

Mätning och identifiering av dynamiken på torkepartiet i
en pappersmaskin.

Thomas Elfving

Thomas Hultberg

Ansvariga handledare:

Gustaf Olsson

Ivar Gustavsson

I N N E H Å L L S F Ö R T E C K N I N G

	Förord	1
1	Abstract	2
2	Datainsamling	3
2.1	Kort beskrivning av processen	3
2.2	Definition av problemet	4
2.2.1	Målsättning	4
2.2.2	Processtekniska problem	5
2.3	Mätningar	7
3	Analys	12
3.1	Teori	12
3.2	Bestämning av transportfördröjningen	15
3.3	Framtagning av systemmodeller	20
3.3.1	Mätserie 3; insignal flödesstörning, ut- signal ytviktsavvikelse	21
3.3.2	Mätserie 3; insignal flödesstörning, ut- signal fukthalt	22
3.3.3	Mätserie 5; insignal ångstörning, ut- signal ytviktsavvikelse	24
3.3.4	Mätserie 5; insignal ångstörning, ut- signal fukthalt	26
3.3.5	Mätserie 6	29
3.4	Simulering	30
4	Resultat och diskussion	36
4.1	Resultat	36
4.2	Diskussion av resultaten	36
4.3	Slutord	37
	Referenser	39
	Bilaga 1: PTB-Thomas	
	Bilaga 2: Program BILLERUD	

Bilaga 3: Program KNATTE

Bilaga 4: Mätserie 6

Appendix I: Placering av data på hålkort

Appendix II: Konvertering och redigering av data

Appendix III: Beskrivning av identifieringsprogrammet

ADA

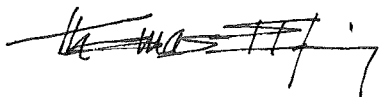
Appendix IV: Beskrivning av simuleringsprogrammet

HUBERT

FÖRORD

Denna skrift utgör rapport över examensarbete i reglerteknik utfört för Gruvöns Bruk, Billerud AB, Grums, av undertecknade tiden februari - augusti 1969. Vi tackar den personal vid Gruvöns Bruk, som varit oss behjälplig vid genomförandet av mätningarna, våra handledare universitetslektor Gustaf Olsson och forskningsingenjör Ivar Gustafsson för deras värdefulla råd och anvisningar samt övrig personal vid Institutionen för Reglerteknik vid Lunds Tekniska Högskola.

Lund i augusti 1969



Thomas Elfving



Thomas Hultberg

1. ABSTRACT

This report presents measuring and identifications of the process in papermachine PM4 Gruvöns Bruk, Grums.

Our intension was, except the measuring itself, to improve, if possible, the system model now used for process control with an IBM 1710 system.

The measurings were accomplished during the last two weeks of February 1969, and included six series of about 2000 samples each using a sampling interval of 0.001 h. The outputs basis weight and moisture were recorded on data cards together with the inputs mass flow and steam pressure while perturbing the inputs. The collected information was later transferred to tape in order to enable a rational identification of the system models.

The identifications with the four possible combinations of one input - one output performed resulted in good models with the input mass flow, but with steam pressure as input the models turned out to be of less significance, much owing to the small disturbances allowed.

Identifications of two inputs - one output models were not completed since the smallness of the disturbances of the steam pressure became further more evident than during identification of the one input - one output models.

2. DATAINSAMLING

2.1. Kort beskrivning av processen.

PM4 är en maskin med fem torkgrupper som producerar kraftpapper till cirka 50 000 ton per år. Säckpapper med en ytvikt mellan 60 och 140 g/m² produceras och är till största delen oblekt. Maskinhastigheten varierar från 200 till 370 m/min. Pappersbanans bredd är approximativt 5.3 m. Processen styrs av en processdatamaskin, IBM 1710. Det avsnitt av processen som studerades återfinns i figur 1 nedan.

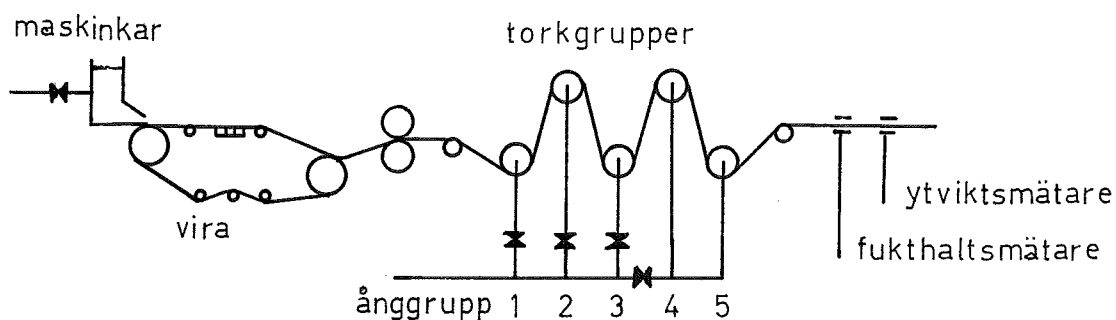


Fig 1. Schematisk bild av processen.

Pappersmassan tillförs maskinkaret från kokeri. Massaflödet till viran kan regleras med en ventil före maskinkaret enligt figur 1. På viran, som består av ett finmaskigt bronsnät, borttages cirka 80% av vattnet, varefter pappersbanan går genom torkpartiet. Detta består av 5 grupper torkcylindrar, om vardera 5 cylindrar, som värms med ånga. Ångtrycket i grupperna 1 - 3 hålles konstant medan det regleras i 4 och 5. Efter att ha passerat torkpartiet håller pappret en fukthalt mellan 5 och 9% och rullas upp på haspel.

Fukthalt och våt ytvikt mäts efter sista torkgruppen. En kapacitiv givare registrerar fukthalten medan den våta ytvikten mäts med en β -strålnare. Mer om detta återfinns i kapitel 2.2.2.

2.2. Definition av problemet.

2.2.1. Målsättning.

Vårt arbete består i princip av två huvuddelar: insamling av data och identifiering.

Vid datainsamlingen eftersträvades i första hand en komplett serie dvs tre mätserier på en papperskvalitet där störning insatts på dels massaflödet, dels ångtrycket i ånggrupp 4 och dels en serie med samtidig störning av dessa bägge in-signalerna. I andra hand skulle så många mätserier som möjligt genomföras.

Vid identifieringen var avsikten att undersöka om det ur våra data var möjligt att ta fram en bättre systemmodell för reglering av papperskvaliteten än den nu existerande. Önskemålet är nämligen att minska de kvalitetsbestämmande storheternas varians, för att därigenom kunna sänka deras medelvärden närmare kvalitetsgränsen med bibehållen eller sänkt kassationsprocent. Se figur 2.

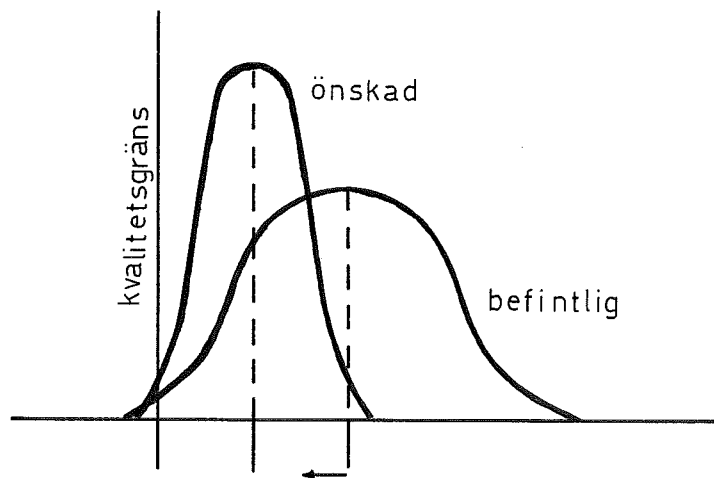


Fig 2. Sänkning av medelvärdet genom minskad varians.

Den vinst, som skulle göras, om medelvärdet kunde sänkas, blir betydande då man tar årsproduktionen och den överkvalitet man nu tvingas hålla i betraktande.

2.2.2. Processtekniska problem.

Ytvikten mättes enligt ovan med hjälp av en betastrålare. På grund av dess funktion är de mätvärden som erhålls, ytvikten hos papper med en viss procent vatten, och kallas därför den våta ytvikten. Vatten och pappersmassa absorberar ungefär lika mycket betastrålning, varför den på detta sätt registrerade ytvikten är starkt kopplad till fukthalten, så att ökad fukthalt medför ökad ytvikt. Den torra ytvikten, dvs papper som torkats till 0% fukt är däremot naturligtvis helt oberoende av fukthalten.

För att fortlöpande kunna registrera den torra ytvikten måste man alltså på något sätt även mäta fukthalten. Detta görs med en kapacitiv givare. Denna registrerar alltså ändringar i kapacitans vid införande av ett dielektrikum. Vatten påverkar kapacitansen, men tyvärr, så ändrar även pappersmassa kapacitansen om ej i lika stor utsträckning. Vi får alltså även här en koppling mellan våra utsignaler, så att ökad ytvikt medför ökad (registrerad) fukthalt.

Prov ur pappersbanan tages med jämna mellanrum för att bestämma olika egenskaper hos papperet. Den torra ytvikten uppmättes härvid och sätts i relation till den våta ytvikten, den önskade ytvikten, aktuell fukthalt samt den önskade fukthalten för att kontrollera om mätgivarna ger rättvisande utslag och om nödvändigt justera det i datamaskinens minne lagrade börvärdet för den våta ytvikten. När vi i fortsättningen talar om utsignalen ytvikt menar vi den registrerade våta ytviktens avvikelse från börvärdet och vi menar registrerad fukthalt då vi skriver fukthalt, om inte annat anges. De båda mätinstrumenten sitter monterade i en enhet, som kan traverseras, dvs förflyttas i sidled längs pappersbanan. Under registrering står den stilla på samma ställe, men med ungefär en halvtimmes intervall traverseras den ut till sidan av pappersbanan för rengöring med tryckluft. Varje rengöring tar cirka 10 samplingsintervall, dvs omkring 40 sek. Under denna tid avbryts mätningen och det senast erhållna värdet före traverseringen registreras under hela rengöringen tills mätgivarna åter träder i funktion. Dessa konstanta värden kan

spåras i plottdiagrammen över utsignalerna i kapitel 3.4. De bägge mätarna fungerar ju genom att pappersbanan löper genom ett luftgap mellan givare och mottagare. Då man betänker att pappersbanan är cirka 5 m bred och rör sig med omkring 7.5 m/s inser man att den väldigt lätt kan börja fladdra. Detta är speciellt besvärande vid fukthaltsmätaren då luftspalten på ömse sidor om pappersbanan ändras, varigenom kapacitansen kan variera oberoende av fukthalten. Eftersom det är lättare att torka ett fuktigare papper än ett något torrare blir fukthalten som funktion av ångtrycket olinjär. Se figur 3.

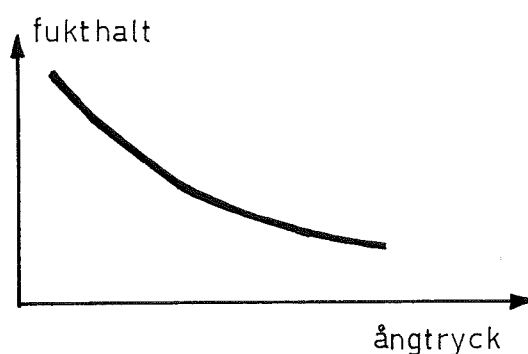


Fig 3. Fukthalten olinjär funktion av ångtrycket.

Denna olinjäritet medför att fukthalten har en tendens att driva mot den fuktiga sidan. Enligt ovan kommer alltså även ytvikten att driva något. Däremot föreligger ingen olinjäritet för ytvikt vid variation av massaflödet.

Torkningen av papperet sker över stålcyndrar, som inifrån uppvärms med ånga. Vid ändringar i ångtrycket kan man nå mätning i en cylinder. Detta resulterar i en kondenserad vattenfilm på cylinderns insida. Utan vattenfilm ger en tryckökning en proportionell temperaturökning, då ångan är av 100% kvalitet. Med vattenfilm åtgår först en del värme för att förånga vattnet varför den motsvarande temperaturökningen blir mindre och reaktionen blir långsammare. Vattenfilmen förorsakar även att värmegenomgångstalet blir lägre och vi får en större tidskonstant. Härvid kommer parametrarna i systemmodellen att ändras och denna är med andra ord tidsvariant. På grund av kopplingen mellan fukthalt och ytvikt kommer även modellen ångtryck - ytvikt att vara tidsvariant.

2.3. Mätningar.

Såsom framgått ovan koncentrerade vi oss på de bägge insignalerna massaflöde och ångtrycket i torkgrupp 4, och utsignalerna ytvikt och fukthalt. En tidigare undersökning har arbetat med massakoncentrationen som insignal i stället för flödet (ref nr 3), varför vi valde det senare för att se om större signifikans i utsignalens avvikelser kunde åstadkommas på detta sätt.

På grund av kopplingen mellan mätvärdena för ytvikt och fukthalt eftersträvades tre mätserier på varje papperskvalitet; en serie med störning på massaflödet, en med störning på ångtrycket i torkgrupp 4 samt en med samtidig störning på båda insignalerna. Förutom de här omtalade mest intressanta signalerna registrerade vi tiden och 12 andra signaler för att om möjligt kunna få en förklaring på eventuella underligheter i data vid den följande analysen. Samtliga signaler registrerades vid varje samplingsintervall och lagrades på skivminne, varifrån de överfördes på hålkort. För noggrannare beskrivning angående placering på hålkort, se Appendix I.

Två olika papperskvaliteter studerades, nämligen vanlig säck och extensa. Tillverkningen av extensa skiljer sig från tillverkningen av vanlig säck genom att en bromsad gummivals, kallad expandavalsen, ansättes mot pappersbanan och en stålvals mellan tredje och fjärde torkgruppen, varvid papperet sträcker. För att möjliggöra denna sträckning måste papperet efter tredje torkgruppen vara våtare än vid vanlig säck och detta medför att ångtrycket måste hållas högre i torkgrupperna 4 och 5. Ytvikten var 80 g på den studerade extensan och cirka 70 respektive 90 g på säcken. Den nominella fukthalten (=börvärdet) var för den vanliga säcken 6 respektive 6.5% och för extensan 5%. I nedanstående tabell, figur 4, framgår vilka mätserier som utfördes.

Förklaringar och kommentarer till tabellen meddelas i det följande.

Mätserie	Datum	Start kl	Slut kl	Kvalitet	Ytvikt g/m ²	Fukthalt %	Störning	Amplitud	Startriktning	Pert. prog
1	11.2	15.319	17.928	Extensa	80	5	Flöde	1 slew	Uppåt	Olle
2	11.2	20.385	22.974	Extensa	80	5	Flöde	1 slew	Uppåt	Olle
3	12.2	21.661	23.766	Säck	72-74	6.5	Flöde	1 slew	Uppåt	Thomas
4	13.2	02.029	04.100	Säck	74	6.5	Anga	1 slew	Uppåt	Thomas
5	17.2	15.604	18.063	Extensa	80	5	Anga	2 slew	Uppåt	Thomas
6	20.2	12.736	14.839	Säck	90	6	Flöde	1 slew	Nedåt	Thomas
							Anga	2 slew	Nedåt	Thomas

Fig 4. Tabell visande utförda mätserier.

Två olika samplingsintervall fanns att tillgå, nämligen 1/100 och 1/1000 timme. Då den kortaste transportfördröjningen miss-tänktes vara mindre än 36 s, samt då tidigare mätningar gjorts med 36 sekunders samplingsintervall, valdes det kortare, dvs 3.6 s.

De störssignaler som utsändes bestod av pulser, som åstadkom stegvisa förändringar av börvärdet hos den störda insignalen. Pulsernas frekvens styrdes av ett i datamaskinen lagrat perturbationsprogram; varannat steg uppåt och varannat nedåt. Den störda insignalen kom härvid att bli en fyrkantvåg med perturbationsprogrammets frekvens och stegens amplitud. (Se figur 26). Denna amplitud kunde väljas inom en given standard. Den minsta enhetspulsen benämns "1 trim", och 5 trim utgör "1 slew". De numeriska värdena på dessa amplituder varierar beroende på vilken signal som störs. I regel användes 1 slew, men vid störning av ångtrycket användes 2 slew under mätserie 5 och 6 (se figur 4).

På grund av den ovan nämnda olinjäriteten i förhållandet fukthalt - ångtryck, råkar man ut för att fukthaltens medelvärde driver mot den fuktiga sidan. För att kompensera för detta fanns möjlighet att läsa in en teckenjustering och på så sätt ändra stegens riktning och få två på varandra följande steg åt samma håll (se plottdiagram i kapitel 3.4)

Denna teckenjustering automatiserades sedermera så att den sköttes enbart genom att en vipa på manöverbordet slogs om då teckenväxling önskades.

Under mätserie 6, då båda insignalerna stördes samtidigt, uppstod vissa problem med att korrigera för drift, då det var omöjligt att vända endast den ena störpulsens riktning. Detta löstes genom att den ena signalens störning avbröts under den tid som behövdes för att vända den andra pulsen. Resultatet av detta förfarande framgår av plottdiagrammen i bilaga 4.

Under mätserie 1 och 2 användes ett befintligt perturbationsprogram, i det följande kallat PTB-Olle, som dock hade den svagheten att den negativa pulsen alltid kom exakt mitt emellan föregående och efterföljande positiva puls. Detta medför att varje störningsperiods medelvärde är noll. Dessutom varade programmet under endast 1000 samplingsintervall, varför det kördes minst

två gånger under varje mätserie. Vid de följande mätserierna användes därför ett annat perturbationsprogram, i det följande kallat PTB-Thomas. I detta program placerades pulserna slumpvis för att tillse att alla frekvenser blev representerade samt att medelvärdet blev skilt från noll. Programmet gjordes även tillräckligt långt för våra behov (cirka 2600 intervall). Perturbationsprogrammet finns i bilaga 1. Vid konstruktionen av PTB-Thomas användes en sinustabell där vi lät de två sista siffrorna i en kolumn representera de samplingsintervall, under vilka ingen störpuls utgick.

Totala mängden av insamlade data lagrades på cirka 30 000 hålkort. För att rationellt kunna bearbeta dessa data lästes de först över på en tape, kallad Grums med nummer 1047, som direkta kortbilder, och sedan från Grumstapen via redigering in på en annan tape, kallad Billerud med nummer 898. Bägge dessa tape finns med respektive arkivnummer vid Uppsalas Datacentral. Det program som överför data från Grumstapen till Billerudstapen heter BILLERUD och återfinnes i sin helhet i bilaga 2. För noggrannare studier om konvertering och redigering, se Appendix II. På grund av att PTB-Olle användes i mätserie 1 och 2, samt att mätserierna 3, 4 och 6 utgör den önskade fullständiga mätningen av en och samma papperskvalitet, lästes dessa in på Billerudstapen.

