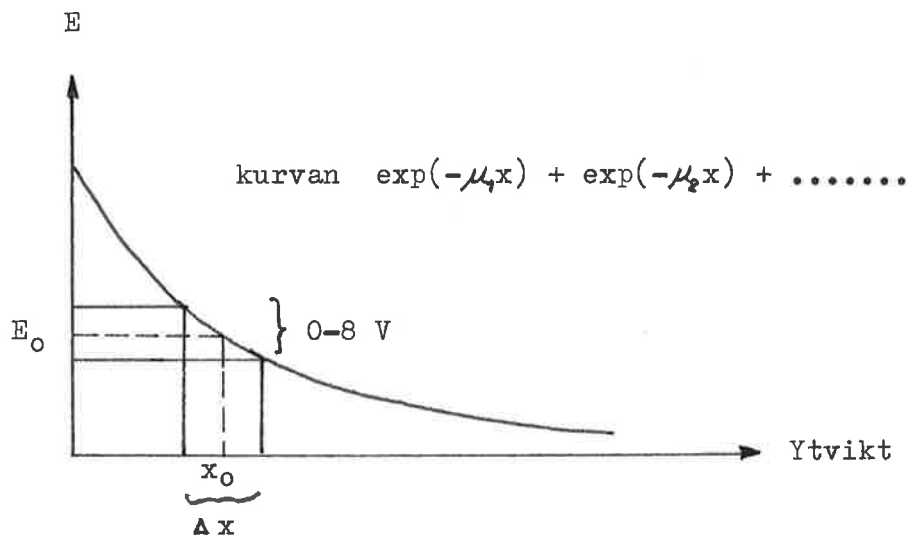
#### 4.4. Mätgivare

##### 4.4.1. Ytvikt

Principen framgår av figuren nedan.



Utsignalens beroende av ytvikten (totala):



Man gör en rätlinjig approximation kring  $x_0$ . Lutningen och  $E_0$  ligger sedan till grund för den fortsatta bearbetningen av utsignalen (finns i en produktkod). Man försöker att hålla ett litet  $\Delta x$ -värde, vilket höjer noggrannheten vid den senare A/D-omvandlingen.

Utsignalen  $E$  är i hög grad beroende på variationer i temperatur och smutsbeläggningar. Andra faktorer som inverkar är strållängden, partiklarnas spridning och sidoförskjutning. Åtgärder: temperaturen i mätgapet hålles 10-20 °C över omgivningens temperatur, genom en blåsanordning. Smutsen kalibreras bort, vilket sker 1-2 ggr i timman. Tvåpunktsmetoden: 1. Öppen slutare  
2. Stängd slutare

Dessutom kontrolleras mätbruset.

Data:

$\beta$ -strålarare	Intensitet	Luftgap	Mätområde
Kr <sup>85</sup>	500 mC	1,27 cm	8-1050 g/m <sup>2</sup>
Sr <sup>90</sup>	770 "	3,81 "	73-5867 "

Temperaturstabilitet:  $\pm 1,5$  °C

Luftens inverkan: mätgap 1,27 cm -- 0,05 g/m<sup>2</sup>  
" 3,81 " -- 0,15 "

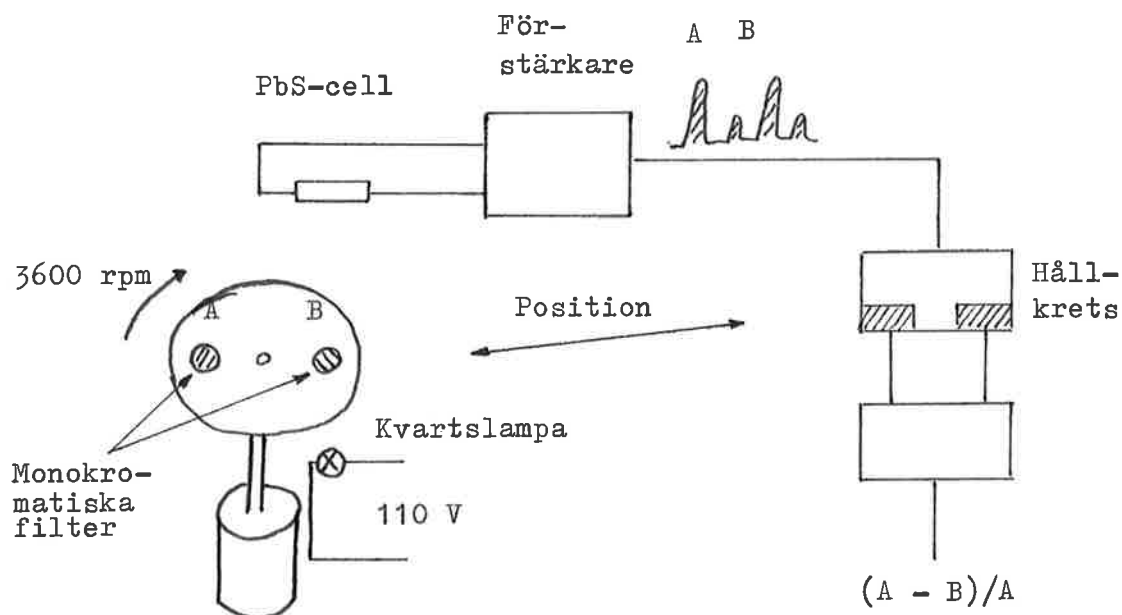
Mätnoggrannhet:  $\pm 0,1$  % av totalvikten

Dynamisk: 0,5 % av totalvikten på 2σ basis. Medelavvikelse mellan uppmätt värde på banan och erhållit värde vid mätning med våg.