Vid identifieringsarbetet på mätserie 4 framkom något som vi hade misstänkt under datainsamlingen. Torkaren hade alldeles efter mätseriens början slagit ifrån vår störsignal då han uppenbarligen var rädd att papperet skulle få fel fukthalt om vår mätserie fick fortsätta. Hans vidare ingrepp under serie 5 och 6 förhindrades därför. Då nu serie 4 förlorat sitt värde för oss lade vi med ett avsnitt av BILLERUD upp mätserie 5 på Billerudstapen. Denna senare mätserie är dock på extensa, varför vi inte lyckades få en komplett serie på en papperskvalitet. Det senare Billerudprogrammet återfinns i bilaga 2.

De mätserier på vilka identifiering har utförts är sålunda 3, 5 och 6. Mer om detta i kapitel 3.3.

På tape Billerud lades signalerna ordnade i filer med samtliga mätvärden av en variabel från en mätserie ordnade i kronologisk följd i varje fil. Enligt ovan tas alltså 16 filer i anspråk för vardera mätserierna 3 och 4, 17 filer för mätserie 6 samt 16

filer för mätserie 5. Vissa signaler hade lagrats med teckenbitar enligt någon internkod på 1710:an, dessa teckenbitar tolkades och ersattes med tecken. Insignalerna lagrades av 1710:an i form av de pulser som beskrivits ovan, och dessa konverterades i samband med överläsningen på tape Billerud till den fyrkantvåg den verkliga störsignalen utgjorde. För vidare information om redigering och konvertering, se Appendix II.

3. ANALYS

3.3. Teori.

Identifieringsproblemet är att hitta en uppskattning av parametrarna i systemmodellen

$$A^*(q^{-1}) y(t) = \sum B_i^*(q^{-1}) u_i(t) + \lambda C^*(q^{-1}) e(t) \quad (1)$$

då in- och utsignalvärdena är givna i samplingspunkterna. Skiftoperatoren q definieras av

$$qx(t) = x(t+1) \quad (2)$$

Polynomen i (1) är definierade av

$$\begin{aligned} A(q) &= 1 + a_1q + \dots + a_nq^n \\ B_i(q) &= b_{i0} + b_{i1}q + \dots + b_{in}q^n \\ C(q) &= 1 + c_1q + \dots + c_nq^n \end{aligned} \quad (3)$$

Att B-polynomet har index i beror på att identifieringen i mätserie 6 utföres för två insignaler mot en utsignal.

Vi antar att systemet är stabilt, observerbart och styrbart, dvs $A(q)$ och $C(q)$ har samtliga nollställen innanför enhetscirkeln och att A-, B- och C-polynomen saknar gemensamma nollställen.

Problemet är alltså att identifiera ett linjärt samplat dynamiskt system med störningar i form av vitt brus. Detta är uppenbart om vi betraktar

$$y(t) = \sum \frac{B_i^*(q^{-1})}{A_i^*(q^{-1})} u_i(t) + \lambda \frac{C^*(q^{-1})}{D^*(q^{-1})} e(t) \quad (4)$$

Störningarnas spektraltäthet ges av

$$\Phi_y = \lambda^2 \frac{C(q) C^*(q^{-1})}{D(q) D^*(q^{-1})} \quad (5)$$

Ur (1) följer att residualerna ($\varepsilon(t)$, $t = 1, 2, \dots, N$), som definieras genom

$$C^*(q^{-1}) \varepsilon(t) = A^*(q^{-1}) y(t) - \sum_{i=1}^N B_i^*(q^{-1}) u_i(t) \quad (6)$$

är oberoende och $\varepsilon \sim N(0, \lambda)$. Logaritmen av sannolikhetsfunktionen blir då

$$L = - \frac{1}{2\lambda^2} \sum_{t=1}^N \varepsilon^2(t) - N \log \lambda + \text{konstant} \quad (7)$$

Att maximera denna funktion är ekvivalent med att minimera förlustfunktionen

$$V(\theta) = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^N \varepsilon^2(t) \quad (8)$$

där θ är kolonnvektorn $(a_1 \dots a_n, b_{11} \dots b_{1n}, \dots, b_{m1} \dots b_{mn}, c_1 \dots c_n)$.

När $\hat{\theta}$, som gör $V(\hat{\theta})$ så liten som möjligt, hittats blir maximum likelihood uppskattningen av λ

$$\hat{\lambda}^2 = \frac{2}{N} V(\hat{\theta}) \quad (9)$$

För att minimera förlustfunktionen används en kombinerad iterativ metod:

$$\theta^{k+1} = \theta^k - \alpha (V_{\theta\theta}(\theta^k))^{-1} V_{\theta}(\theta^k) \quad (10)$$

där $V_{\theta} = \text{grad}V(\theta)$
 $V_{\theta\theta} =$ matrisen av partiella ändraderivator av $V(\theta)$
 $\alpha =$ skalfaktorn

Differentiering av (8) ger

$$\frac{\partial V}{\partial \theta_i} = \sum_{t=1}^N \epsilon(t) \frac{\partial \epsilon(t)}{\partial \theta_i} \quad (11)$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial \theta_i \partial \theta_j} = \sum_{t=1}^N \frac{\partial \epsilon(t)}{\partial \theta_i} \cdot \frac{\partial \epsilon(t)}{\partial \theta_j} + \sum \epsilon(t) \frac{\partial^2 \epsilon(t)}{\partial \theta_i \partial \theta_j} \quad (12)$$

Första termen i HL i (12) kallas den approximativa och hela (12) den exakta andraderivatan. Approximativa andraderivatan användes vid de första iterationerna för att garantera konvergens. Nära minimat används exakta andraderivator. Som startvärde sättes $c_i = 0$, $i = 1, 2, \dots, n$ och vi får en minsta-kvadratskattning av a_i och b_{ij} i första steget. Som synes i (1) är någon transportfördröjning ej medtagen i modellen utan detta ordnas genom att skifta data, så att sammanhörande in- och utsignalsamplingar erhålles. För att förenkla programmet sätts $b_{i0} = 0$, vilket ej är någon specialisering då det bara innebär att transportfördröjningen ökar en enhet.

Identifieringen utföres för ökande ordningstal och en F-test utföres, där 0-hypotesen är att systemet är av n:te ordningen. Då har

$$F_{n+k,n} = \frac{V_n - V_{n+k}}{V_{n+k}} \cdot \frac{N - (m+2)(n+k)}{(m+2)k} \quad (13)$$

En F-fördelning med frihetsgraderna $((m+2)k, N - (m+2)(n+k))$, där N =antal samplingar och m =antal insignaler. Med stora N går $(m+2)k \cdot F_{n+k,n}$ mot en χ^2 -fördelning med $(m+2)k$ frihetsgrader. Om vi då testar en modell av ordning $(n+1)$ med en insignal mot en modell av ordning n på 5%-nivån, och testkvantiteten blir större än 2.6, så är systemordningen åtminstone $(n+1)$. För ytterligare information se ref. nr 2.

3.2 Bestämning av transportfördröjningen.

Som omtalats i kapitel 3.1 måste data skiftas på grund av transportfördröjningen så att om k (= transportfördröjning) är 5 skall insignalen vid tiden t identifieras mot utsignalen vid tiden $(t+5)$. Vi måste alltså först bestämma k -värdet för att kunna använda identifieringsprogrammet. Vi hade att bestämma två olika transportfördröjningar dels från flödesstörning dels från ångstörning. Med hjälp av plottningar av in- och utsignalerna kunde vi mäta oss fram till ungefärliga k -värden, och med kännedom om processen kunde något så när kvalificerade bedömningar göras. Detta för att bestämma rimliga intervall inom vilka respektive k måste ligga.

Inom dessa intervall gjordes identifieringar av modellen (1) kapitel 3.1 över endast 700 samplingsintervall. Genom att rita förlustfunktionen som funktion av k får man en kurva som har minimum för det riktiga k -värdet. Detta minimum är emellertid flackt och ofta uppträder dessutom två minima. För att göra bestämningar säkrare och för att eliminera eventuella missvisande minima utnyttjades en subrutin, LSIRM, som identifierar en modell enligt

$$y(t) = B^*(q^{-1})u(t) + \lambda e(t) \quad (1)$$

Koefficienterna identifieras enligt minsta kvadratmetoden. PTB-Thomas ger ju en puls vid samplingstillfälle 1 och vi identifierar koefficienterna i B -polynomet och får då små värden på koefficienterna ända tills pulsen hunnit påverka utsignalen. Man kan då rita koefficienterna i B -polynomet som funktion av tiden och får en figur enligt nedan. Dessa koefficienter utgör skattningar av impulssvaret i diskreta tidpunkter.

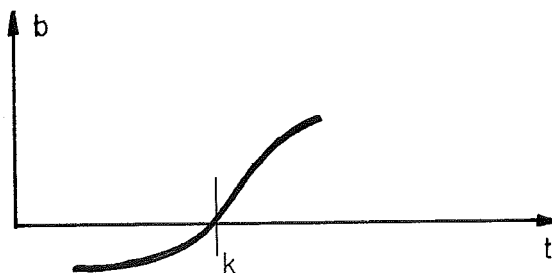


Fig 5. B -polynomet som funktion av tiden.

Det program som utför denna k-bestämning arbetar med ett visst intervall för att minska räknearbetet. I mätserie 3 arbetar vi t.ex. med intervallet (20, 30). Programmet återfinns i bilaga 3 och heter KNATTE.

Då koefficienterna erhållna ur KNATTE är behäftade med en viss osäkerhet samt då kurvan i vissa fall är flack och någon distinkt indikation därför ej alltid erhålles, studerades även, för de troligaste k-värdena, de systemmodeller som erhållits vid identifieringen. Detta för att avgöra det k-värde för vilket modellen bäst ansluter sig till den fysikaliska verkligheten.

För mätserie 3 erhöles sålunda koefficientplottningen ur KNATTE avseende flöde - ytvikt enligt figurerna 6 och 7 samt plottningen av förlustfunktionen enligt figurerna 8 och 9. Transportfördröjningen från flödesstörning bestämdes till 23 samplingsintervall.

k	20	21	22	23	24
b	-0.238	-0.137	0.018	0.122	0.386
k	25	26	27	28	29
b	0.719	0.999	1.183	0.971	0.837
Varians	0.179				

Fig 6. B-polynomets koefficienter som funktion av k. Mätserie 3 flöde - ytvikt över 1500 punkter.

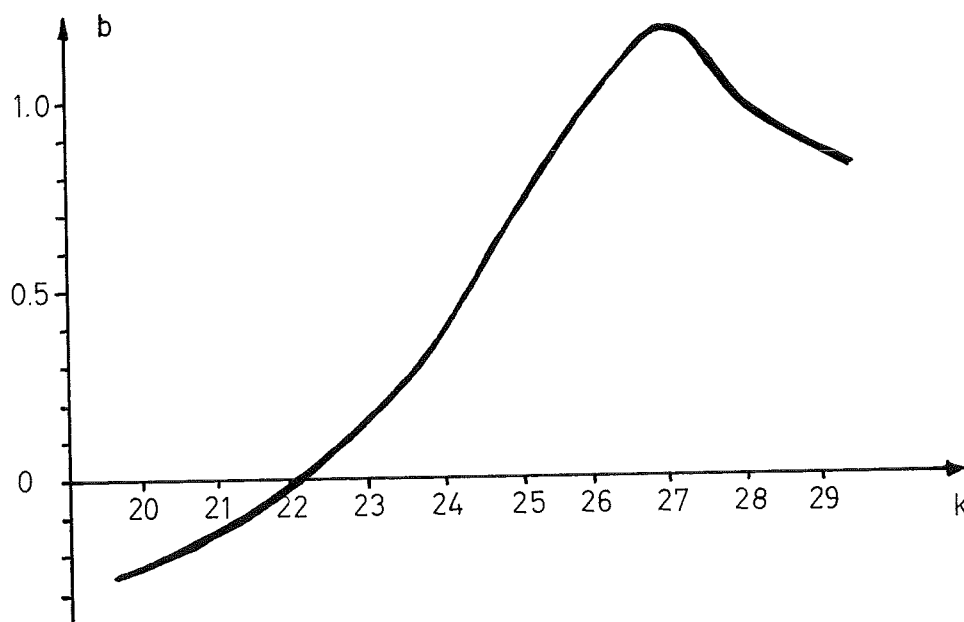


Fig 7. B-polynomets koefficienter som funktion av k. Mätserie 3 flöde - ytvikt över 1500 punkter.

System- ordning \ k	21	22	23	24	25
1	1539651	1539037	1537793	1537711	1530118
2	1497258	1497452	1429414	1435264	1479729
3	1402482	1382446	1368669	1373207	1389923
4	1362095	1358879	1360751	1353004	1370635

Fig 8. Förlustfunktionen som funktion av k för olika systemordningar vid mätserie 3 flöde - ytvikt över 1500 punkter.

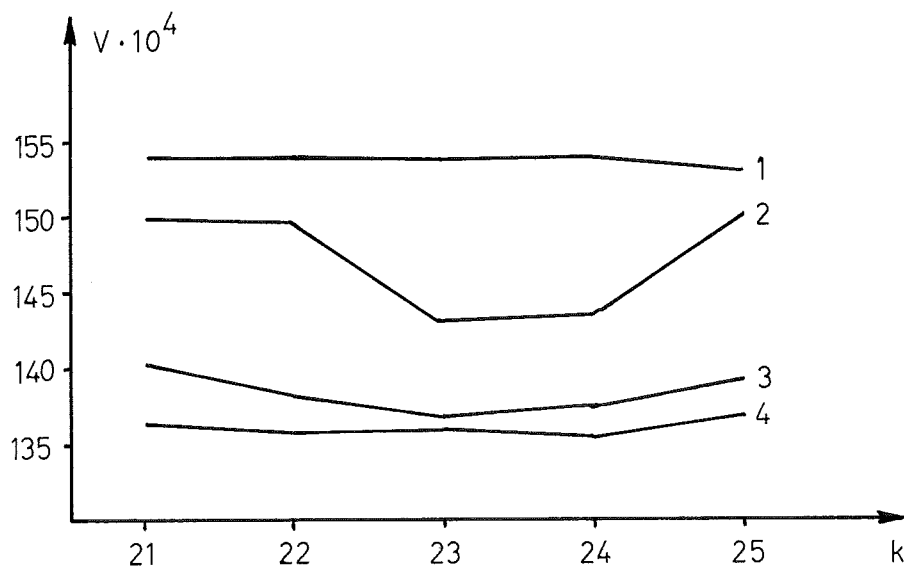


Fig 9. Förlustfunktionen som funktion av k för olika systemordningar vid mätserie 3 flöde - ytvikt över 1500 punkter.

Vid bestämningen av transportfördröjningen för ångstörningen gav KNATTE för mätserie 5 ingen vägledning varför KNATTE kördes för mätserie 6. De då erhållna värdena finns redovisade i figur 10 och 11. Plottningen av förlustfunktionen vid identifiering av mätserie 5 redovisas i figurerna 12 och 13. Ur figurerna framgår att transportfördröjningen från ångstörning vid mätserie 6 bör vara 14 eller 15. Studium av systemmodeller framtagna ur mätserie 5 över intervallet 12 - 15 visar att för $k = 12$ i tredje ordningens modell b_1 och b_2 är väsentligen noll medan däremot b_3 är stor. Detta indikerar att k valts 2 enheter för litet och att den följaktligen bör vara 14.

Vid jämförelse av systemmodellerna av tredje ordningen framgick att den stora b-parametern blev b_2 för $k = 13$ och b_1 för $k = 14$. För $k = 15$ blev alla b-parametrarna små. Transportfördröjningen från ångstörning valdes därför till 14 samplingsintervall.

k	2	3	4	5	6
b	-0.266	-0.260	-0.252	-0.242	-0.231
k	7	8	9	10	11
b	-0.218	-0.202	-0.184	-0.165	-0.141
k	12	13	14	15	16
b	-0.111	-0.075	-0.033	0.016	0.069
k	17	18	19	20	21
b	0.127	0.187	0.250	0.316	0.385
Varians	0.171				

Fig 10. B-polynomets koefficienter som funktion av k . Mätserie 6 ånga - fukthalt över 1500 punkter.

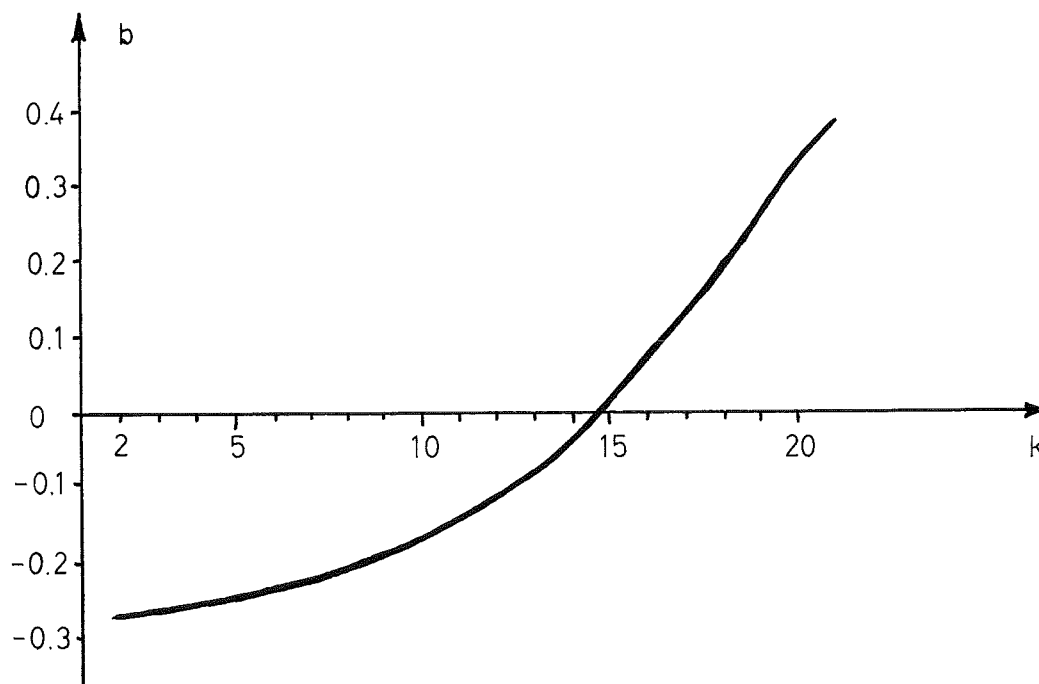


Fig 11. B-polynomets koefficienter som funktion av k . Mätserie 6 ånga - fukthalt över 1500 punkter.

System- ordning \ k	10	11	12	13	14	15
1	66921	66784	67554	67763	67642	68195
2	65705	65731	66440	66466	66573	67020
3	65498	64630*	66067	66257	66373	66442
4	65157	63992*	65562*	64845*	65072*	66331

Fig 12. Förlustfunktionen som funktion av k för olika systemordningar vid mätserie 5 ånga - fukthalt över 1800 punkter.

* Dessa modeller har ej itererats färdigt då C-polynomet blev instabilt.

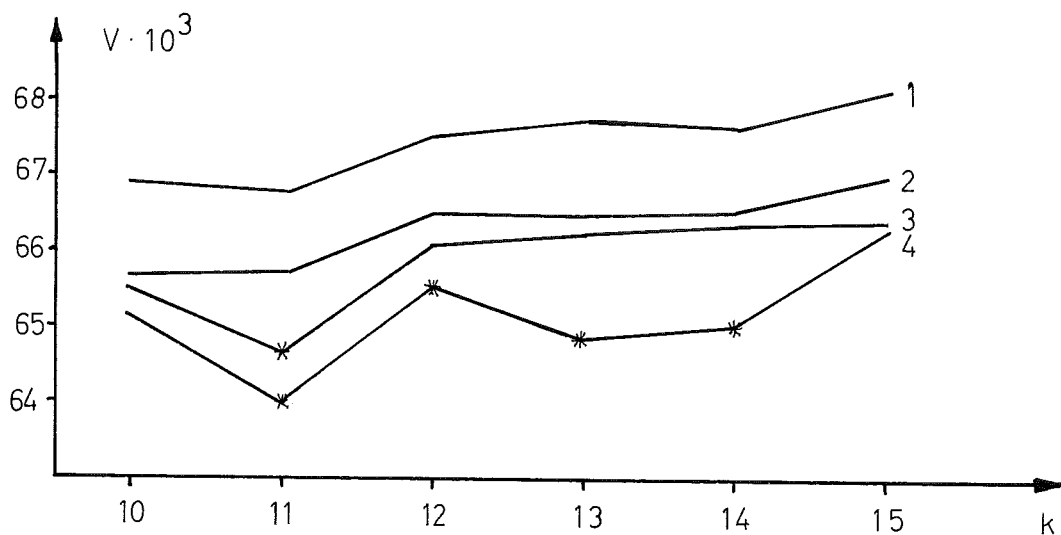


Fig 13. Förlustfunktionen som funktion av k för olika systemordningar vid mätserie 5 ånga - fukthalt över 1800 punkter.

De med stjärna markerade punkterna är ej färdigitererade enligt figur 12.

3.3 Framtagning av modell.

Vi har, enligt ovanstående vid bestämningen av transportfördröjningen bl.a. använt oss av ett identifieringsprogram, som efter hand har modifierats till den slutliga form ur vilken systemmodellerna tagits fram. För närmare beskrivning av identifieringsprogrammet, se Appendix III. Vid den första identifieringen av mätserie 3 befanns A - och B - polynomen ha en gemensam pol på enhetscirkeln. Detta innebär att man får en långsam konvergens under identifieringen. För att eliminera detta studerades i fortsättningen differenserna av in- och utsignalerna enligt följande formler:

$$\Delta u(t) = u(t+1) - u(t) = (q-1)u(t)$$

$$\Delta y(t) = y(t+1) - y(t) = (q-1)y(t)$$

Identifieringen fortlöpte därefter med normal konvergens och det återstod att bestämma systemordning och eventuellt att sätta någon eller några koefficienter lika med noll. Utöver detta skulle den tidsvarians som enligt kapitel 2.2.2. misstänktes undersökas.

För att få underlag för bestämning av systemordning identifierades mätserierna för tillräckligt höga ordningstal. Testkvantiteterna (F-test), koefficienterna och deras varianser studerades. Testkvantiteterna ger en god vägledning vid valet av ordningstal, men utgör dock ej något säkert kriterium. Den beräknas enligt ekvation 13 kapitel 3.1, och utgör således ett mått på den relativa förbättring som uppnås vid övergång till närmast högre ordningstal. Då förlustfunktionen med ökande systemordning beskriver en avtagande, till en början brant men sedan utplanande kurva, följer att testkvantiteten kan peka på en för hög systemordning. Detta inträffar då förlustfunktionen inte gör någon distinkt utplaning mot ett konstant värde. Systemmodellerna för de olika ordningstalen studerades därför.

Nedan följer nu en redogörelse för varje mätserie för sig. Då vi identifierade över differenser följer att när vi i fortsättningen skriver 1:a ordningen är systemet i själva verket av 2:a ordningen osv. Bortsett från att identifieringen för-

enklas genom att konvergenshastigheten ökar på detta sätt, är detta förfarande motiverat av att man ofta vill styra med avseende på differenser.

3.3.1. Mätserie 3; insignal flödesstörning, utsignal ytviktsavvikelse.

I figur 14 nedan visas de modeller vi erhållit för olika systemordningar. Identifieringen är utförd över 1500 samplingsintervall med transportfördröjningen 23 och upp till systemordning fyra.

V	3320985	3053526	2953825	2941814
λ	66.543	63.807	62.757	62.629
a_1	-0.596±0.026	-1.385±0.035	-1.240±0.120	-0.859±0.567
a_2		0.436±0.032	0.471±0.178	0.058±0.772
a_3			-0.155±0.069	-0.057±0.386
a_4				-0.028±0.136
b_1	0.221±0.121	0.463±0.117	0.461±0.121	0.406±0.121
b_2		0.473±0.127	0.443±0.140	0.578±0.295
b_3			0.507±0.131	0.620±0.267
b_4				0.481±0.251
c_1	0.323±0.028	-0.560±0.033	-0.383±0.121	-0.005±0.569
c_2		-0.327±0.026	-0.171±0.081	-0.261±0.296
c_3			-0.248±0.050	-0.344±0.094
c_4				-0.092±0.129
TQ		43.620	16.775	2.025

Fig 14. Systemmodellerna till fjärde ordningen för mätserie 3 flöde - ytvikt med $k = 23$ och över 1500 punkter.

Som framgår av figur 14 pekar testkvantiteten på tredje ordningen. Vidare planar förlustfunktionen ut relativt snabbt, vilket gör indikationen säker. Den kraftiga ökning i osäkerhet som uppträder vid fjärde ordningens system, samt det faktum att många av koefficienterna för denna systemordning av denna anledning är signifikant lika med noll, ger ytterligare indikation mot tredje ordningens modell.

Den slutliga modellen blir därför med hänsyn tagen till polen på enhetscirkeln:

$$y(t) = \frac{q^{-23}(0.461q^{-1} + 0.443q^{-2} + 0.507q^{-3})}{1-1.240q^{-1} + 0.471q^{-2} - 0.155q^{-3}} u(t) + \frac{62.757(1 - 0.383q^{-1} - 0.171q^{-2} - 0.248q^{-3})}{(1 - q^{-1})(1 - 1.240q^{-1} + 0.471q^{-2} - 0.155q^{-3})} e(t)$$

Poler och nollställena för denna modell visas i figur 15.

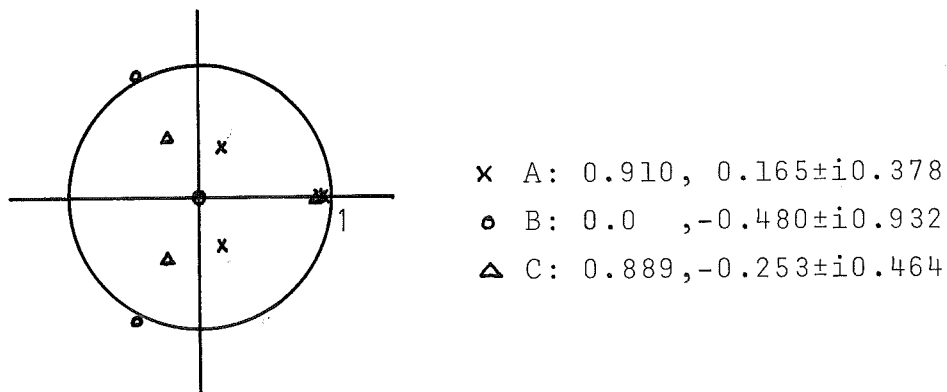


Fig 15. Pol- och nollställediagram för A, B och C polynomen.
3.3.2 Mätserie 3; insignal flödesstörning, utsignal fukthalt.

I figur 16 nedan, visas modellerna för sambandet flöde - fukthalt. Som synes är de väsentligen de samma som erhöles för flöde - ytvikt och följaktligen är även här modellen av tredje ordningen den riktiga. Att modellerna blir så lika var väntat beroende på den i kapitel 2.2.2. beskrivna kopplingen mellan fukthalt och ytvikt.

V	203289	188395	179852
λ	16.464	15.849	15.486
a_1	-0.717±0.021	-1.468±0.036	-1.236±0.091
a_2		0.514±0.032	0.443±0.142
a_3			-0.132±0.065
b_1	0.093±0.030	0.152±0.029	0.157±0.029
b_2		0.098±0.032	0.116±0.034
b_3			0.145±0.032
c_1	0.296±0.026	-0.546±0.035	-0.269±0.089
c_2		-0.292±0.024	-0.123±0.066
c_3			-0.286±0.039
TQ		39.373	23.608

Fig 16. Systemmodellerna till tredje ordningen för mätserie 3 flöde - fukthalt med $k = 23$ och över 1500 punkter.

Den erhållna modellen blir sålunda:

$$y(t) = \frac{q^{-23}(0.157q^{-1} + 0.116q^{-2} + 0.145q^{-3})}{1 - 1.236q^{-1} + 0.443q^{-2} - 0.132q^{-3}} u(t) + \frac{15.486(1 - 0.269q^{-1} - 0.123q^{-2} - 0.286q^{-3})}{(1 - q^{-1})(1 - 1.236q^{-1} + 0.443q^{-2} - 0.132q^{-3})} e(t)$$

Poler och nollställena visas i figur 17.

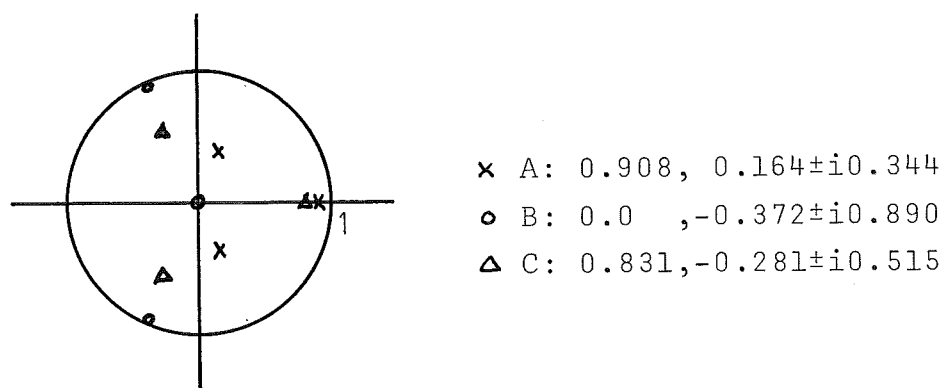


Fig 17. Pol- och nollställediagram för A, B och C polynomen.

3.3.3. Mätserie 5; insignal ångstörning, utsignal ytvikt.

Vid denna identifiering utnyttjades den möjlighet att sätta någon koefficient lika med noll, som omtalats tidigare. I figur 18 framgår de framtagna modellerna.

V	3235130	3112830	3109709	3093313
λ	59.955	58.811	58.781	58.626
a_1	-0.436±0.027	-0.288±0.100	-0.761±0.371	-2.051±0.120
a_2		0.152±0.057	0.428±0.183	1.758±0.238
a_3			-0.146±0.085	-0.743±0.206
a_4				0.220±0.061
b_1	-0.652±0.149	-0.579±0.149	-0.588±0.158	-0.566±0.154
b_2		-0.034±0.158	0.211±0.293	1.017±0.252
b_3			-0.078±0.188	-0.478±0.261
b_4				0.004±0.186
c_1	0.384±0.025	0.569±0.098	0.097±0.371	-1.197±0.120
c_2		0.312±0.046	0.181±0.224	0.409±0.151
c_3			-0.093±0.122	-0.072±0.069
c_4				0.259±0.056
TQ		23.495	0.599	3.159

Fig 18. Systemmodellerna till fjärde ordningen för mätserie 5 ånga - ytvikt med $k = 14$ och över 1800 punkter.

Testkvantiteten pekar på ett andra ordningens system och varianserna stiger kraftigt vid övergång till tredje ordningen. Det är således klart att systemet är av andra ordningen. Som synes är b_2 väsentligen lika med noll, varför vi satte denna koefficient lika med noll. Modellen som då erhöles visas tillsammans med den ursprungliga i figur 19. Att denna modell är den riktiga framgår av att förlustfunktionen inte steg märkbart efter nollställningen, samt att osäkerheten minskade.

V	3112830	3112910
λ	58.811	58.811
a_1	-0.288±0.100	-0.295±0.094
a_2	0.152±0.057	0.156±0.054
b_1	-0.579±0.149	-0.567±0.134
b_2	-0.034±0.158	0.000
c_1	0.569±0.098	0.562±0.093
c_2	0.312±0.046	0.309±0.045

Fig 19. Andra ordningens systemmodeller för mätserie 5 ånga - ytvikt med och utan nollställning av b_2 över 1800 punkter med $k = 14$.

Den slutliga modellen blir:

$$y(t) = \frac{q^{-14}(-0.567q^{-1})}{1 - 0.295q^{-1} + 0.156q^{-2}} u(t) + \frac{58.811(1 + 0.562q^{-1} + 0.309q^{-2})}{(1 - q^{-1})(1 - 0.295q^{-1} + 0.156q^{-2})} e(t)$$

Poler och nollställen visas i figur 20.

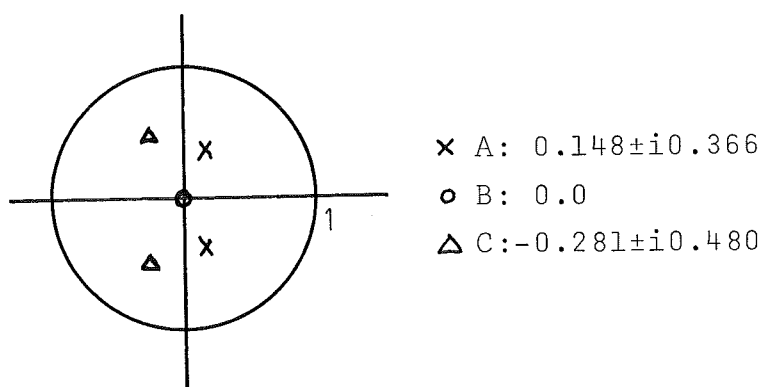


Fig 20. Pol- och nollställediagram för A, B och C polynomen.

3.3.4. Mätserie 5; insignal ångstörning, utsignal fukthalt.

Vid denna identifiering var det av intresse att undersöka huruvida den förmodade tidsvariansen kunde påvisas. Av denna anledning gjordes identifiering förutom över hela mätserien även över första respektive andra halvan av densamma. De erhållna resultaten presenteras i figurerna 21, 22 och 23.

V	90072	87841	87123
λ	14.148	13.971	13.914
a_1	-0.532±0.036	-0.238±0.117	0.523±0.179
a_2		0.011±0.078	0.129±0.099
a_3			-0.211±0.098
b_1	-0.105±0.050	-0.087±0.049	-0.100±0.049
b_2		-0.017±0.050	-0.111±0.068
b_3			-0.072±0.051
c_1	0.332±0.037	0.659±0.112	1.424±0.177
c_2		0.325±0.058	1.124±0.173
c_3			0.313±0.077
TQ		7.568	2.446

Fig 21. Systemmodellerna till tredje ordningen för mätserie 5 ånga - fukthalt över intervallet 1-900 punkter med $k = 14$.

Att fjärde ordningens modell ej redovisas beror på att C-polynomet i det fallet blev instabilt.

V	63635	61597	61472	61385
λ	11.892	11.700	11.688	11.680
a_1	-0.506±0.037	-0.329±0.150	-0.951±0.358	-0.045±0.378
a_2		0.096±0.096	0.478±0.228	-0.402±0.277
a_3			-0.170±0.097	0.209±0.139
a_4				-0.125±0.095
b_1	-0.165±0.044	-0.166±0.043	-0.158±0.045	-0.156±0.045
b_2		-0.021±0.052	0.088±0.074	-0.056±0.085
b_3			-0.005±0.054	0.079±0.094
b_4				-0.012±0.054
c_1	0.289±0.037	0.497±0.147	-0.125±0.358	0.784±0.377
c_2		0.297±0.056	0.164±0.223	0.033±0.533
c_3			-0.142±0.116	-0.057±0.350
c_4				-0.156±0.120
TQ		9.863	0.604	0.420

Fig 22. Systemmodellerna till fjärde ordningen för mätserie 5 ånga - fukthalt över intervallet 901-1800 punkter med $k = 14$.

V	153910	149858	149238	148658
λ	13.077	12.904	12.877	12.852
a_1	-0.521±0.026	-0.237±0.096	-0.675±0.322	-1.952±0.107
a_2		0.020±0.062	0.377±0.135	1.500±0.222
a_3			-0.186±0.067	-0.464±0.192
a_4				0.105±0.062
b_1	-0.134±0.033	-0.127±0.033	-0.126±0.034	-0.126±0.033
b_2		-0.030±0.036	0.029±0.054	-0.197±0.052
b_3			-0.017±0.043	-0.074±0.056
b_4				-0.011±0.036
c_1	0.315±0.026	0.630±0.093	0.193±0.323	-1.090±0.105
c_2		0.314±0.040	0.288±0.251	0.309±0.135
c_3			-0.083±0.120	-0.027±0.071
c_4				0.287±0.042
TQ		16.171	2.480	2.324

Fig 23. Systemmodellerna till fjärde ordningen för mätserie 5 ånga - fukthalt över intervallet 1-1800 punkter med $k = 14$.

Testkvantiteterna indikerar i samtliga fall ett andra ordningens system, vilket också bekräftas av de vid högre ordningstal ökande varianserna. Jämförelse av andra ordningens modeller för de olika avsnitten av mätserien visar en viss ändring av parametervärdena. Denna skillnad är dock så liten att den täcks in av varianserna. Med den mätlängd vi här har studerat kan man således inte med någon större säkerhet påvisa någon tidsvarians hos systemet, men den ändring av koefficienterna vi har fått fram kan kanske ändå tyda på att en sådan existerar. Den modell av andra ordningen som erhöles vid identifiering över hela mätserien har, enligt figur 23 två koefficienter nära noll, nämligen a_2 och b_2 , varför en identifiering med dessa satta lika med noll utfördes. Resultatet framgår av figur 24.

V	149858	149955
λ	12.904	12.908
a_1	-0.237±0.096	-0.221±0.051
a_2	0.020±0.062	0.000
b_1	-0.127±0.033	-0.112±0.029
b_2	-0.030±0.036	0.000
c_1	0.631±0.093	0.648±0.049
c_2	0.314±0.040	0.312±0.037

Fig 24. Andra ordningens systemmodeller för mätserie 5 ånga - fukthalt med och utan nollställning av a_2 och b_2 över 1800 punkter med $k = 14$.