#### 4.4.2. Fukt

Principfigur (IR-metoden)



För att undanröja variationer i likspänning jämföres ej A-B utan  $(A-B)/A$ , där A hålles konstant. Våglängd vid absorption av vatten, ca.  $1,9\mu\text{m}$ . Referensvåglängden är ca.  $1,8\mu\text{m}$ . På grund av spridningsfenomenet väljes våglängderna så närliggande som tekniskt möjligt (referensen är fast), därav de exakta värdena.

Anm. Vattenånga i mätgapet påverkar ej resultatet.

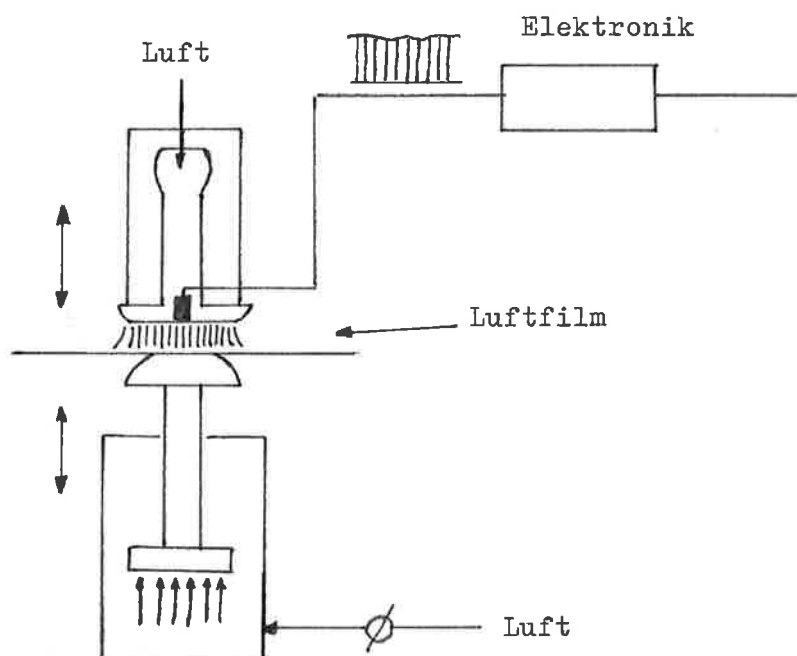
Data: Mätområde 0-- 20 % fukt

Noggrannhet: 0,1 %

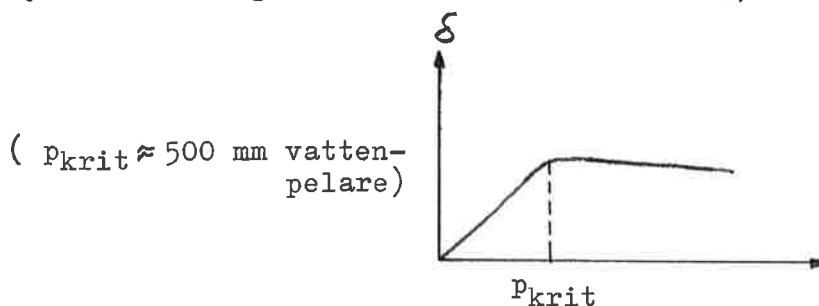
Dynamisk : 0,5 % på  $2\sigma$  basis.

### 4.4.3. Tjocklek

Här mäter man förändringen i den magnetiska reluktansen, figur.



Givaren har endast kontakt med papperet på en sida. Papperet ligger lätt an mot det undre mät huvudet, genom antingen ett litet undertryck eller övertryck. Luftfilmens tjocklek ( $\delta$ ) fås konstant då trycket överstiger ett visst kritiskt värde, se figuren nedan.



Man kalibrerar bort luftfilmens och smutspartiklarnas magnetiska motstånd och mäter således direkt papperets tjocklek.

Data: Max. maskinhastighet: 1300 m/min

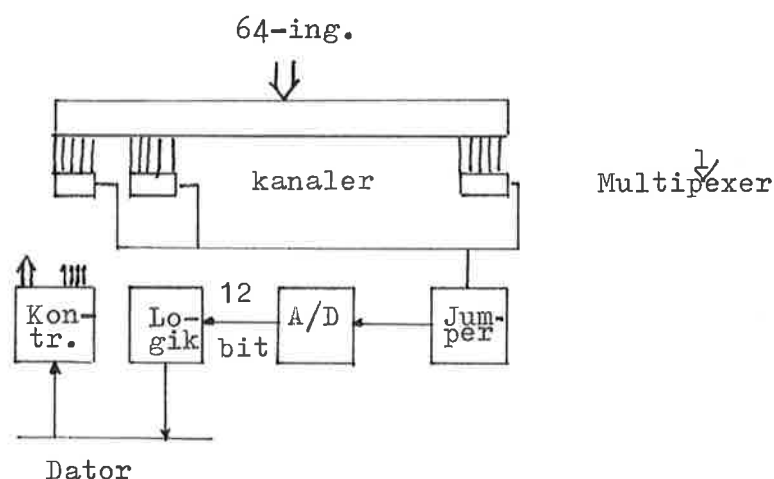
Mätområde	: 0-5 mm
Upplösning	: 0,001 mm
Noggrannhet 0-0,5 mm:	$\pm 0,0025$ mm
" >0,5 "	$\pm 0,5$ %
Dynamisk - $2\sigma$	: $\pm 2$ %

## 5. Systembeskrivning — Measurex.

Measurex levererar två datorbaserade styrsystem, benämnda 1000 och 2000. Det senare är en vidareutveckling av det första och har speciellt fått en modernare elektronik. Ett flexiblarare system har erhållits, vilket bl.a. gör det lätt att expandera. Kostnaden för ett bassystem av typ 2000 är ungefär 30 % större än för typ 1000, men den ökar långsammare vid en expansion. När det gäller antalet sålda system dominerar numera 2000-systemet och det kommer att beskrivas nedan. En översiktsfigur på in- gående delar ges på nästa sida.

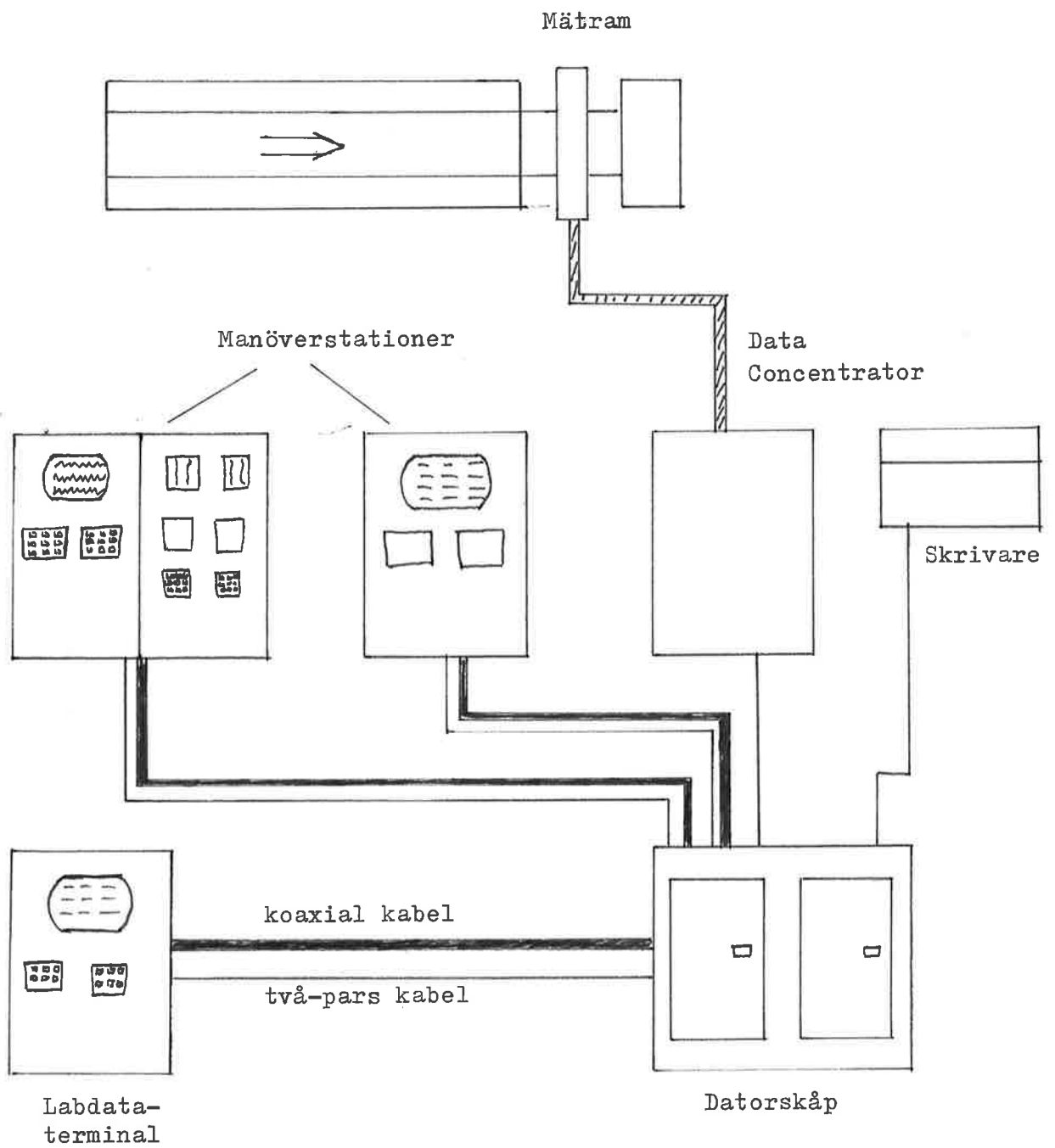
### 5.1. Datordelen

I datorskåpet ingår processdator, kasettbandspelare, videogene- rator, A/D-omvandlare samt serial interface. Centralenheten är i grundutförande en HP 2100, men den har delvis blivit ombyggd av Measurex. Kärnminnesutrymmet ligger på 32 k , 16 bits ordlängd. Cykeltid — 0,9 $\mu$ sek. Massminnet finns på kort om 16 k, kärnminnes- typ. Maximal kapacitet — 512 k. Normal åtgång — 100 k. All kom- munikation med periferienheter (mätram, skrivare etc.) sker över serial interface. Data kan överföras på max. 1200 meters avstånd, två-pars kabel. Hur analoga signaler behandlas visas bäst enligt figuren nedan.



1600 läsningar per sekund — ej random  
 200 " " " — random

Figur. Organisation av Measurex's processdatorsystem.



Videogeneratorn är en mikrodator. Innehåller PROM-minne på normalt 25 k.— instruktioner för organisation av bilden m.m. Med detta arrangemang sparar man kärnminnesutrymme och ökar snabbheten vid genereringen. En alfanumerisk bild skrivs ut på kortare tid än 250 millisekunder.

### 5.2. Data Concentrator

Inne håller elektronik för mätram och givare, en analog- och en logikdel. Data concentratorskåpet placeras i närheten av mätramen.

### 5.3. Manöverstation

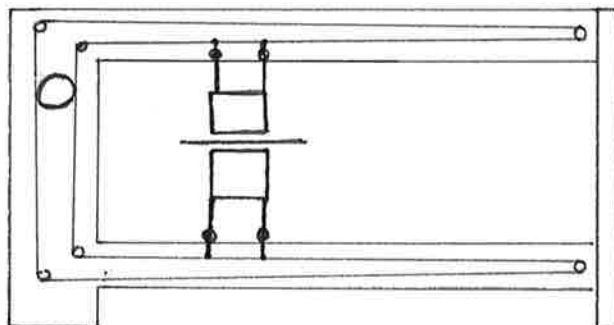
Tre olika modeller finns, alla med färgmonitar (sju färger). I varje manöverstation ingår minst en färgmonitor samt moduler för kommunikation med systemet. Dessutom kan två-pen skrivare ingå. Fyra grundmoduler levereras och minst två moduler fordras per manöverstation (max 8).