Med samma resonemang som under 3.3.3. befanns, vid jämförelse mellan modellerna enligt figur 24, den senare vara att föredraga, varför systemmodellen blir:

$$y(t) = \frac{q^{-14}(-0.112q^{-1})}{1 - 0.221q^{-1}} u(t) + \frac{12.908(1 - 0.648q^{-1} + 0.312q^{-2})}{(1 - q^{-1})(1 - 0.221q^{-1})} e(t)$$

Att en andra ordningens modell valdes, trots att både a_2 och b_2 är noll, beror på att bruset svårigen låter sig representeras av en första ordningens modell. Poler och nollställena visas i figur 25.

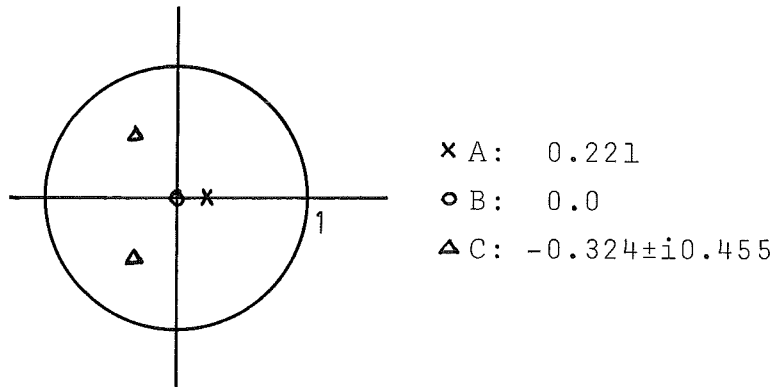


Fig 25. Pol- och nollställediagram för A, B och C polynomen.

Pol- och nollställediagrammen för mätserie 3 visar att B-polynomet har två poler i omedelbar närhet av enhetscirkeln; för modellen flöde - ytvikt just utanför och för modellen flöde - fukthalt just innanför. På grund av detta och osäkerheten i modellen bör dessa bägge modeller behandlas såsom varande icke minimumfas.

För mätserie 5 visar pol- och nollställediagrammen att samtliga polynomen har sina nollställen innanför enhetscirkeln och modellerna är alltså minimumfas.

3.3.5. Mätserie 6.

Identifieringen utfördes för samtliga fyra insignal - utsignalkombinationer med program ADA. Dessutom utfördes med identifieringsprogrammet BDA, som är en utveckling av ADA för två insignaler och återfinns utan kommentar i bilaga 4, identifiering för de två kombinationerna med två insignaler och en utsignal.

Resultaten av dessa identifieringar motsvarar inte på något sätt de modeller som erhållits ur mätserierna 3 och 5. Detta kan bero dels på att papperskvaliteterna inte var de samma, dels på att störningarna var identiska, utom vid de tillfällena då tecken-

ändring gjordes på någon av insignalerna (se kapitel 2.3.). Av denna anledning redovisas de erhållna resultaten utan kommentar i bilaga 4.

3.4. Simulering.

Simulering avser att med hjälp av plottning jämföra utsignalen från det verkliga systemet med den som erhålls då den använda störsignalen påverkar de modeller som framtagits enligt kapitel 3.3. Det program som härvid utnyttjades har beteckningen HUBERT och finns närmare beskrivet i Appendix IV. De kurvor som härvid erhålls är insignal, utsignal, residualer, den deterministiska utsignalen samt skillnaden mellan den verkliga och den deterministiska utsignalen. I figurerna 26-29 visas kurvorna för mätserierna 3 och 5.

I Appendix IV, Program HUBERT, framgår att man vid histogramplot endast klarar 1000 punkter. Då våra mätserier är längre var vi tvungna att använda oss av vanlig plottning även på insignalen, varför denna har fått ett med verkligheten ej överensstämmande utseende. Det som borde ha varit en vertikal linje, har nämligen på grund av skrivarens oförmåga att förflytta sig över önskat avstånd i en dimension, blivit en trappa över några samplingsintervall. Med detta i åtanke kan man vid jämförelse av in- och utsignalerna skatta transportfördröjningarna såsom ovan omtalats. De i kapitel 2.2.2. omtalade traverseringarna av mätgivarna för utsignalerna kan observeras som plåtår i utsignalplottningarna.

Förutom de verkliga in- och utsignalerna ger simuleringen således tre kurvor. Den deterministiska utsignalen utgör det svar som erhålles då insignalen påverkar vår modell och man ej tar hänsyn till bruset. Residualerna beräknas enligt ekvation 6 i kapitel 3.1 och uttrycker alltså den del av utsignalen som ej förklaras med vår modell. Vid studium av plottningarna framgår att, när det gäller mätserie 3, de stora variationerna i utsignalen, samt en del av det brus som denna är behäftad med, har förklarats av våra modeller. Vad det gäller mätserie 5 framgår att den deterministiska utsignalen utgör en mycket liten

del av den verkliga utsignalen varför våra modeller i dessa bägge fall inte är lika bra som de från mätserie 3. En förklaring till detta är att vår störning var för liten i förhållande till det brus som verkar och detta faktum har ju framgått i kapitel 3.3.

Då systemmodellerna erhållna ur mätserie 6 ej var tillfredsställande har ingen simulering av dessa utförts. Störningen på ångan är här lika stor som i mätserie 5. In- och utsignalerna plottades dock och finns redovisade i bilaga 4. Dessa plottningar är dock gjorda utan differensbildning av in- och utsignalerna.

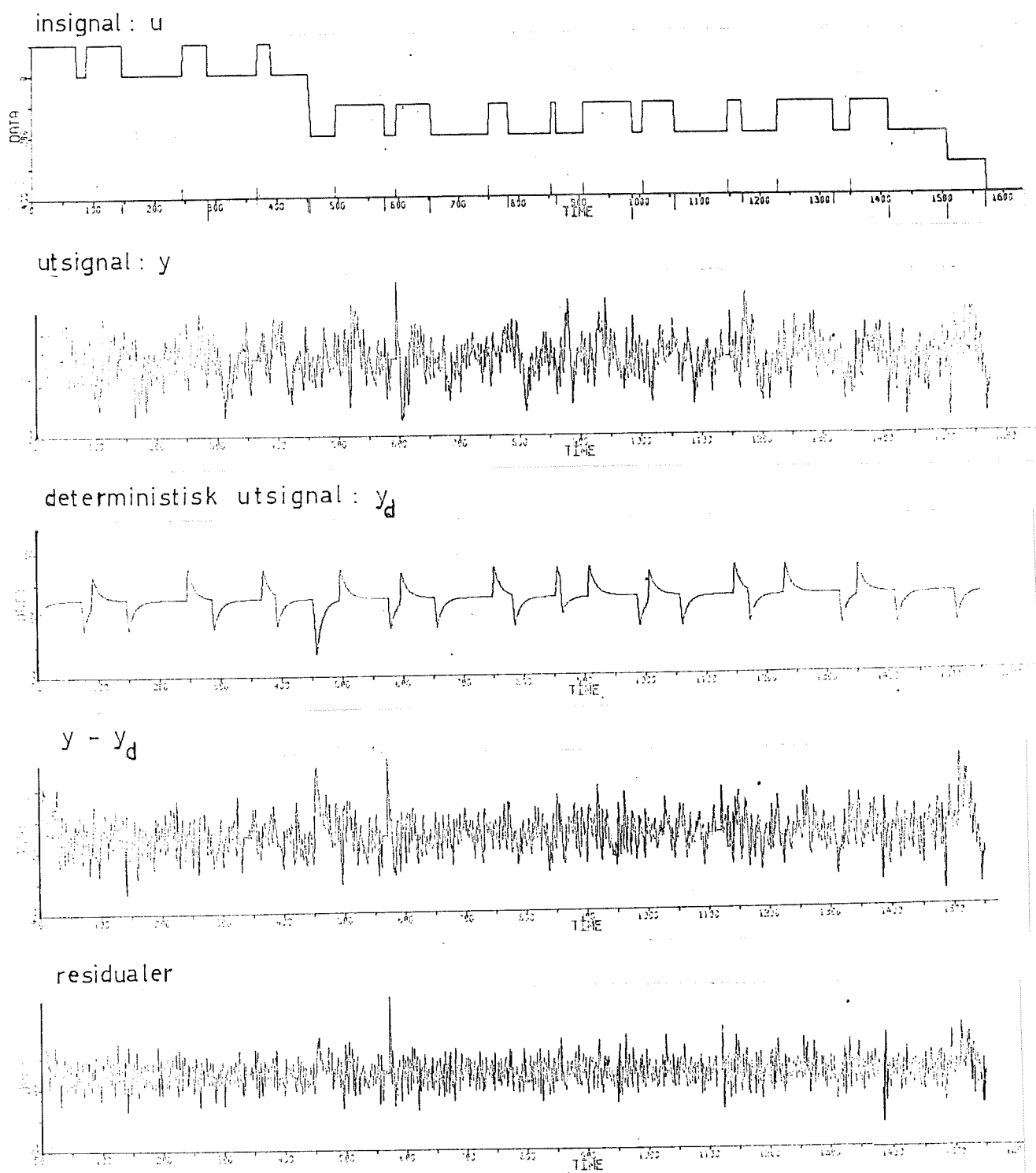


Fig 26. Plottningar från mätserie 3 flöde - ytvikt.
 Ovan redovisas insignalen utan differensbildning som den fyrkantsvåg som påverkade insignalen samt med differensbildning den verkliga utsignalen, residualerna, den deterministiska utsignalen samt skillnaden mellan den verkliga och den deterministiska utsignalen.

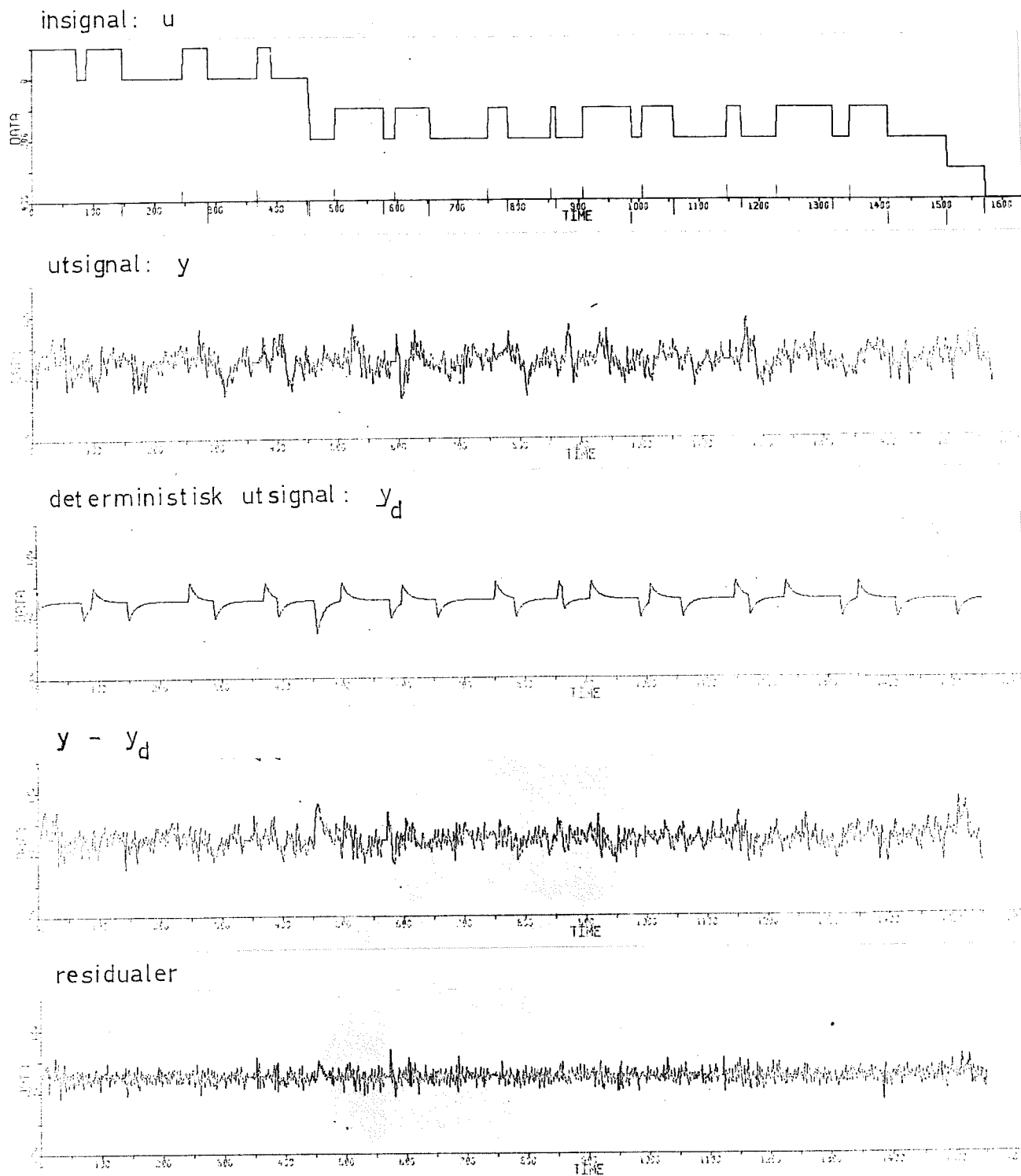


Fig 27. Plottningar från mätserie 3 flöde - fukthalt. Ovan redovisas insignalen utan differensbildning som den fyrkantsvåg som påverkade insignalen samt med differensbildning den verkliga utsignalen, residualerna, den deterministiska utsignalen samt skillnaden mellan den verkliga och den deterministiska utsignalen.

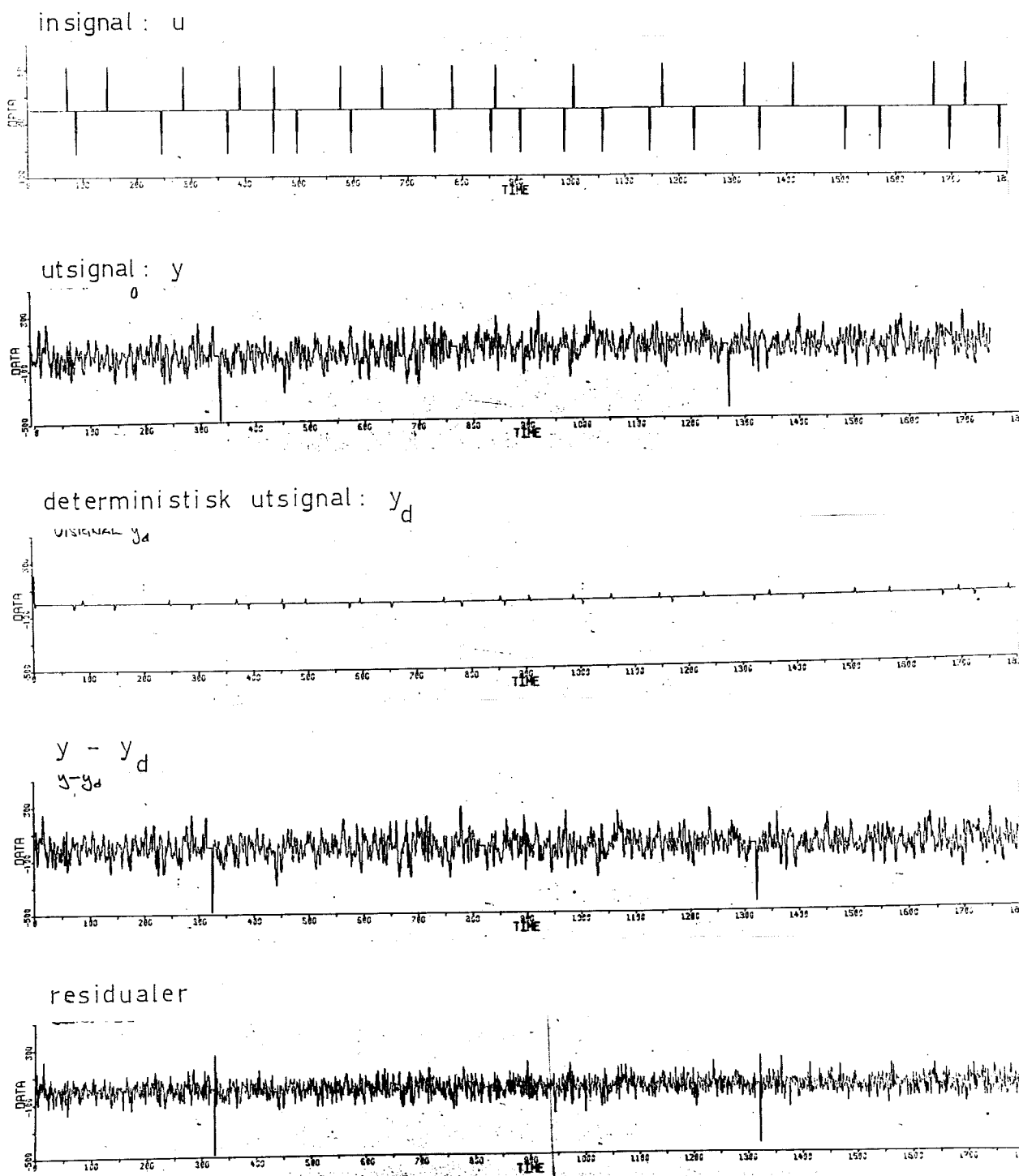


Fig 28. Plottningar från mätserie 5 ånga - ytvikt.

Ovan redovisas med differensbildning insignalen, den verkliga utsignalen, residualerna, den deterministiska utsignalen samt skillnaden mellan den verkliga och den deterministiska utsignalen.