- a. In- och utläsning av data/bildväljare
- b. Automatisk/manuell kontroll
- c. Bildväljare
- d. In- och utläsning

Ett normalstort system kräver modulerna a och b, medan för större system tillkommer de andra modulerna. Olika funktioner framtages genom en-stegs adressering, d.v.s. varje tryckknapp innehåller en funktion. Då större antal funktioner finns inbyggda i systemet, används också två-stegs adressering (modul c). Inläsning av data sker med hjälp av en pekare (rektangel), vilken omsluter det värde som skall ändras. Alarmen visas på skärmens nedre del, rött blinkande. De display stationer som ansluts till systemet handhas från manöverstationen. Bilderna på skärmarna fås oberoende av varandra.

### 5.4. Mätram

Mätramen är uppbyggd kring I-balkar. En stegmotor driver en glasfiberförstärkt rem, varmed mät huvudena är fastsatta. De är försedda med gummihjul, som går på en skena. Den vertikala nedböjningen utjämnas genom användandet av principen hängbrokurvan. Figur.

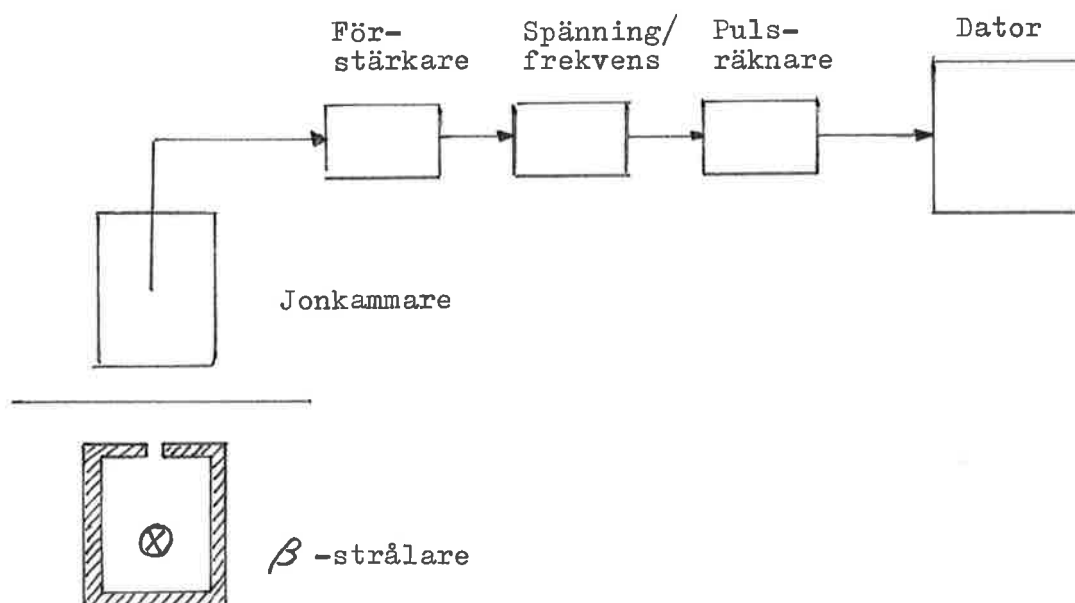


Vid traverserande mätning går mätgivarna av pappersbanan.

Data: Maximal maskinbredd	:	10 m
Scanner hastighet (max)	:	25 m/min
" horisontell lägesnoggrannhet	:	$\pm 0,001$ m
" vertikal	:	$\pm 0,0004$ m
" lutning (max)	:	$60^\circ$
" upplösning	:	0,0013 m

### 5.5. Mätgivare

#### 5.5.1. Ytvikt



Transmissionsgraden av  $\beta$ -partiklarna beror exponentiellt på den totala ytvikten och antalet pulser är direkt proportionell mot jonkammerströmmen. Följande algoritm gäller i princip efter linjärisering kring ett referensvärde.

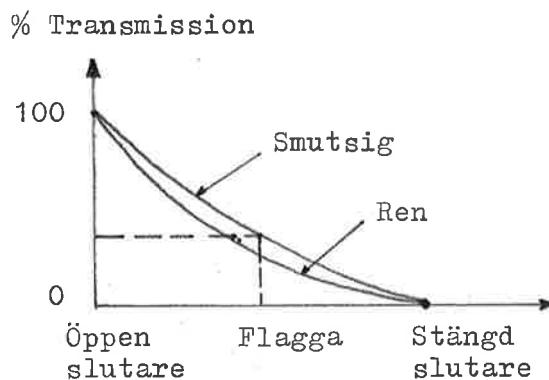
$$\text{Ytvikt} = \text{ytvikt}_{\text{ref}} - \frac{1}{\mu} \ln \frac{R - \Delta}{R_{\text{ref}}} + \text{korr. (temp, askhalt)}$$

R anger transmissionsgraden och  $\mu$  är riktningskoefficienten i referenspunkten.  $\Delta$  korrigerar för felet i samband med linjäriseringen. Den sista termen tar hänsyn till askhalten i papperet, % fyllnadsmedel, samt variationer i temperatur i mätgapet. Temperaturen mätes också kontinuerligt. I en datafil ligger nu dessa referensvärden och konstanter, som är specifika för en eller flera papperskvaliteter.

Vid kalibrering av kurvan använder Measurex en 3-punkts metod.

1. Öppen slutare (luft)
2. Stängd "
3. Flagga

Flaggan medger en tredje punkt, som ligger i mitten av det totala mätområdet. Figur.



Data. Mätgap: 0,65 cm

Mätområde för  $\text{Kr}^{85}$  (1000 mC) : 10- 500  $\text{g/m}^2$

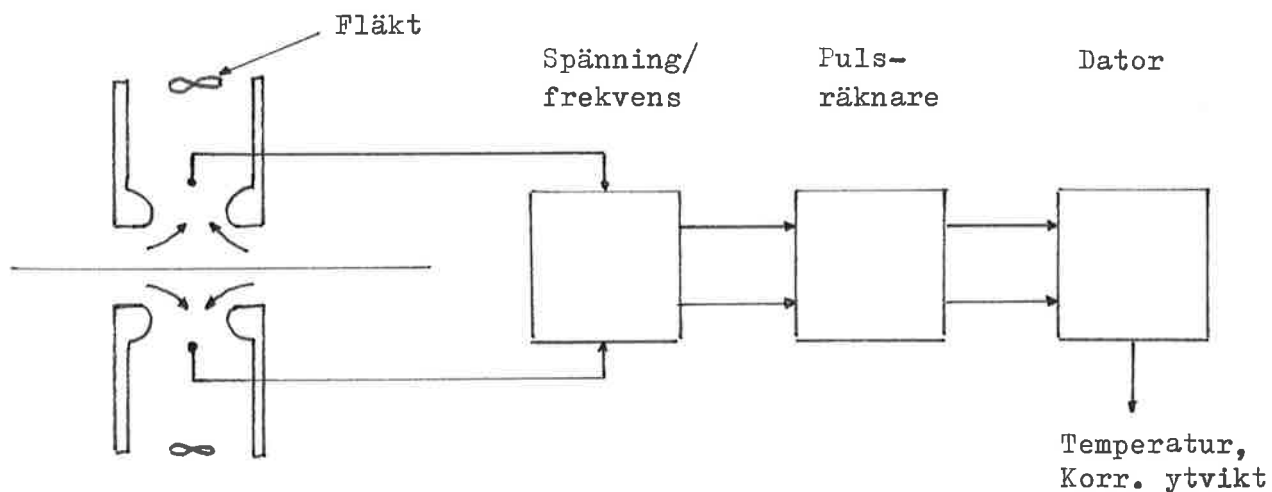
" "  $\text{Sr}^{90}$  : 100-5500 "

Temperaturens inverkan: 0,08  $\text{g/m}^2$  och  $^{\circ}\text{C}$ .

Mätnoggrannhet:  $\pm 0,1$  %

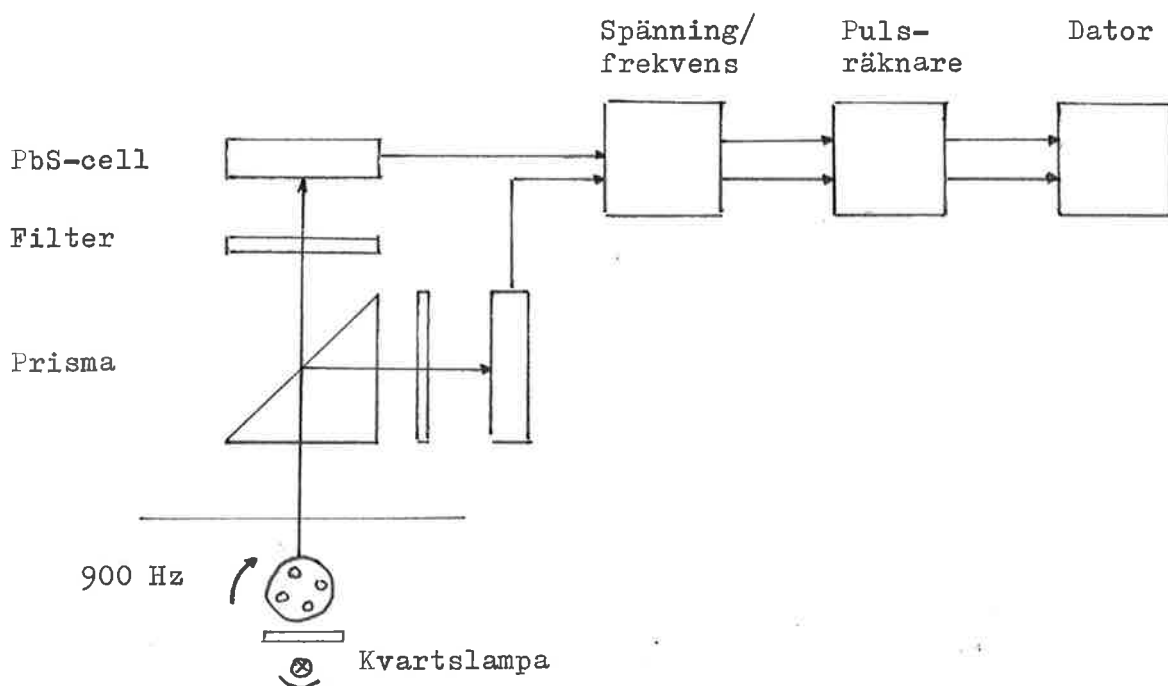
Dynamisk :  $\pm 0,25$  % av totalvikten. Medelavvikelse mellan uppmätt värde på banan och erhållit värde vid mätning med våg.

### 5.5.2. Temperatur



Som givare används termistorer. Datorn tar medelvärdet av de båda temperaturerna och som sedan kommer att ligga till grund för korrigeringen av ytvikten. Temperatur upp till 120 °C kan registreras.