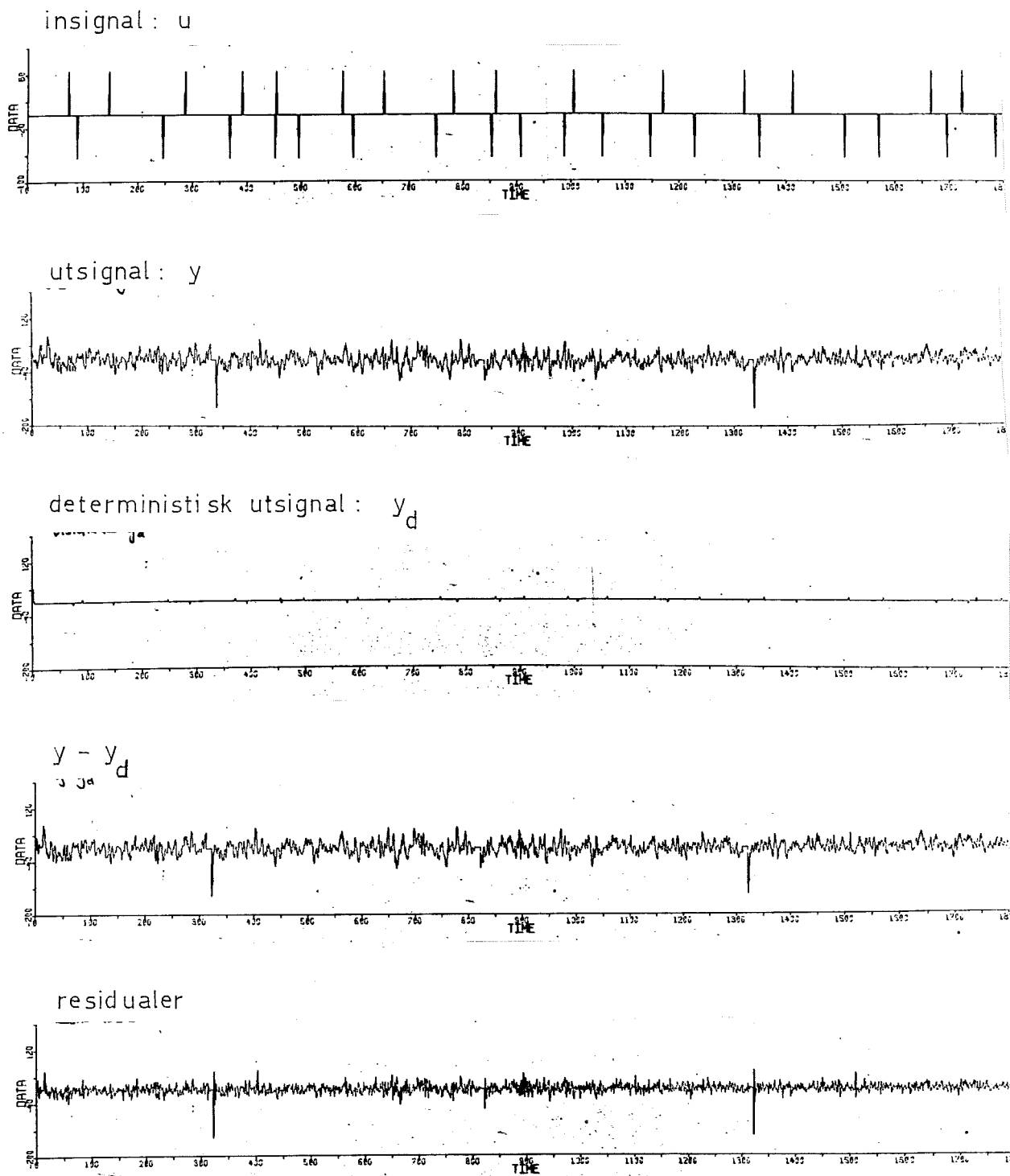


Fig 29. Plottningar från mätserie 5 ånga - fukthalt.

Ovan redovisas med differensbildning insignalen, den verkliga utsignalen, residualerna, den deterministiska utsignalen samt skillnaden mellan den verkliga och den deterministiska utsignalen.

4. RESULTAT OCH DISKUSSION

4.1 Resultat.

De modeller som vi erhållit genom ovan beskrivet förfarande presenteras i figur 30, där vi ritat modellerna såsom överföringsoperatorer. I kapitel 3.4 Simulering återfinns plottningar av residualer etc, som visar modellernas godhet.

4.2. Diskussion av resultaten.

Målsättningen vid mätningarna var bl.a. att göra tre mätserier på samma papperskvalitet för att på detta sätt kunna komma åt den koppling mellan fukthalt och ytvikt som omtalats tidigare. Detta misslyckades till en del redan i Grums, då mätserierna 3 och 4 gjordes på säckpapper med cirka 70 grams ytvikt medan serie 6 gjordes på ytvikt 90 gram. Detta beroende på försäljningstekniska omständigheter. Under identifieringen kom det sedan fram att fukthaltsregleringen inte varit frånslagen under hela mätserie 4, beroende på torkarpersonalens arbetsnit. Identifieringen av sambandet mellan ångstörning och utsignalerna togs därför fram ur mätserie 5, som avser extensa 80 gram. Modellerna är alltså, då identifieringen av mätserie 6 inte visade sig ge något utbyte, helt grundade på mätserierna 3 och 5.

Osäkerheten i modellerna kan till en del bero på det perturbationsprogram vi använde. Insignalen utgör nämligen ingen PRBS-signal, utan den konstruerades, som omtalats ovan, genom att antalet samplingsintervall mellan pulserna bestämdes av de två sista siffrorna i en spalt i en sinustabell. En viss periodicitet kan förmärkas vilket gör identifieringen svårare. Vidare var de störningar vi fick lägga på processen av naturliga skäl begränsade. Med större störningar hade vi fått större noggrannhet i modellerna. Störpulsernas litenhet medverkar även till att försvåra bestämningen av transportfördröjningen. Denna bestämning visade sig även bjuda på andra svårigheter, t.ex.

då man vid beräkning av impulssvaret svårigen kan skilja på transportfördröjning och tidskonstant. Speciellt visade sig transportfördröjningen från ångstörning vara svårbestämd. Detta beror även på att en höjning av ångtrycket sker samtidigt i hela torkgruppen, dvs över en avsevärd papperslängd, varför något distinkt impulssvar ej kan erhållas. Sammanfattningsvis kan alltså sägas att de störningar vi kunde lägga på var för små för att en säker identifiering skulle kunna göras. Detta framgår speciellt vid störning på ångtrycket. En bidragande orsak kan vid mätningen på extensa vara att, såsom tidigare omtalats, ångtrycket i torkgrupperna 4 och 5 hålles på topp, vilket medför att den pålagda störningen möjligen ej gick ut i sin fulla amplitud.

4.3 Slutord.

Det programbibliotek som vi under arbetets gång byggt upp, är som framgått av en allmän karaktär, varför identifieringar av data liknande våra med hjälp av detta snabbt kan utföras. Ett önskemål från vår sida vore naturligtvis att genomföra kompletterande mätningar för att kunna kartlägga den ovan nämnda kopplingen mellan våra utsignaler. Vi hoppas att denna komplettering kan utföras så att vårt arbete fullbordas och blir till nytta för Billeruds AB. Vi hoppas även att våra program kan utnyttjas vid liknande mätningar och identifieringar.

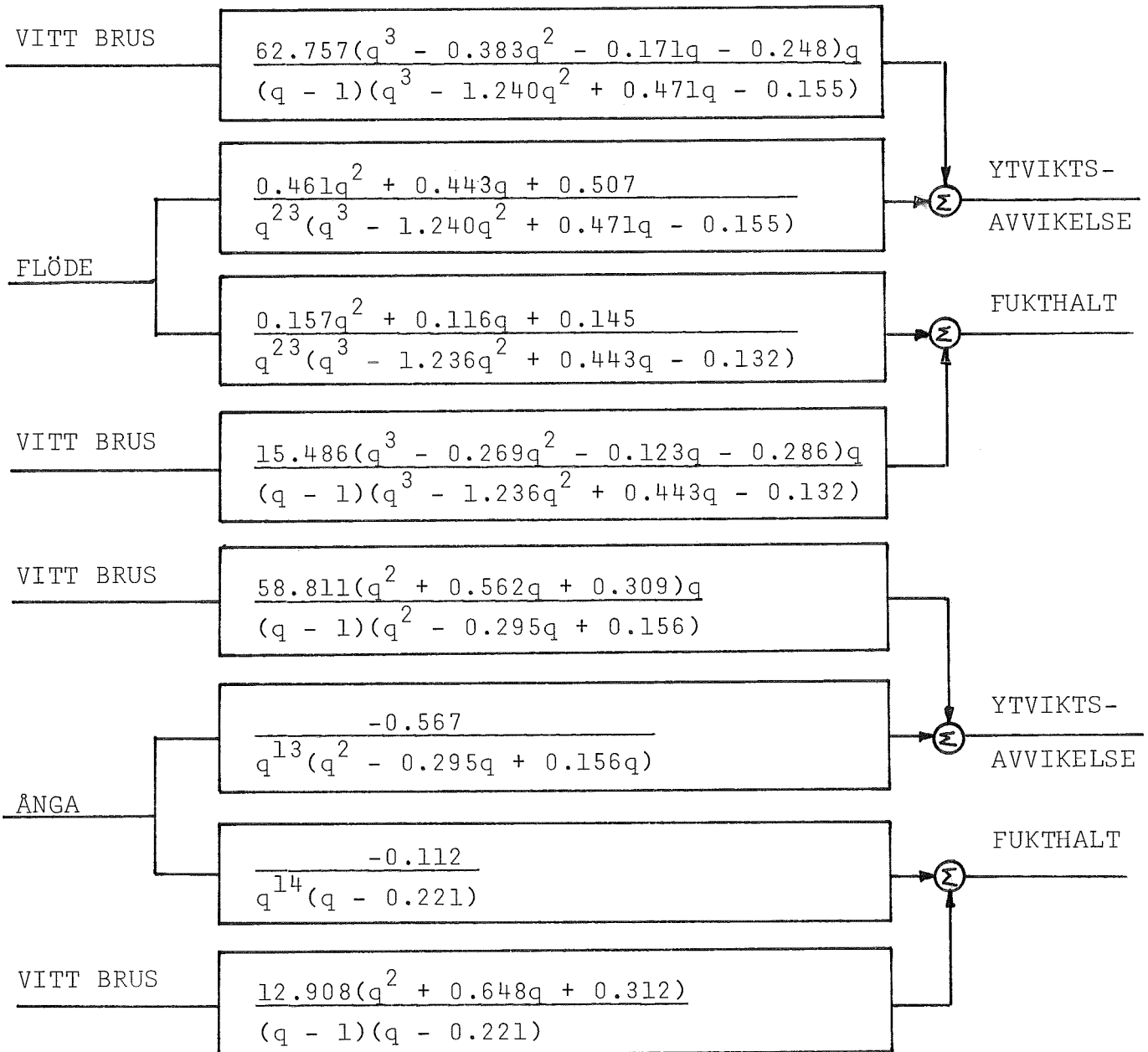



Fig 30. Framtagna modeller representerade som överföringsoperatorer.

REFERENSER


1. Alsholm Olle. "First integrated pulp and paper mill designed for COMPUTER CONTROL from start up". Billeruds AB, Gruvöns Bruk, Grums.
2. Gustavsson Ivar. "Parametric Identification of Multiple Input, Single Output Linear Dynamic Systems", Report 6707, July 1969, Lund Institut of Technology, Division of Automatic Control.
3. Integrated Computer Control of a Paper Machine, Billeruds AB - IBM.
4. Åström Karl Johan. Reglerteori. Almqvist & Wiksell 1968.
5. Åström Karl Johan. Reglerteknik Olinjära System. Föreläsningar vid LTH 1965.
6. Åström Karl Johan. Reglerteknik Samplade System. Föreläsningar vid LTH 1969.
7. Åström Karl Johan. Reglerteknik Stokastiska System. Föreläsningar vid LTH 1969.

Bilaga 1. PTB - Thomas.

Perturbationsprogrammet Thomas är uppbyggt enligt följande:
Ur en sinustabell har de två sista siffrorna för varje vinkel i löpande följd nedåt i kolumnen tagits. Dessa har fått ange efter hur många samplingsintervall en puls skall utgå. Nedan ges på motsvarande sätt de siffror som erhöles ur sinustabellen. Vidare ges en tabell där siffrorna representerar vid vilket samplingstillfälle en puls utgick. Varannan puls gick uppåt och varannan nedåt utom i de fall teckenväxling enligt kapitel 2.3. skedde då ordningen omkastades.



38	58	28	52
36	96	62	73
16	33	96	14
58	71	64	44
99	8	95	75
41	45	29	5
82	81	29	35
22	17	66	64
62	53	94	96
2	88	31	23
41	24	58	62
81	59	89	
19	93	21	



1	597	1323	2075
38	655	1351	2127
73	751	1413	2200
90	784	1509	2214
148	855	1573	2258
247	863	1668	2333
288	908	1697	2338
320	989	1726	2373
342	1006	1787	2437
404	1059	1881	2538
406	1147	1907	2556
447	1171	1965	2618
578	1230	2054	

14/06-69

PROGRAM BILLERUD

```

C   DETTA PROGRAM KONVERTERAR KORTBILDERNA PA TAPE 1047 TILL FILER PA TAPE
C   898 MED EN SIGNAL I VARJE FIL. DESSUTOM RATTAS DE FEL, SOM UPPTACKTS PA
C   TAPE 1047, MATSERIE 1,2 OCH 5 UTGAR, SAMT I MATSERIE 3 OCH 4 UTGAR DEN
C   ANDRA INSIGNALEN, SOM AR NOLL. KORTBILDEN FORMAT(3F5.0,15X,4F5.0/10F5.0)
C   LAGGES SA ATT FOR MATSERIE 3 FORSTA(F5.0) SAMTLIGA MATPUNKTER LAGGES
C   I FIL 1 FOLJT AV EOF, OSV, FORSTA (F5.0) I MATSERIE 4 LIGGER ALLTSA I
C   FIL 17. TOTALT 49 FILER, INSIGNALERNA, SOM VARIT PULSER CMFORMAS TILL
C   FYRKANTSVAGOR MED PULSERNAS AMPLITUD OCH FREKVENNS, DE SIGNALER, SOM ANGER
C   AVVIKELSER FRAN BORVARDE KONVERTERAS FRAN TECKENSIFFRA TILL TECKEN.
C   KANT AR EN VEKTOR SOM ANGER EFTER HLR MANGA MATPUNKTER 20 RATTANDE
C   KORTPAR SKALL LASAS IN I RESPEKTIVE MATSERIE,
C   KANT(1) STAR FOR MATSERIE 3
C   KANT(2) STAR FOR MATSERIE 3
C   KANT(3) STAR FOR MATSERIE 6
C   I HUVUDLOOPEN 305 UTFORES KONVERTERING OCH REDIGERING FOR TVA
C   MATSERIER I TAGET,
C   FRAN SATS 2 TILL SATS 3 LASES EN KORTBILD (2 KORT) IN I VEKTORN A,
C   ETT KORT MED ETT TAL STORRE AN 99000 I DE FORSTA 5 POSITIONERNA I FORSTA
C   KORTET ANGER SLUTET PA EN MATSERIE,
C   I SATS 6 LAGGES A=VEKTORNS VARDEN IN I DEN TVADIMENSIONELLA VEKTORN B
C   SA ATT VARJE KOLONN I B UTGOR EN KORTBILD,
C   EFTER ATT NREC KORTBILDER LAGTS I B SKRIVER SATS 8 UT VARJE RAD I B PA
C   ETT TRUMMINNE. DETTA UPPREPARS ANDA TILLS SISTA KORTET I VARJE MATSERIE
C   LAGTS UPP, VAREFTER LCOFEN 9 SATTER END FILE. DAREFTER LAGGES NASTA
C   MATSERIE UPP PA LIKADANT SATT, SA ATT EFTER TVA MATSERIER LIGGER FORSTA
C   SIGNALEN PA TRUMMA ETT DAR MATSERIERNA AR SKILDA AV ATT END FILE,
C   ANDRA SIGNALEN PA TRUMMA TVA OSV,
C   DAREFTER INSTALLES SAMTLIGA TRUMMOR SA ATT FORSTA VARDET AR KLART ATT LASA
C   I LOOPEN 80 BEHANDLAS SERIE 3 OCH 4 OCH FRAN SATS 90 SERIE 6,
C   I VEKTORN E LASES DE RATTAS KORTEN IN OCH EN SIGNAL FOR EN HJEL SERIE
C   LAGGES I VEKTORN C VAREFTER EVENTUELLA CMFORMNINGAR UTFORES FRAN SATS 47
C   RESPEKTIVE EFTER SATS 21,
C   C=VEKTORNS ELEMENT SKRIVES UT PA TAPEN MED LOGISKT NUMMER 20 I ORDNINGEN
C   SERIE 3,4 OCH 6 DAR SIGNALERNA AR ATSKILDA AV END FILE,
C   UTSKRIFT SKER AV SAMTLIGA INSIGNALER SAMT UTSIGNALERNA FUKTHALT OCH
C   YTVIKTSAVVIKELSE,
C   ANTALET MATPUNKTER PER SERIE SKRIVES AVEN UT SAMT VAR RATTNINGAR GJORTS,
C   DIMENSION A(17),N(2),C(3000),D(20),INA(2010),KAR(10)
C   DIMENSION KANT(3),E(40,17)
C   COMMON B(17,500)
C   DATA (INA=21,10,1000,0,8H99999999,5(0))
C   READ 1010,KANT
1010  FORMAT(3I5)
C   PRINT 45,KANT
45   FORMAT(5X,26HI MATSERIE 3 RATTAS EFTER ,I4,11H MATPUNKTER/
*5X,26HI MATSERIE 3 RATTAS EFTER ,I4,11H MATPUNKTER/
*5X,26HI MATSERIE 6 RATTAS EFTER ,I4,11H MATPUNKTER/)
C   NREC=500
C   NFILES=2
C   DO 305 LPZ=1,3
C   DO 299 I=1,NFILES
299  N(I)=0
C   NFILE=0
5   NEOF=0
C   J=0

```

14/06-69

```

      NFILE=NFILE+1
      2 K=INLAS(INA,KAR)
        IF(K)58,59,60
      58 PRINT 122
      122 FORMAT(15X*PARITETSFEI*)
        STOP
      59 PRINT 123
      123 FORMAT(15X*NORMAL END OF INPUT*)
        STOP
      60 CALL DECODE(KAR)
        DO 61 I=1,10
      61 D(I)=FFMT(5)
        K=INLAS(INA,KAR)
        IF(K) 58,59,62
      62 CALL DECODE(KAR)
        DO 63 I=11,20
      63 D(I)=FFMT(5)
        DO 64 I=1,3
      64 A(I)=D(I)
        DO 65 I=4,17
      65 A(I)=D(I+3)
        IF(A(1),LT,99000) GO TO 4
      3 NEOF=NEOF+1
        IF(NEOF,EQ,2) GO TO 200
        DO 9 I=1,17
        WRITE(I) (B(I,JK),JK=1,J)
      9 ENDFILE I
        N(NFILE)=N(NFILE)+J
        GO TO 2
      4 IF(NEOF=1)95,96,95
      96 NEOF=0
        J=0
        NFILE=NFILE+1
      95 J=J+1
        DO 6 I=1,17
      6 B(I,J)=A(I)
        IF(J,NE,NREC) GO TO 2
        N(NFILE)=N(NFILE)+NREC
        J=0
        DO 8 JK=1,17
      8 WRITE(JK) (B(JK,I),I=1,NREC)
        GO TO 2
      200 DO 10 I=1,17
      10 REWIND I
        PRINT 1001,(N(NFILE),NFILE=1,NFILES)
      1001 FORMAT(/5X,5HN1 = ,I4,5X,5HN2 = ,I4)
        IF(LPZ,EQ,1) GO TO 305
        IF(LPZ,EQ,3) GO TO 90
        READ 7,((E(I,J),J=1,17),I=1,40)
      7 FORMAT(3F5.0,15X,4F5.0/10F5.0)
        DO 80 KS=1,2
        NANT=N(KS)
        DO 70 JP=1,17
        IF(JP,EQ,3) GO TO 70
        JJ=0
        KU=0