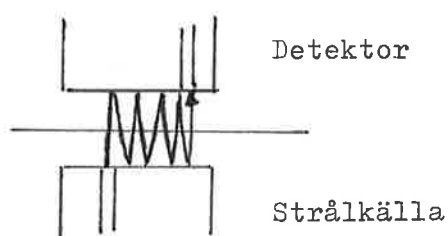
### 5.5.3. Fukt





Ljuspulsen grovfiltreras innan den passerar papperet. Kvartsprismat delar sedan upp den i en referensvåglängd ( $1,8\mu\text{m}$ ) och en absorptionsvåglängd ( $1,9\mu\text{m}$ ). Värdena är ungefärliga. Slutligen sker en finfiltrering innan energiinnehållet uppmätas i detektorn. Genom en speciell metod, reflektion mot kvartsfönster, fås ljuspulsen att passera papperet ett flertal gånger, vilket ökar känsligheten. Principfigur.

"Infinite random scattering"



Detektorerna är temperaturstabiliserade (peltiereffekten)

Algoritm:

$$MW = A \cdot R + B + C \cdot \exp(D \cdot R) + \dots + \text{korr. (temperatur)}$$

MW betyder absolut fukt

R " kvoten mellan energiinnehållet i våglängderna

A, B, C och D är konstanter

Då exponentialtermen och de efterföljande termerna inverkar mindre än 2 % på slutresultatet, fås i det närmaste ett linjärt samband.

Data. Mätområde för låga ytvikter: ca. 0 - 60 % fukt

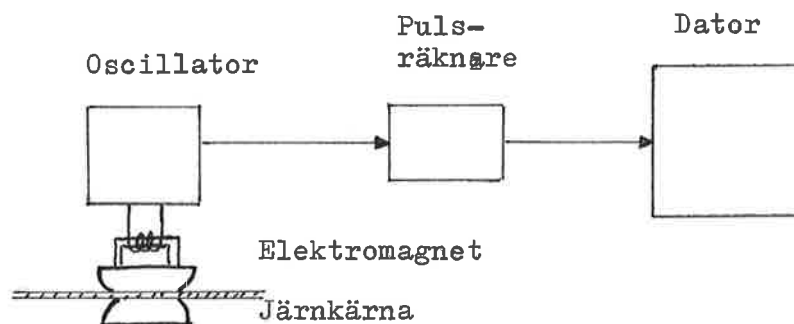
" " höga " : " 0 - 20 " "

Mät noggrannhet:  $\pm 0,1\%$  fukt eller 1 % av fuktvärdet

Dynamisk:  $\pm 0,25\%$  på 2 $\sigma$  basis

Temperaturskillnad mellan detektorerna:  $< 0,005\text{ }^{\circ}\text{C}$

#### 5.5.4. Tjocklek



Mätgivaren ligger lätt an mot papperet, med ett tryck mindre än 1 psi - 6,89 kilopascal. Man mäter förändringen i den magnetiska reluktansen. Mätytan eller järnkärnas diameter är ca. 2 cm.

Data. Mätområde: 50 - 650  $\mu$  m

Mätnoggrannhet:  $\pm 2\%$

Maximal maskinhastighet: 1050 m/min

## 6. Styrprogram

I bassystemet ingår ytvikts- och fuktreglering, sinsemellan avkopplade för att undanröja växelverkan. Total ytvikt, konditionerad eller torr ytvikt regleras med tjockmassaventilen, medan fuktinnehållet regleras med ångtrycket (sektionering av torkpartiet förekommer ibland och då fler än en mätram är installerad). En kombination av total och konditionerad ytviktsreglering inbegrips också i systemen. Gången i regleringen ges i nedanstående punkter och som även finns sammanfattad i figuren på nästa sida.

- a. Efter varje traversering beräknas profilmedelvärdet av ytvikt och fukt.
- b. Ärvärdet jämföres med börvärdet. Små fel ignoreras.
- c. En processmodell tar fram (predikterar) ett nytt fel, som kommer att ha en dynamisk karaktär. Modellen "vet" vad som är på väg genom maskinen och innehåller således algoritmer för transport- och mätvärdesfördröjningar, hastighetsförändringar etc.. Se vidare figur 1 på sidan 23.
- d. Beräkning av styrsignalens värde, öka/minska signaler. Innefattar en feed forward kontroll av ytvikt och fukt, dvs. en framräkning av deras inverkan på varandra.
- e. Slutligen sker en kontroll av tjockmassaflödet och ångtrycket, antingen över en analog regulator eller en DDC-loop.

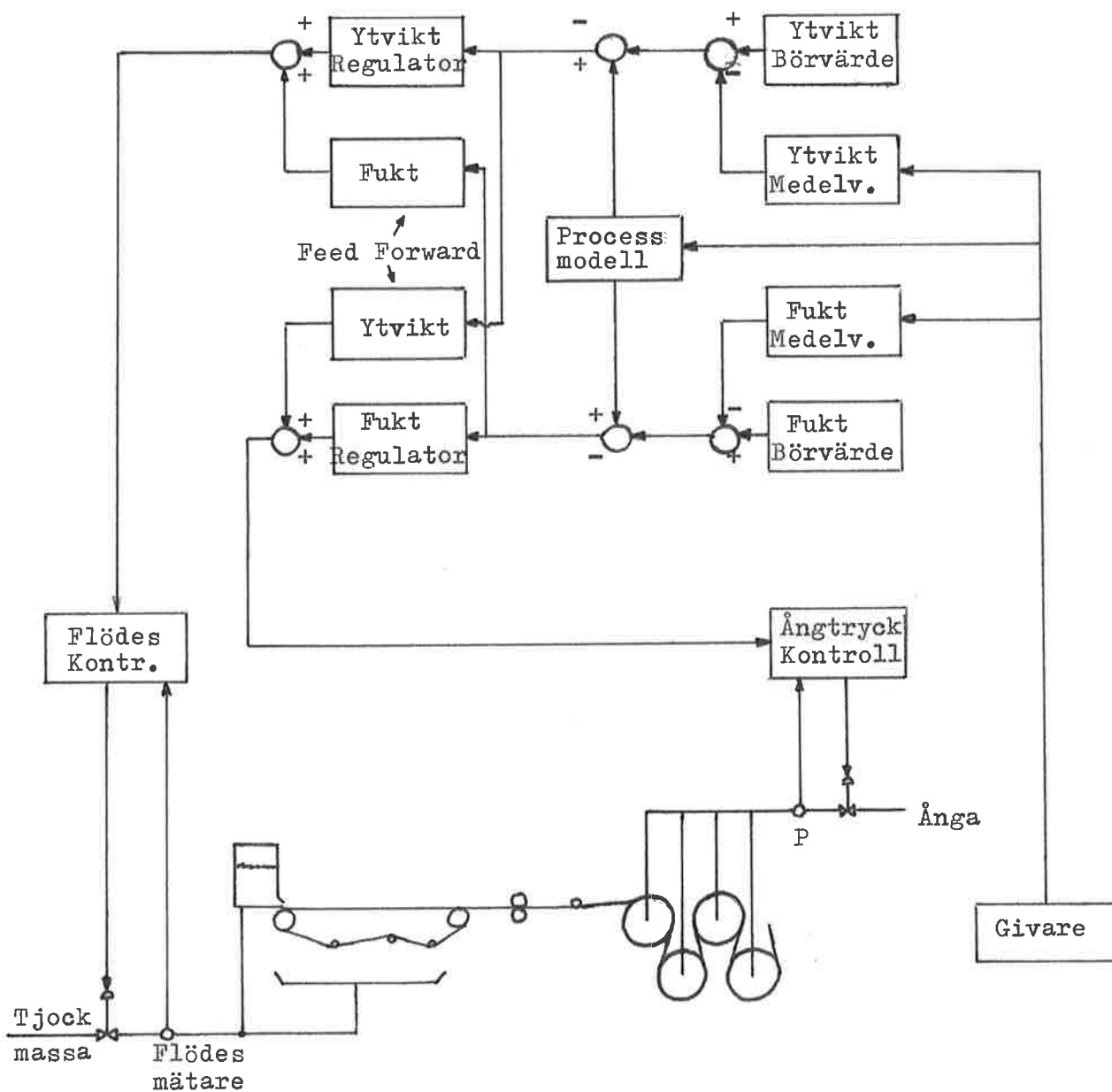
### Anmärkningar:

AccuRay använder sig av en metod som de kallar zonreglering. Punkten a. ovan får härvid ett något annorlunda utseende, se figur 2 på sidan 23. Pappersbanans bredd indelas i zoner, maximalt sex stycken och där varje zon innehåller en avgränsad mängd information. Profilmedelvärdet beräknas efter varje zon och fås från de zoner som sist täcker hela banbredden. Per traversering kan sålunda sex regleringgrepp göras, men inte oftare än var 15:e sekund.

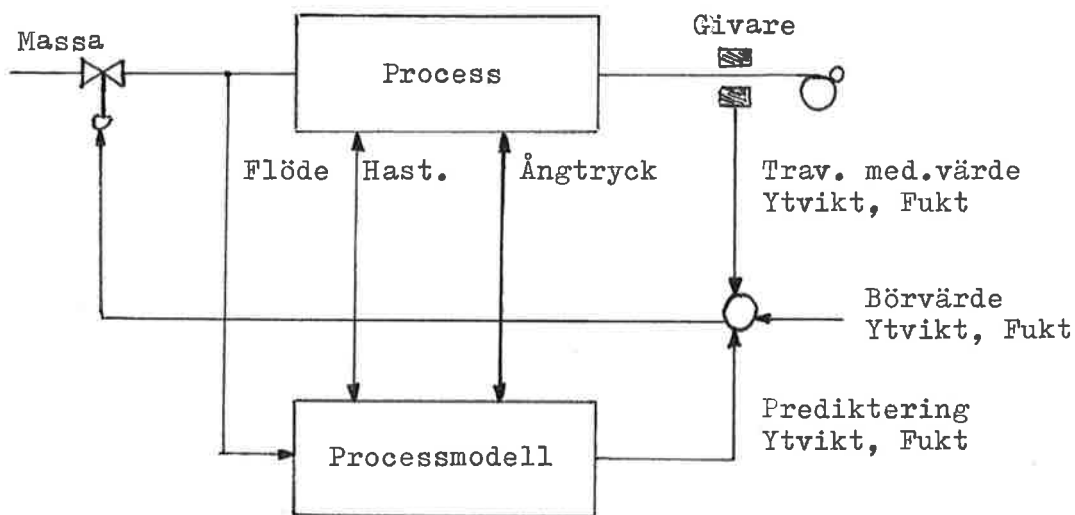
Measurex reglerar efter varje traverserings slut, men har i gengäld en snabbare traverseringshastighet än AccuRay (en faktor 0.6-0.7). AccuRay tillämpar digital styrning av tjockmassaventilen och börvärdesstyrning av ångventilen.

Measurex däremot tillämpar enbart digital styrning.