```

14/06-69

```

12 KL=KU+1
   KU=MIN0(NREC,N(KS)-JJ*NREC)
   IF(KU,LE,0) GO TO 302
   KU=KU+JJ*NREC
   READ(JP) (C(I),I=KL,KL)
   JJ=JJ+1
   GO TO 12
302 KU=N(KS)
   IF(KS,EQ,2) GO TO 47
   DO 71 LP=1,2
   KA=KANT(LP)+1
   DO 71 LS=1,20
   LSQ=(LP+1)*20+LS
71  C(KA+LS)=E(LSQ,JP)
47  IF(JP,NE,2) GO TO 40
   OLD=0.
   DO 26 K=1,NANT
   IF(C(K),LT,0.1) GO TO 26
   M=INT(C(K))
   MAMP=MOD(M,10000)
   MTKN=M-MAMP
   AMP=FLOAT(MAMP)
   IF(MTKN=10000)24,25,24
24  OLD=OLD+AMP
   GO TO 26
25  OLD=OLD-AMP
26  C(K)=OLD
   PRINT 320,(C(I),I=1,NANT)
40  IF(JP,LT,5,OR,JP,GT,6) GO TO 42
   DO 41 K=1,NANT
   IF(C(K),LT,10000.) GO TO 41
   C(K)=-C(K)+10000.
41  CONTINUE
42  IF(JP,LT,4,OR,JP,GT,5) GO TO 50
   PRINT 320,(C(I),I=1,NANT)
50  WRITE(20)(C(I),I=1,NANT)
   END FILE 20
70  CONTINUE
   DO 72 I=1,17
72  CALL SKIPFILE(I)
80  CONTINUE
   GO TO 303
90  DO 91 I=1,17
91  CALL SKIPFILE(I)
   KS=2
   NANT=N(KS)
   READ 7,((E(I,J),J=1,17),I=1,20)
   DO 92 JP=1,17
   JJ=0
   KU=0
13  KL=KU+1
   KU=MIN0(NREC,N(KS)-JJ*NREC)
   IF(KU,LE,0) GO TO 306
   KU=KU+JJ*NREC
   READ(JP) (C(I),I=KL,KL)
   JJ=JJ+1

```

FTN5.4B

```

GO TO 13
306 KU=N(KS)
    KA=KANT(3)-1
    DO 21 LS=1,20
21  C(KA+LS)=E(LS,JP)
    IF(JP.LT.2.OR,JP.GT.3) GO TO 130
    OLD=0.
    DO 29 K=1,NANT
    IF(C(K).LT.0.1) GO TO 29
    M=INT(C(K))
    MAMP=MOD(M,10000)
    MTKN=M-MAMP
    AMP=FLOAT(MAMP)
    IF(MTKN=10000)32,33,32
32  OLD=OLD+AMP
    GO TO 29
33  OLD=OLD-AMP
29  C(K)=OLD
    PRINT 320,(C(I),I=1,NANT)
130 IF(JP.LT.5.OR,JP.GT.6) GO TO 132
    DO 131 K=1,NANT
    IF(C(K).LT.10000.) GO TO 131
    C(K)=-C(K)+10000.
131 CONTINUE
132 IF(JP.LT.4.OR,JP.GT.5) GO TO 27
    PRINT 320,(C(I),I=1,NANT)
27  WRITE(20)(C(I),I=1,NANT)
92  END FILE 20
303 DO 304 JK=1,17
304 REWIND JK
305 CONTINUE
320 FORMAT(20F6.0)
    PRINT 1010,KANT
    STOP
    END

```

LOAD

RUN,10,1500, .1

EXECUTION STARTED AT 1504 =31

```

I MATSERIE 3 RATTAS EFTER 301 MATFUNKTER
I MATSERIE 3 RATTAS EFTER 861 MATFUNKTER
I MATSERIE 6 RATTAS EFTER 1461 MATFUNKTER

```

09/07-69

```
PROGRAM BILLERUD
DIMENSION A(17),N(2),C(3000),D(20),INA(2010),KAR(10)
COMMON B(17,500)
DATA (INA=21,10,1000,0,8H99999999,5(0))
MSER=0
MGG=0
NREC=500
DO 1 J=1,49
1 CALL SKIPFILE(20)
  J=0
  2 K=INLAS(INA,KAR)
  IF(K)58,59,60
58 PRINT 122
122 FORMAT(15X*PARITETSFEL*)
  STOP
  59 PRINT 123
123 FORMAT(15X*NORMAL END OF INPUT*)
  STOP
  60 CALL DECODE(KAR)
  DO 61 I=1,10
  61 D(I)=FFMT(5)
  K=INLAS(INA,KAR)
  IF(K) 58,59,62
  62 CALL DECODE(KAR)
  DO 63 I=11,20
  63 D(I)=FFMT(5)
  DO 64 I=1,3
  64 A(I)=D(I)
  DO 65 I=4,17
  65 A(I)=D(I+3)
  IF(MSER.EQ.4) GO TO 20
  IF(A(1).LT.99000) GO TO 2
  MSER=MSER+1
  GO TO 2
20 J=J+1
  DO 6 I=1,17
  6 B(I,J)=A(I)
  IF(J.NE.NREC) GO TO 2
  DO 8 JK=1,17
  8 WRITE(JK)(B(JK,I),I=1,500)
  MGG=MGG+1
  J=0
  IF(MGG.EQ.4) GO TO 7
  GO TO 2
7 NANT=2000
  DO 70 JP=1,17
  REWIND JP
  IF(JP.EQ.3) GO TO 70
  JJ=0
  KU=0
12 KL=KU+1
  KU=MIN0(500,NANT-JJ*500)
  IF(KU.LE.0) GO TO 302
  KU=KU+JJ*500
  READ(JP) (C(I),I=KL,KU)
  JJ=JJ+1
```


.4B

09/07-69

```
GO TO 12
302 KU=2000
47 IF(JP.NE.2) GO TO 40
   OLD=0.
   DO 26 K=1,NANT
   IF(C(K).LT.0.1) GO TO 26
   M=INT(C(K))
   MAMP=MOD(M,10000)
   MTKN=M-MAMP
   AMP=FLOAT(MAMP)
   IF(MTKN-10000)24,25,24
24 OLD=OLD+AMP
   GO TO 26
25 OLD=OLD-AMP
26 C(K)=OLD
   PRINT 320,(C(I),I=1,NANT)
320 FORMAT(20F6.0)
40 IF(JP.LT.5.OR.JP.GT.6) GO TO 42
   DO 41 K=1,NANT
   IF(C(K).LT.10000.) GO TO 41
   C(K)=-C(K)+10000.
41 CONTINUE
42 IF(JP.LT.4.OR.JP.GT.5) GO TO 50
   PRINT 320,(C(I),I=1,NANT)
50 WRITE(20)(C(I),I=1,NANT)
   END FILE 20
70 CONTINUE
   STOP
   END
```

AD
N.5.1500. 1

CUTION STARTED AT 1056 -40

10/07-69

```

PROGRAM KNATTE
C   DETTA PROGRAM FÖRSÖKER LETA FRAM TRANSPORTFORDROJNINGEN FÖR GIVET
C   IN- OCH UTSIGNALPAR
C   NR       = ANTALET ÖVERLASTA PUNKTER
C   NP       = ANTALET UNDERSÖKTA PUNKTER
C   NN       = 2 FÖR EN IN- OCH EN UTSIGNAL
C   KANT(1) = ANTALET SKIPFILES FÖR ATT NA INSIGNALEN
C   KANT(2) = ANTALET SKIPFILES FÖR ATT NA UTSIGNALEN
C   KMIN     = MINSTA UNDERSÖKTA TRANSPORTFORDROJNINGEN
C   KMAX     = ANTALET UNDERSÖKTA TRANSPORTFORDROJNINGAR
C   DIMENSION U(2000),Y(2000),RUU(100),ROY(100),STD(100),B(100),
*BAD(2000),KANT(10)
  READ 11,NR,NP,NN,KANT
11  FORMAT(13I5)
  PRINT 1000,NR,NP,NN,KANT
1000 FORMAT(1X,3HNR=,I4,3X,3HNP=,I4,3X,3HNN=,I1,3X,8HKANT(1)=,I2,
*3X,8HKANT(2)=,I2)
  READ 14,KMIN,KMAX
14  FORMAT(2I5)
  PRINT 15,KMIN,KMAX
15  FORMAT(1X,5HKMIN=,I2,3X,5HKMAX=,I2)
  DO 12 I=1,NN
  KK=KANT(I)
  DO 13 J=1,KK
13  CALL SKIPFILE(20)
  NK=NP+NR
  READ(20)(BAD(L),L=1,NK)
  DO 12 II=1,NP
  IF(I.EQ.1) U(II)=BAD(II+NR)
  IF(I.EQ.2) Y(II)=BAD(II+NR)
12  CONTINUE
  CALL LSIRM(U,Y,2000,NP,RUU,ROY,100,B,KMIN,KMAX,V,V1,ALAMBDA,STD)
  N=KMAX
  PRINT 100
  PRINT 101,(B(I),I=1,N)
  PRINT 102
  PRINT 101,(STD(I),I=1,N)
  PRINT 103
  5  PRINT 101,V,V1,ALAMBDA
100  FORMAT(/5X*COEFFICIENTS*/)
101  FORMAT(5E20.10)
102  FORMAT(/5X*STANDARD DEVIATIONS*/)
103  FORMAT(/5X*LOSS FUNKTION AND LAMBDA*/)
  4  CONTINUE
  STOP
  END

```

10/07-69

```

SUBROUTINE LSIRM(U,Y,IA,NP,ROU,ROY,IB,B,NA,N,V,V1,ALAMBDA,STD)
DIMENSION U(IA),Y(IA),ROU(1B),ROY(1B),B(1B),E(2000),STD(1B)
COMMON XTX(100,100)
S=T=0.
DO 1 I=1,NP
S=S+U(I)
1 T=T+Y(I)
S=S/NP
T=T/NP
DO 2 I=1,NP
U(I)=U(I)-S
2 Y(I)=Y(I)-T
DO 4 ITAU=1,N
UUH=0.
DO 3 K=ITAU,NP
J=K-ITAU+1
3 UUH=UUH+U(K)*U(J)
LL=NP-ITAU+1
4 ROU(ITAU)=UUH/LL
NA1=NA+1
NAN=NA+N
DO 20 ITAU=NA1,NAN
UYH=0.
DO 21 K=ITAU,NP
J=K-ITAU+1
21 UYH=UYH+Y(K)*U(J)
LL=NP-ITAU+1
20 ROY(ITAU)=UYH/LL
DO 5 I=1,N
DO 5 J=1,N
XTX(I,J)=ROU(J-I+1)
5 XTX(J,I)=XTX(I,J)
CALL GJRV(XTX,N,1.E-08,IERR,100)
IF(IERR+1) 7,6,7
6 PRINT 100
100 FORMAT(/5X#MATRIX SINGULAR#/)
7 DO 8 I=1,N
B(I)=0.
DO 8 J=1,N
8 B(I)=B(I)+XTX(I,J)*ROY(J+NA)
YYH=0.
DO 9 I=1,NP
9 YYH=YYH+Y(I)*Y(I)
RYY=YYH/NP
S=0.
DO 10 I=1,N
10 S=S+B(I)*ROY(I+NA)
V1=RYY-S
DO 12 I=N,NP
E(I)=0.
DO 11 J=1,N
11 E(I)=E(I)-B(J)*U(I-J+1)
12 E(I)=E(I)+Y(I)
V=0.
DO 13 I=N,NP
13 V=V+E(I)*E(I)

```

FTNS.4B

10/07-69

```
V=V/(NP-N+2)
ALAMBDA=SQRT(V)
DO 14 I=1,N
14 STD(I)=ALAMBDA*SQRT(XTX(I,1)/(NP-N+1))
RETURN
END
```

LOAD

RUN. 3.1000. .1

EXECUTION STARTED AT 1038 -11

07/08-69

PROGRAM B0A6AFF

DETTA PROGRAM BESTÄMMER KOEFFICIENTERNA I SYSTEMMODELLEN FÖR PROCESSEN VID PM 4 BILLERUD, EXP 6

PROGRAMMET ARBETAR ENDAST MED TVÅ INSIGNALER OCH EN UTSIGNAL

I PROGRAMMET FINNS MÖJLIGHET ATT SÄTTA NÅGON ELLER NÅGRA AV KOEFFICIENTERNA LIKA MED NOLL FÖR EN SPECIELL SYSTEMORDNING.

DETTA SKER GENOM ATT PÅ SISTA DATAKORTET SÄTTA EN ETTA I POSITIONEN FÖR MOTSVARANDE KOEFFICIENT. MOT VARJE KOEFFICIENT SVARAR EN POSITION PÅ SISTA DATAKORTET I ORDNING A1, B1, C1 FÖR SYSTEMORDNING I.

DETTA SISTA DATAKORT MÅSTE VARA MED OCH SKALL I FALLET ALLA KOEFFICIENTER SKILDA FRÅN NOLL VARA BLANKT

ERFÖRDERLIGA SUBROUTINER

MISOIDM

PROIDE

RESTART

VVIVZ

GJRV

NSTABLE

FÖLJANDE PARAMETRAR LÄSES IN FRÅN KORT ENLIGT FORMATSATS 1 OCH STAR FÖR

NI = ANTALET INSIGNALER

NP = ANTALET PUNKTER

K1 = ANTALET SKIPFILES FÖR ATT NA INSIGNAL ANGA, SOM HAR MINST K

K2 = ANTALET SKIPFILES FÖR ATT NA INSTIGNAL FLÖDE, SOM HAR STORST K, FRÅN INSTIGNAL ANGA

K11 = ANTALET SKIPFILES FÖR ATT NA UTSIGNALEN FRÅN INSIGNAL FLÖDE

K12 = MINSTA UNDERSÖKTA TRANSPORTFÖRDRÖJNINGEN

K22 = STORSTA UNDERSÖKTA TRANSPORTFÖRDRÖJNINGEN

NR = ANTALET ÖVERLASTA PUNKTER

LSD1 = MINIMALA SYSTEMORDNINGEN I PROGRAMMET

LSD2 = MAXIMALA SYSTEMORDNINGEN I PROGRAMMET

BAD ÄR EN SLASKVEKTOR AV DIMENSTONEN MINST NP+K22+NR+1

DIMENSTON BAD(2100), KQ(2), KANT(2)

DIMENSTON NRA(70)

COMMON EF, V, Y, D(5), E(10), C(70), EC(70), V1(70), VCC(140), ECC(140),

*V2(70,70), DAT(6000)

READ 1, NI, NP, K1, K2, K11, K12, K22, NR, LSD1, LSD2

1 FORMAT(10I5)

PRINT 2, NI, NP, K1, K2, K11, K12, K22, NR, LSD1, LSD2

2 FORMAT(3X, 3HN1=, I5, 2X, 3HNP=, I5, 2X, 3HK1=, I5, 2X, 3HK2=, I5, 2X,

*4HK11=, I5, 2X, 4HK12=, I5, 2X, 4HK22=, I5, 2X, 3HNR=, I5, 2X,

*5HLS1=, I5, 2X, 5HLS2=, I5)

NT=NP*(NI+1)

KQ(1)=K22-K12

KQ(2)=0

KANT(1)=K1

KANT(2)=K2

DO 14 MM=1, NI

K1=KANT(MM)

DO 3 I=1, K1

3 CALL SKIPFILE(20)

HÄR LÄSES INSTIGNALEN IN I SLASKVEKTORN BAD TILL ETT ANTAL AV JJK

JJK=NP+NR+KQ(MM)+1

READ(20) (BAD(I), I=1, JJK)

DO 14 I=MM, NT, 3

KJK=NR+1+(1-MM)/3+KQ(MM)

14 DAT(I)=BAD(KJK+1) - BAD(KJK)

.58

07/08-69

```

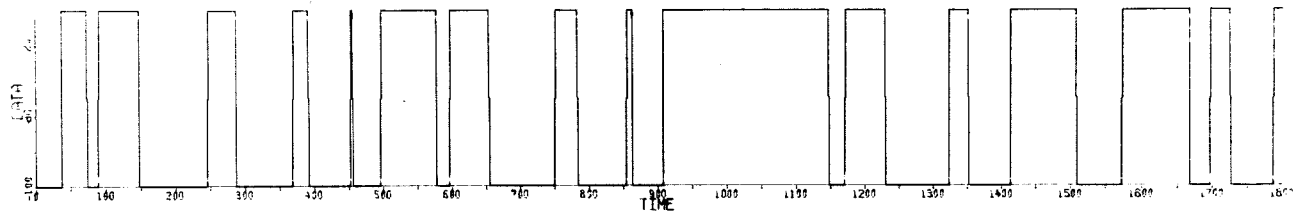
      DO 4 I=1,K11
4     CALL SKIPFILE(20)
C     HAR LASES UTSIGNALEN I SLASKVEKTORN BAD TILL ETT ANTAL AV JJJ
      JJJ=NP+K22+NR+1
      READ(20)(BAD(I),I=1,JJJ)
      K=K22
      DO 13 I=3,NT,3
      JKJ=K+I/3+NR
13     DAT(I)=BAD(JKJ+1) - BAD(KJK)
C     MED IN- OCH UTSIGNAL I RATT SEKvens BÖRJAR HAR IDENTIFIERINGSPROGRAMMET
      DO 12 I=LSD1,LSD2
      NKF=(NI+2)*I
      READ 100,(NRA(KAJ),KAJ=1,NKF)
100    FORMAT(15I1)
      CALL MISOTDM(1,NI,NP,IER,NRA)
      PRINT 6, IER
      6  FORMAT(/5X,4HTER=,I5)
      IF(IER-1) 8,9,8
      7  CALL RESTART(I,NI,NP,10,1,IER)
      8  IF(I-1) 9,11,9
C     TEST QUANTITY COMPUTET (F-TEST)
      9  TO=(VOLD-V)*(NP-(NI+2)*I)/(V*(NI+2))
      PRINT 10, TO
10     FORMAT(/5X,14HTEST QUANTITY=,F12.5)
11     VOLD=V
12     CONTINUE
      STOP
      END

```

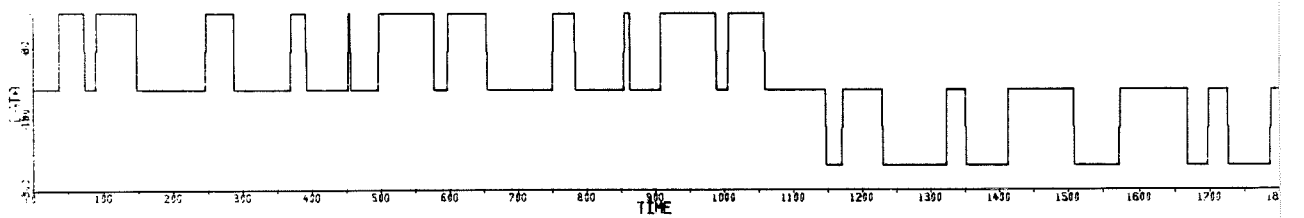
*20,5000, *1

ITION STARTED AT 2025 -49

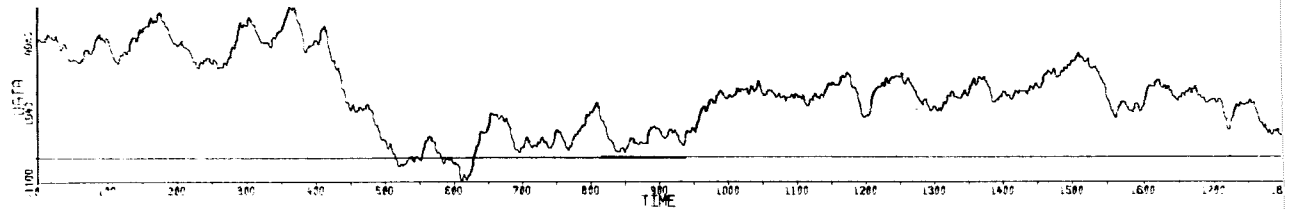
insignal: flödesstörning



insignal: ångstörning



utsignal: ytviktsavvikelse



utsignal: fukthalt

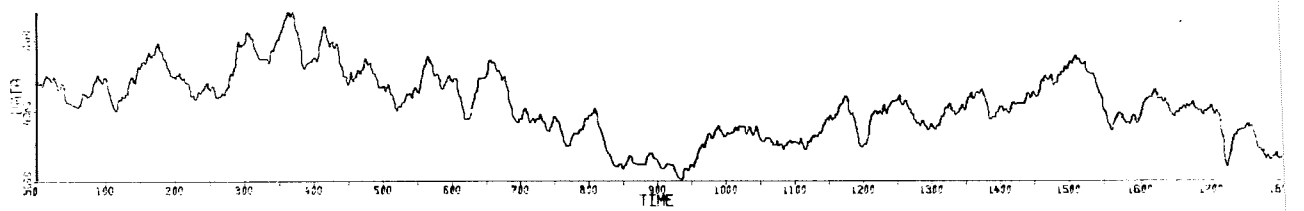


Fig 7. Plottningar av in- och utsignalerna för mätserie 6 utan differensbildning.