Figur. Ytvikts- och fuktreglering

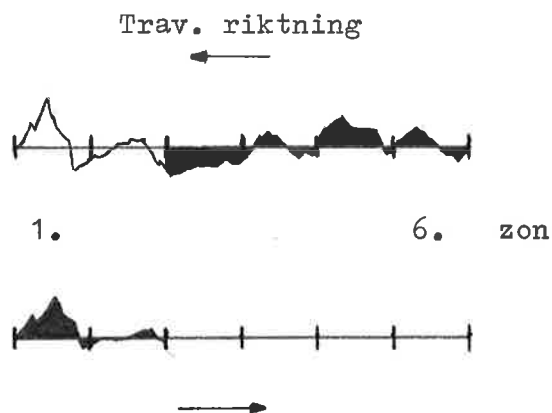
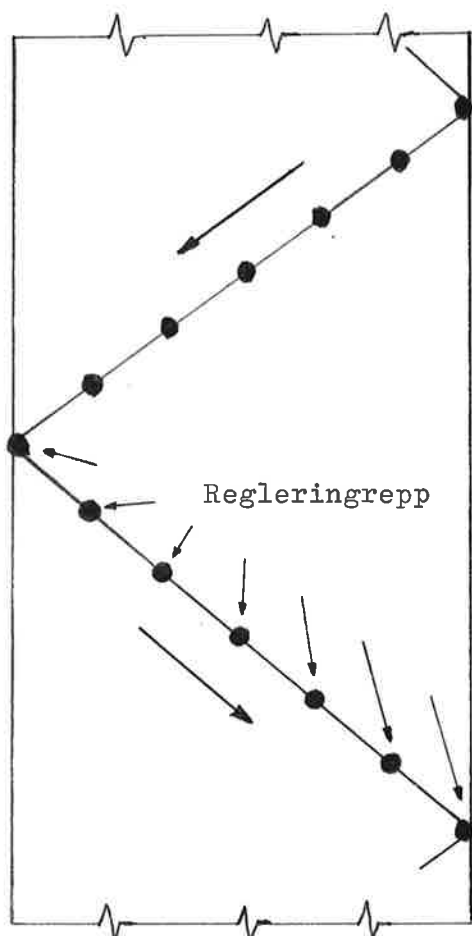


Figur 1. Processmodell



Anm. Med processmodell fås en snabb bortreglering av störningar, snabbare än då konventionell reglering tillämpas.

Figur 2. Zonreglering



Profilmedelvärdet beräknas utifrån den information som finns från:

	Zon	Zon	
Förra trav.	3-6	4-6	o.s.v.
Nya	"	1-2	1-3

Enl. ovan

Nedan följer en beskrivning av andra styrprogram.

Torrsubstansreglering. En feed forward kontroll av ytvikten, där koncentrationsstörningar i tjockmassaflödet bestäms relativt. Korta variationer i ytvikt och fukt bortjusteras.

Ångreglering vid avbrott resp. uppstart. Förhindrar överhettning av torkpartiet vid ett avbrott. Ramtid, steglängd och ångventilens läge kan fås olika allt efter papperskvalite.

Börvärdesoptimering. Med ledning av varje traverserings information om fuktiga stråk i banan eller låga punkter i ytvikten, rättas automatiskt börvärdet så att andelen av banan över en viss fuktnivå eller under en viss ytviktsnivå hålles konstant. Konstanter i produktkoden blir optimeringsgräns och optimeringskvot.

Inloppslådereglering. Medger stabilisering av våtändepartiet, och för maximalt två separata partier. Utloppsskillnad är bestämmande variabel och som styres med totaltrycket i lådan.

Measurex levererar också ett program för reglering av koncentrationen i inloppslådan.

Automatisk hastighetsändring. Medger störningsfri ändring av maskinhastigheten, dvs konstant ytvikt, fukt och utloppsskillnad bibehålles under rampfasen.

Hastighetsoptimering. Detta styrprogram används normalt då pappersmaskinen är torkpartibegränsad, i andra fall kan processen köras som om den vore det. Fukthalten regleras med tjockmassaventilen och ytvikten med maskinhastigheten. Vidare hålles utloppsskillnaden konstant.

Automatisk kvalitetsomställning. Medger helautomatisk övergång från en kvalitet till en annan, där ytvikt, fukt, hastighet och utloppsskillnad kan vara olika.

Övriga styrprogram som levereras: kvarnreglering, styrning av blås-anordning vid glättstapeln.

## 7. Ekonomiska aspekter

Processdatorsystemet betalas antingen kontant eller med ett leasingförfarande. Det senare fallet är vanligast, då kostnaden hänföres till produktionskostnader. Leasingtiden ligger på 6 - 9 år, en tid som är kortare än systemens livslängd. Därtill kommer en årlig kostnad för service och reservdelar.

I tabellen nedan anges närmevärden för priser, som AccuRay och Measurex upptar i sina offerter. På grund av konkurrensskäl är deras priser ungefär lika, varför en avrundning och jämkning har gjorts till att gälla för båda företagen. Likvärdiga system är Measurex's 2000 och AccuRay's 1180-S.

### Tabell

<u>Innehåll</u>	<u>Kostnad (kronor)</u>
Bassystem: Ytvikts-, fukt- och tjockleksmätare. Ytvikt- och fuktreglering. En manöverstation. Printer/plotter.	1 800 000
Extra manöverstation (färg monitor)	100 000
Extra s/v TV	40 000
Tomrsubstansreglering	35 000
Börvärdesoptimering	40 000
Inloppslådereglering	100 000
Automatisk hastighetsändring	30 000
Hastighetsoptimering	50 000
Automatisk kvalitetsomställning	130 000

Det ekonomiska utbytet av processdatorsystemet beror i hög grad på dess omfattning. Viktigt är också servicegraden, som påverkar tillförlitligheten för hela systemet. AccuRay och Measurex anger några riktlinjer över de förbättringar som en installation skulle innebära. En sammanfattning i punkter följer nedan.

#### a. Minskning i fiber- och ångförbrukning.

Reduktion i 2σ-spridning med en faktor 2 till 4. Detta leder till en minskning i ytviktsbörvärdet och en ökning i fuktens börvärde.

b. Produktionsökning.

En ökning i fukthalten och minskning i fiberåtgång ger direkt en produktionsökning. Som riktvärden kan anges 1 - 3 %. Hastighetsoptimering medger en ökning i maskinhastigheten på 3-10 %.

c. Reduktion i kvalitetsomställningstid.

d. Mindre mängd kasserat papper.