V	2516518	2489242	2369253	2354525	2336261
λ	50.165	49.892	48.675	48.523	48.335
a ₁	-0.581±0.024	-0.545±0.105	-1.576±0.098	-0.855±0.299	-1.442±0.199
a ₂		0.089±0.069	0.834±0.148	0.002±0.600	0.562±0.334
a ₃			-0.225±0.058	-0.068±0.472	-0.000±0.367
a ₄				-0.020±0.156	-0.201±0.255
a ₅					0.120±0.079
b ₁	0.081±0.083	0.037±0.085	0.135±0.082	0.157±0.083	0.097±0.083
b ₂		0.043±0.084	0.093±0.107	0.254±0.082	0.100±0.102
b ₃			0.257±0.086	0.363±0.101	0.174±0.104
b ₄				0.154±0.098	-0.026±0.115
b ₅					0.175±0.114
c ₁	0.267±0.027	0.316±0.103	-0.760±0.097	-0.031±0.298	-0.625±0.198
c ₂		0.176±0.043	0.022±0.074	-0.223±0.365	-0.150±0.219
c ₃			-0.172±0.045	-0.334±0.131	-0.084±0.194
c ₄				-0.249±0.043	-0.176±0.095
c ₅					0.135±0.054
TQ		7.283	33.611	4.145	5.172

Fig 1. Systemmodeller till femte ordningen för mätserie 6 flöde - ytvikt med k = 23 över 2000 punkter.

V	386620	379428	360523	355949	353594
λ	19.663	19.479	18.987	18.867	18.804
a ₁	-0.617±0.022	-0.504±0.090	-1.488±0.087	-2.335±0.139	-1.395±0.136
a ₂		0.062±0.064	0.666±0.139	2.231±0.224	0.050±0.164
a ₃			-0.150±0.058	-1.214±0.162	0.765±0.177
a ₄				0.331±0.052	-0.663±0.148
a ₅					0.266±0.060
b ₁	0.054±0.033	0.027±0.033	0.067±0.032	0.053±0.032	0.056±0.032
b ₂		0.015±0.032	0.032±0.039	-0.014±0.058	0.028±0.037
b ₃			0.097±0.033	0.040±0.057	0.043±0.040
b ₄				-0.006±0.045	-0.004±0.044
b ₅					0.001±0.045
c ₁	0.253±0.026	0.384±0.088	-0.648±0.085	-1.502±0.140	-0.555±0.136
c ₂		0.240±0.038	-0.047±0.071	0.811±0.128	-0.603±0.129
c ₃			-0.244±0.038	-0.448±0.074	0.230±0.119
c ₄				0.162±0.056	-0.238±0.105
c ₅					0.209±0.056
TQ		12.598	34.802	8.515	4.408

Fig 2. Systemmodeller till femte ordningen för mätserie 6 flöde - fukthalt med k = 23 över 2000 punkter.

V	2517478	2486767	2466639	2433551	2410534
λ	50.174	49.868	49.665	49.331	49.097
a ₁	-0.577±0.024	-0.532±0.104	0.216±0.193	-0.685±0.143	0.201±0.116
a ₂		0.089±0.069	-0.058±0.147	-0.017±0.175	-0.555±0.131
a ₃			-0.054±0.065	0.140±0.154	-0.096±0.111
a ₄				-0.182±0.071	0.372±0.069
a ₅					-0.358±0.058
b ₁	0.011±0.061	-0.014±0.062	0.024±0.062	0.012±0.062	0.008±0.062
b ₂		-0.055±0.062	0.008±0.083	-0.061±0.063	-0.040±0.092
b ₃			0.065±0.062	0.018±0.065	-0.030±0.094
b ₄				-0.080±0.063	-0.039±0.094
b ₅					-0.004±0.063
c ₁	0.265±0.027	0.027±0.102	1.078±0.191	0.168±0.143	1.061±0.117
c ₂		0.183±0.041	0.680±0.102	-0.067±0.123	0.156±0.219
c ₃			0.247±0.037	-0.029±0.102	-0.264±0.214
c ₄				-0.178±0.041	0.084±0.148
c ₅					-0.084±0.047
TQ		8.200	5.424	9.010	6.318

Fig 3. Systemmodellerna till femte ordningen för mätserie 6 ånga - ytvikt med k = 14 över 2000 punkter.

V	386652	378532	374026	370196	369001
λ	19.663	19.456	19.340	19.240	19.209
a_1	-0.612±0.022	-0.501±0.091	0.940±0.082	-0.576±0.138	0.315±0.150
a_2		0.067±0.065	-0.055±0.042	-0.123±0.167	-0.660±0.114
a_3			-0.456±0.064	0.195±0.127	0.111±0.125
a_4				-0.202±0.067	-0.013±0.070
a_5					-0.191±0.059
b_1	-0.014±0.024	-0.028±0.024	-0.018±0.023	-0.024±0.024	-0.191±0.024
b_2		-0.042±0.024	-0.056±0.038	-0.043±0.025	-0.065±0.038
b_3			-0.027±0.024	-0.007±0.026	-0.043±0.040
b_4				-0.023±0.027	-0.034±0.039
b_5					-0.042±0.025
c_1	0.252±0.026	0.382±0.089	1.827±0.081	0.306±0.137	1.199±0.150
c_2		0.242±0.037	1.363±0.084	-0.037±0.117	0.211±0.182
c_3			0.338±0.025	-0.008±0.099	-0.039±0.165
c_4				-0.192±0.037	-0.174±0.144
c_5					-0.157±0.041
TQ		14.258	7.994	6.856	2.143

Fig 4. Systemmodellerna till femte ordningen för mätserie 6 ånga - fukthalt med $k = 14$ över 2000 punkter.

V	7155169 84.588	6742106 82.110	6501040 80.629	6484455 80.526	6469500 80.433
a_1	-0.998±0.002	-1.433±0.103	-2.215±0.104	-2.681±0.260	-2.656±0.465
a_2		0.435±0.103	1.473±0.203	2.545±0.567	2.894±1.184
a_3			-0.257±0.099	-1.018±0.398	-1.996±1.105
a_4				0.154±0.105	0.977±0.490
a_5					-0.219±0.109
b_{11}	-0.026±0.100	-0.025±0.104	0.004±0.102	0.007±0.102	0.009±0.102
b_{12}		-0.056±0.104	-0.033±0.132	-0.036±0.166	-0.034±0.165
b_{13}			-0.008±0.105	0.053±0.167	0.033±0.187
b_{14}				-0.062±0.111	-0.016±0.179
b_{15}					-0.046±0.118
b_{21}	0.047±0.136	0.032±0.142	0.157±0.142	0.142±0.260	0.154±0.148
b_{22}		0.092±0.144	0.098±0.184	0.040±0.234	0.015±0.231
b_{23}			0.349±0.145	0.105±0.227	0.229±0.259
b_{24}				0.122±0.207	-0.027±0.226
b_{25}					0.235±0.210
c_1	0.356±0.018	-0.016±0.105	-0.836±0.104	-1.304±0.260	-1.278±0.181
c_2		0.072±0.053	-0.000±0.065	0.432±0.224	0.814±0.569
c_3			-0.100±0.042	-0.130±0.066	-0.582±0.234
c_4				0.049±0.049	0.093±0.087
c_5					0.022±0.055
TQ		30.511	18.429	1.270	1.144

Fig 5. Systemmodellerna till femte ordningen för mätserie 6 ånga, flöde - ytvikt för $k_1 = 14$ och $k_2 = 23$ över 2000 punkter.

V	629774 25.095	528862 22.997	504787 22.467	502500 22.417	501786 22.401
a ₁	-0.998±0.002	-1.420±0.048	-2.282±0.053	-1.720±0.282	-1.661±0.022
a ₂		0.424±0.048	1.598±0.104	0.446±0.677	0.244±0.222
a ₃			-0.316±0.051	0.325±0.529	0.586±0.453
a ₄				-0.052±0.137	-0.195±0.292
a ₅					0.026±0.078
b ₁₁	-0.014±0.027	-0.029±0.028	-0.026±0.028	-0.019±0.028	-0.020±0.029
b ₁₂		-0.045±0.028	-0.025±0.033	-0.037±0.028	-0.037±0.028
b ₁₃			0.012±0.029	0.009±0.029	0.009±0.031
b ₁₄				-0.024±0.030	-0.019±0.031
b ₁₅					-0.008±0.035
b ₂₁	0.033±0.036	0.020±0.039	0.082±0.039	0.086±0.039	0.073±0.040
b ₂₂		0.017±0.039	0.049±0.046	0.106±0.042	0.091±0.040
b ₂₃			0.109±0.040	0.146±0.043	0.124±0.049
b ₂₄				0.083±0.042	0.091±0.041
b ₂₅					0.065±0.043
c ₁	0.545±0.015	0.284±0.048	-0.625±0.052	-0.057±0.281	0.000±22.401
c ₂		0.192±0.037	-0.114±0.032	-0.341±0.217	-0.449±0.217
c ₃			-0.206±0.034	-0.308±0.042	-0.264±0.113
c ₄				-0.198±0.052	-0.195±0.077
c ₅					0.018±0.060
TQ		95.023	23.704	2.251	0.742

Fig 6. Systemmodellerna till femte ordningen för mätserie 6 ånga, flöde - fukthalt med $k_1 = 14$ och $k_2 = 23$ över 2000 punkter.

Appendix I.

Placering av data på hålkort.

På hålkorten finns de första 50 positionerna att tillgå för lagring av mätvärden och eftersom varje signal upptar 5 positioner erfordrades två kort för varje samplingstillfälle. Utrymme var reserverat för 5 insignaler samt tiden på första kortet, varför 14 utsignaler kunde registreras. Figur 1 visar de signaler, som registrerades under mätserie 1, samt hur de placerades på hålkort; figur 2 visar samma sak för mätserie 2-6.

De övriga 30 positionerna på varje kort användes för diverse interna koder. I positionerna 69-73 står ett löpande nummer, kallat sektornummer som anger lagringsposition på skivminnet. Under mätningarna användes sektornumren 13800-15999, och mätvärdena vid varje samplingstillfälle lagrades i en position. Sålunda står samma sektornummer på de två korten hörande till samma sampling. 2200 lagringspositioner fanns alltså tillgängliga och då samplingsintervallet var 1/1000 timme kunde mätserierna utsträckas över 2.2 timmar utan särskilda åtgärder. Möjlighet fanns emellertid att överföra data från skiva till kort under pågående mätning, så att sektorerna med de lägsta numren kunde användas två gånger och mätseriens längd på så vis ökas. Datamaskinen var emellertid i det närmaste fullbelagd under mätningarna varför överföringen till kort gick relativt långsamt. På grund av detta kunde vi maximalt uppnå cirka 2.5 timmars mätlängd.

I positionerna 75-80 står på kort 1 010500 och på kort 2 511000, detta för att enkelt se skillnad på kort 1 och kort 2.

Pos	Kort 1	Kort 2
1-5	Tid	Flöde
6-10	Flödesstörning	Virahastighet
11-15	-	Ventilläge ytvikt
16-20	-	Guskvakum
21-25	-	Ångtryck 2
26-30	-	Ångtryck 3
31-35	Ny fukthalt	Ångtryck 4
36-40	Inst ytvikt	Ångtryck 5
41-45	Avvikelse ytvikt	Ångtryck filttork
46-50	Gammal fukthalt	Abs. tryck inloppslåda

Fig 1. Placering av signaler på hålkort vid mätserie 1.

Pos	KORT 1	KORT 2
	Mätserie 2, 3/ 4 / 5 / 6	
1-5	Tid	Flöde efter maskinkar
6-10	Flödesstörn. /Ång-/Ång-/Ångstörn.	Ventilläge ytvikt.
11-15	- / - / - /Flödesst.	Fukthalt HMB 1
16-20	-	Guskvakum
21-25	-	Ångtryck grupp 4 bör
26-30	-	Ångtryck grupp 5 bör
31-35	Fukthalt	Ångtryck grupp 2 är
36-40	Avvikelse i ytvikt	Ångtryck grupp 3 är
41-45	Avvikelse tryck i inloppslåda	Ångtryck grupp 4 är
46-50	Konc. efter maskinkar	Ångtryck grupp 5 är

Fig 2. Placering av signaler på hålkort vid mätserie 2 - 6.

Appendix II.

Konvertering och redigering av data.

Den stora datamängden, cirka 30000 hålkort, medgav inte inläsning via Lunds datacentral, varför korten sändes till Uppsala, där de lästes in och lades på tape med hjälp av ett standardprogram. Detta program placerade informationer såsom kortbilder på tapen, men med en kod som erfordrar en speciell läsningsrutin samt anrop av subrutinen DECODE, se figur 1. Denna tape har nummer 1047 och kallas Grums.

```

2 K=INLAS(INA,KAR)
  IF(K)58,59,60
58 PRINT 122
122 FORMAT(15X*PARITETSFEL*)
  STOP
59 PRINT 123
123 FORMAT(15X*NORMAL END OF INPUT*)
  STOP
60 CALL DECODE(KAR)
  DO 61 I=1,10
61 D(I)=FFMT(5)
  K=INLAS(INA,KAR)
  IF(K) 58,59,62
62 CALL DECODE(KAR)
  DO 63 I=11,20
63 D(I)=FFMT(5)
  DO 64 I=1,3
64 A(I)=D(I)
  DO 65 I=4,17
65 A(I)=D(I+3)

```

Fig 1. Erforderliga satser för läsning på Grumstapen.

Genom looperna 64 och 65 placeras de 17 olika signalerna på varje kort i vektorn A(17). De tre insignalerna som ej använts hoppas härigenom över. Fört att hitta slutet på varje mätserie lades i kortlådorna, sist i varje mätserie ett kort med nior i de första fem positionerna och blankt för övrigt, samt därefter ett blankt kort eftersom korten läses parvis. Genom testen IF(A(1).LT. 99000) kan man på så vis hitta slutet på varje mätserie och vidta lämpliga åtgärder. Program Bille-
rud återges i sin helhet i bilaga 2. På grund av begränsat minnesutrymme används konstanten NREC = 500 som åstadkommer

att 500 samlingar i taget läses och skrivs på trumminne. Härigenom är det nödvändigt att läsa en logical record om 500 värden i sänder. Detta utföres med satserna

```

      JJ=0
      KU=0
12  KL=KU+1
      KU=MIN0(NREC,N(KS)-JJ*NREC)
      IF(KU.LE.0) GO TO 302
      KU=KU+JJ*NREC
      READ(JP) (C(I),I=KL,KU)
      JJ=JJ+1
      GO TO 12
302 KU=N(KS)

```

N(KS) är en vektor som anger antal mätpunkter i respektive mätserie. JP varierar från 1 till 17 och anger logisk enhet som skall avläsas. I detta fall är dessa logiska enheter trummor och varje logisk enhet innehåller en mätvariabel, så att på logisk enhet 1 ligger tiden lagrad, på logisk enhet 2 störsignalen etc. Överföring till tape Billerud (logisk enhet 20, tape 898) sker med satsen

```
WRITE (20)(C(I), I = 1, NANT)
```

där NANT är antal mätpunkter i den aktuella mätserien. Härigenom placeras data ordnade i ett antal logical records av den standardiserade längden 255 st värden. På grund härav måste en identisk sats användas vid läsning från tape 898. Vid identifieringen hade vi ofta behov av att läsa förbi ett antal värden i början av mätserierna och detta löstes genom att läsa in data på ovan nämnda sätt i en slaskvektor och därifrån plocka ut de önskade avsnitten. Program Billerud innehåller även en rad konverteringar av data. Sålunda konverteras insignalerna från kortens pulsregistreringar till den verkliga insignalen, en fyrkantsvåg. Signalens teckenbitar utgörs av de två första positionerna och positivt tecken symboliseras av 00 (två blanka), 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 eller 90, medan 10 betyder negativt tecken. Denna konvertering utföres med satserna

```

OLD=0.
DO 26 K=1,NANT
IF(C(K).LT.0.1) GO TO 26
M=INT(C(K))
MAMP=MOD(M,10000)
MTKN=M-MAMP
AMP=FLOAT(MAMP)
IF (MTKN-10000) 24,25,24
24 OLD=OLD+AMP
GO TO 26
25 OLD=OLD-AMP
26 C(K)=OLD

```

De tre siffrorna som följer på teckensiffrorna utgör amplituden.

De ut signaler som anger en differens mellan ärvärde och börvärde är även försedda med teckensiffror på samma sätt. Dock symboliseras positivt tecken av två blanka positioner (00) och negativt som tidigare av 10. Konvertering från tecken-symbol till tecken utföres med satserna

```

00 41 K=1,NANT
IF(C(K).LT.10000.) GO TO 41
C(K)=-C(K)+10000.
41 CONTINUE

```

På detta sätt lades som tidigare nämnts mätserierna 3, 4 och 6 upp på tape 898, samt även mätserie 5. Mellan varje serie mätvärden av en signal lades ett end of file, varigenom sammanlagt 65 filer om vardera cirka 2100 mätvärden erhöles. Filerna ligger ordnade enligt figur 2.

Mätserie	III	IV	VI	V	Innehåll
Fil nr	1	17	33	50	Tid
		18	34	51	Ångstörning
	2		35		Flödesstörning
	3	19	36	52	Fukthalt
	4	20	37	53	Avvikelse i ytvikt
	5	21	38	54	Tryckavvikelse i inloppslådan
	6	22	39	55	Koncentration efter maskinkar
	7	23	40	56	Flöde efter maskinkar
	8	24	41	57	Ventilläge ytvikt
	9	25	42	58	Fukthalt HMB 1
	10	26	43	59	Guskvacuum
	11	27	44	60	Tryck i ånggrupp 4 bör
	12	28	45	61	Tryck i ånggrupp 5 bör
	13	29	46	62	Tryck i ånggrupp 2 är
	14	30	47	63	Tryck i ånggrupp 3 är
	15	31	48	64	Tryck i ånggrupp 4 är
16	32	49	65	Tryck i ånggrupp 5 är	

Fig 2. Filernas placering och innehåll på tape 898.

Appendix III.

Beskrivning av identifieringsprogrammet ADA.

Det slutliga identifieringsprogram som använts representeras här av ADA3FY. ADA är beteckningen för identifieringsprogrammet medan 3FY indicerar vilken mätserie och vilka in- och ut-signalerna som behandlats. Sålunda står 3 för serie 3, F för flödesstörning och Y för ytviktsavvikelse. Analogt betyder ADA5AF serie 5 med insignalen ångstörning och utsignalen fukthalt.

Som framgår av figur 1 är programmet emellertid generellt utformat genom att de konstanter som styr identifieringen läses in från datakort enligt formatsats 1. Ovan nämnda beteckningar för, bortsett från dessa styrande konstanter, identiska program har tillkommit under arbetet endast av bekvämlighets-skäl.

Programmet undersöker sålunda olika mätserier med olika in- och utsignaler på ett enkelt sätt förutsatt att data ligger i filer som våra. Endast en serie kan dock bearbetas per körning. Vidare erbjuds möjlighet att under samma körning undersöka ett intervall transportfördröjningar för ett godtyckligt intervall systemordningar. För att möjliggöra ett studium av något inre intervall av data infördes en konstant NR, som anger antalet överlästa punkter. Enligt Appendix II erfordras för detta ändamål en slaskvektor vari serien som undersöks inläses från sin början, varefter önskat avsnitt uttages. Den för detta ändamål införda slaskvektorn heter BAD och användes även vid differensbildningen samt vid den förskjutning av data som motiveras av transportfördröjningen. Det är nödvändigt att BAD:s dimension är större eller lika $NP + K12 + NR + 1$. Denna summa, där alltså $NP =$ antalet studerade punkter, $K12 =$ den maximala undersökta transportfördröjningen, $NR =$ antalet överlästa punkter samt 1 som motiveras av differensbildningen, blir således det maximala antalet punkter som inläses i BAD under programmets gång.

Identifieringen utföres vid anrop av subrutinen MISOIDM. Denna rutin erfordrar det common-block som återfinnes i början av programmet. Vidare måste en vektor NRA deklarerars då man även

har möjlighet att under identifieringen hålla någon eller några av koefficienterna lika med noll. För varje systemordning som behandlas läses nämligen data från ett kort, placerat efter de ovan nämnda styrkortet, in i NRA. På detta kort stansas en etta i den position som motsvarar den koefficient man önskar sätta noll. För varje koefficient finns en position enligt formatsats 100 och för systemordning i står koefficienterna i ordning:

$$a_1, a_2, \dots, a_i, b_1, \dots, b_i, c_1, \dots, c_i$$

Då olika systemordningar studeras följer att ett "NRA-kort", blankt eller stansat, skall finnas för varje systemordning samt att dessa skall placeras i stigande ordning och efter det styrkort som utgör första datakort i kortdeckat.

I common-blocket finns en vektor DAT med den maximala dimensionen 6000. I denna vektor skall de signaler som identifieras ligga i ordning:

$$u_1, y_1, u_2, y_2, \dots$$

och där utsignalssamplingarna translaterats i tiden motsvarande den faktiska transportfördröjningen. Insignalen behandlas sålunda mellan satserna 3 och 14. Ur följderna av insignalsamplingar, som i sin helhet lästs in i BAD, utväljes önskat avsnitt som efter differensbildning lägges i DAT med udda indices. På motsvarande sätt förfäres med utsignalssamplingarna mellan satserna 4 och 13 där hänsyn till transportfördröjningen även tages och utsignalen återfinns i DAT med jämna indices.

Den yttre loopen 12 ger möjlighet att undersöka ett intervall olika transportfördröjningar och den inre loopen 12 erbjuder möjlighet att undersöka varierande systemordningar.

Efter sats 100 börjar så identifieringen där den i kapitel 3.1 omtalade F-testen även utföres. För djupare analys av subrutinerna hänvisas till referens nummer 2.

Ett exempel på utskrift för ett andra ordningens system finns i figur 2.

Figur 1.

19/06-69

```

PROGRAM ADA3FY
C   DETTA PROGRAM DESTAMMER KOEFFICIENTERNA I SYSTEMMODELLEN FOR PROCESSEN
C   VID PM4 BILLERUD.
C   PROGRAMMET ARBETAR ENDAST MED EN INSIGNAL OCH EN UTSIGNAL
C   I PROGRAMMET FINNS MOJLIGHET ATT SATTA NAGON ELLER NAGRA AV
C   KOEFFICIENTERNA LIKA MED NOLL FOR EN SPECIELL SYSTEMORDNING.
C   DETTA SKER GENOM ATT PA SISTA DATAKORTET SATTA EN ETTA I POSITIONEN FOR
C   MOTSVARANDE KOEFFICIENT, MOT VARJE KOEFFICIENT SVARAR EN POSITION PA SISTA
C   DATAKORTET I ORDNING AI, BI, CI FOR SYSTEMORDNING I.
C   DETTA SISTA DATAKORT MASTE VARA MED OCH SKALL I FALLET ALLA
C   KOEFFICIENTER SKILDA FRAN NOLL VARA BLANKT
C   ERFORDERLIGA SUBROUTINER
C       HISO1DM
C       PROIDE
C       RESTART
C       VV1V2
C       GJRV
C       NSTABLE
C   FOLJANDE PARAMETRAR LASES IN FRAN KORT ENLIGT FORMATSATS 1 OCH STAR FOR
C   NI =ANTALET INSIGNALER
C   NP =ANTALET PUNKTER
C   K1  =ANTALET SKIPFILES FOR ATT NA INSIGNALEN
C   K2  =ANTALET SKIPFILES FOR ATT NA UTSIGNALEN FRAN INSIGNALEN
C   K11 =MINSTA UNDERSOKTA TRANSPORTFORDROJNINGEN
C   K12 =STORSTA UNDERSOKTA TRANSPORTFORDROJNINGEN
C   K22 =STEGLANGD VID TRANSPORTFORDROJNINGSLOOPEN
C   NR  =ANTALET OVERLASTA PUNKTER
C   LSD1=MINIMALA SYSTEMORDNINGEN I PROGRAMMET
C   LSD2=MAXIMALA SYSTEMORDNINGEN I PROGRAMMET
C   BAD AR EN SLASKVEKTOR MED DIMENSIONEN MINST NP*K12+NR+1
C   DIMENSION BAD(2000)
C   DIMENSION NRA(70)
C   COMMON EE,V,Y,U(5),E(10),C(70),EC(70),V1(70),VCC(140),ECC(140),
C   *V2(70,70),DAT(6000)
C   READ 1,NI,NP,K1,K2,K11,K12,K22,NR,LSD1,LSD2
C   1 FORMAT(10I5)
C   PRINT 2,NI,NP,K1,K2,K11,K12,K22,NR,LSD1,LSD2
C   2 FORMAT(1X,3HN1=,I5,2X,3HNP=,I5,2X,3HK1=,I5,2X,3HK2=,I5,2X,
C   *4HK11=,I5,2X,4HK12=,I5,2X,4HK22=,I5,2X,3HNR=,I5,2X,
C   *5HLS1=,I5,2X,5HLS2=,I5)
C   NT=NP*(NI+1)
C   DO 3 I=1,K1
C   3 CALL SKIPFILE(20)
C   HAR LASES INSIGNALEN IN I SLASKVEKTORN BAD TILL ETT ANTAL AV JJK
C   JJK=NP+NR
C   READ(20)(BAD(I),I=1,JJK)
C   LOOPEN 14 LAGGER INSIGNALEN I VEKTORN DAT MED UDDA NUMMER.
C   DO 14 I=1,NT,2
C   KJK=NR+1+(I-1)/2
C   14 DAT(I)=BAD(KJK+1)-BAD(KJK)
C   DO 4 I=1,K2
C   4 CALL SKIPFILE(20)
C   HAR LASES UTSIGNALEN I SLASKVEKTORN BAD TILL ETT ANTAL AV JJJ
C   JJJ=NP+K12+NR+1
C   READ(20)(BAD(I),I=1,JJJ)
C   DO 12 K=K11,K12,K22

```

19/06-69

,4B

```

C LOOPEN 13 LAGGER UTSIGNALEN I VEKTORN DAT MED JAMNA NUMMER
C FORSKJUTNING AV UTSIGNALEN K STEG UTFORES
DO 13 I=2,NT,2
JKJ=K+I/2+NR
C 13 DAT(I)=BAD(JKJ+1)-BAD(JKJ)
C MED IN- OCH UTSIGNAL I RATT SEKvens BORJAR HAR IDENTIFIERINGSPROGRAMMET
DO 12 I=LSD1,LSD2
N3=3*I
READ 100,(NRA(KAJ),KAJ=1,N3)
100 FORMAT(15I1)
CALL MISIDM(I,NI,NP,IER,NRA)
PRINT 6, IER
6 FORMAT(/5X,4HIER=,I5)
IF(IER=1) 8,9,8
7 CALL RESTART(I,NI,NP,10,1,IER)
8 IF(I=1) 9,11,9
C TEST QUANTITY COMPUTET (F=TEST)
9 TQ=(VOLD=V)*(NP=(NI+2)*I)/(V*(NI+2))
PRINT 10, TQ
10 FORMAT(/5X,14HTEST QUANTITY=,F12,5)
11 VOLD=V
12 CONTINUE
STOP
END

```

DAD

N,10,5000, ,1

ECUTION STARTED AT 2314 *50

```

LOSS FUNCTION      3.7942796178+005
LAMBDA= 1.9478911+001

GRADIENT OF V
4.4834614-004 -8.1156194-004 -6.4095575-004  5.4415957-004 -3.6522001-004  1.0053126-002

INVERSE OF SECND DERIVATIVE MATRIX
2.1518711-005 -1.36227695-005 -1.59433964-007 -4.1206791-007  2.0256968-005  4.8426142-006
-1.36227695-005  1.0715805-005 -1.6775172-007  1.7701840-007 -1.3118996-005 -1.4888683-006
-1.59433963-007 -1.6775172-007  2.7981224-006  8.3970174-007 -9.4228449-008 -4.1558170-007
-4.1206791-007  1.7701840-007  8.3970174-007  2.7501616-006 -4.2439512-007 -1.7315068-007
2.0256968-005 -1.3118996-005 -9.4228449-008  4.2439512-007  2.0315376-005  4.7273783-006
4.8426142-006 -1.4888683-006 -4.1558170-007 -1.7315068-007  4.7273783-006  3.7348919-006

NEW ESTIMATION OF THE COEFFICIENTS
-5.0447296-001  6.2199491-002  2.7304934-002  1.4654760-002  3.8404260-001  2.4023676-001

STANDARD DEVIATIONS OF THE COEFFICIENTS
9.0359288-002  6.3764221-002  3.2583522-002  3.2303068-002  8.7796479-002  3.7644686-002

MAX COEFF CORRECTION IS LESS THAN 1.00000000-006

IER= 0
TEST QUANTITY= 12.59836

```

Figur 2. Exempel på utskrift från en andra ordningens modell.

Appendix IV.

Beskrivning av simuleringsprogrammet HUBERT.

Simuleringsprogrammet HUBERT, som i figur 1 exemplifieras med varianten HUB5AF, ger i form av plottdiagram, in- och utsignalen där dessa studeras med differens, residualerna, den simulerade deterministiska utsignalen samt skillnaden mellan den verkliga och den simulerade utsignalen. En beräkning av max och min för in- och utsignalerna göres och en modifiering av dessa extremvärden utföres för att få diagrammen med origo mitt på ordinatan. Programmet är begränsat till en in- och en utsignal.

Programmet är i övrigt generellt utformat och erfordrar för den skull inläsning av vissa styrparametrar. Den första av dessa är K1 som anger hur många mätserier som skall simuleras i samma körning. K1 anges på ett hålkort enligt formatsats 1. Av tidsskäl är det dock enklare att duplicera programmet om fler än en mätserie önskas simulerade, då man vid en och samma körning av flera mätserier måste spola tillbaka tapen till utgångsläget mellan varje serie.

På det datakort som därefter följer för varje mätserie anges systemordning, antal insignaler (1), antal samplingsintervall, två faktorer som styr framspolningen av tapen till önskade signaler, antalet överlästa samplingsintervall, transportfördröjningen, antal punkter per cm i x-led, x-axelns längd, y-axelns längd samt vilken typ av plot som önskas.

Ytterligare två kort skall ingå i den grupp som gäller varje mätserie, varav det första anger hur många variationer av ett system som skall simuleras. Detta för att möjliggöra en jämförelse av ett system där någon eller några av koefficienterna kan sättas lika med noll. Denna styrvariabel, KSYS, läses med formatsats 9. Det sista kortet i gruppen innehåller modellparametrarna i ordning

$$a_1, a_2, \dots, a_i, b_1 \dots b_i, c_1 \dots c_i$$

och dessa läses med formatsats 4. Det följer att det måste finnas KSYS stycken kort av sistnämnda slag bland styrkortet. Loopen 6 ombesörjer att in- och utsignalen, med medelvärdet

noll, lägges i vektorn DAT med udda respektive jämna indices. En beräkning av signalernas max och min utföres vid anrop av subrutinen MAXMIN mellan satserna 33 och 333. Därefter följer utskrift av extremvärdena enligt formatsats 340. Den ovan omtalade justeringen av extremvärdena, för att erhålla en symmetrisk y-axel, utföres och efter sats 1114 anropas subrutinen RITA, som med inlästa och beräknade variabler plottar in- och utsignalen.

Vid sats 6 läggs in- och utsignalen i DAT i ordning $u_1, y_1, u_2, y_2 \dots$ där förskjutningen av data motsvarande transportfördröjningen gjorts. Modellens koefficienter läses in enligt formatsats 4 och utskrift fås enligt formatsats 84. Subrutinen RESIDUAL beräknar residualerna, som placeras i vektor ERR, som ritas efter anrop av RITA. Vid anropet av DETERM beräknas den deterministiska utsignalen samt dess avvikelse från den verkliga och resultaten lägges i vektorerna ERR respektive REST. Till den deterministiska utsignalen adderas tidigare beräknat medelvärde för den verkliga utsignalen och efter förnyat anrop av RITA plottas denna. Ytterligare ett anrop av RITA plottar skillnaden i utsignal mellan de bägge modellerna.

För ett mera ingående studium av utnyttjade subrutiner hänvisas till referens nummer 2.

18/08-69

PROGRAM HUBSAY

```

C   DETTA PROGRAM BILDAR DIFFERANSERNA U(T+1)-U(T) OCH Y(T+1)-Y(T),
C   BERAKNAR MAX OCH MIN FOR SIGNALERNA SAMT PLOTTAR DESSA.
C   VIDARE BERAKNAS OCH PLOTTAS RESIDUALERNA, ERR=YDETERMINISTISK SAMT
C   REST=(Y-YDETERMINISTISK) MED SAMMA MAX OCH MIN SOM FOR Y, SOM
C   ALLTSA LIKSOM YDETERMINISTISK AR DIFFERANSER
C   NO  = SYSTEMORDNINGEN
C   NI  = ANTAL INSIGNALER
C   NP  = ANTAL PUNKTER
C   N(1)= ANTAL SKIPFILES FOR ATT NA INSIGNALEN
C   N(2)= ANTAL SKIPFILES FOR ATT FRAN INSIGNAL NA UTSIGNAL
C   NR  = ANTAL OVERLASTA PUNKTER
C   KT  = TRANSPORTFORDROJNINGEN
C   NX  = ANTAL PUNKTER PER CM I X-LED
C   S   = X-AXELNS LANGD I CM
C   SY  = Y-AXELNS LANGD I CM
C   KIND= 0 VANLIG PLOT
C   KIND=1 HISTOGRAMPLOT, MAX 1000 PUNKTER
C   KSYS=ANTAL SYSTEM SOM SIMULERAS.
C   ANTALET STARTVARDESKORT, MED RATT ANTAL PARAMETRAR, MASTE VARA = KSYS.
C   DIMENSION DAT(5000),ERR(2500),REST(2500),C(20),SU(10),BAD(2500),
C   *N(10)
C   COMMON DAT
C   EQUIVALENCE(BAD,REST)
C   HAR BORJAR LOOPEN FOR VARJE MATSERIE
C   READ 1,K1
1  FORMAT(I5)
C   DO 100 K=1,K1
C   READ 2,NO,NI,NP,N(1),N(2),NR,KT,NX,S,SY,KIND
C   PRINT 3,NO,NI,NP,N(1),N(2),NR,KT,NX,S,SY,KIND
2  FORMAT(8I5,2F5.0,I5)
3  FORMAT(1X,3HN0=,I1,3X,3HNI=,I1,3X,3HNP=,I4,3X,5HN(1)=,I2,3X,
C   *5HN(2)=,I2,3X,3HNR=,I4,3X,3HKT=,I2,3X,3HNX=,I3,3X,2HS=,F3.0,3X,
C   *3HSY=,F2.0,3X,5HKIND=,I1)
C   NT=NP*(NI+1)
C   N/A=NI+1
C   N/B=NO*(NI+2)
C   HAR BORJAR LOOPEN , SOM LAGGER IN OCH UTSIGNALEN I VEKTORN DAT MED
C   MEDELVADET NOLL
C   DO 6 KL=1,NZA
C   NF=N(KL)
C   DO 8 I=1,NF
8  CALL SKIPFILE(20)
C   JJ=NR+NP+KT+1
C   READ(20)(BAD(I),I=1,JJ)
C   LJ=JJ-1
C   DO 33 LL=1,LJ
33  ERR(LL)=BAD(LL+1)-BAD(LL)
C   CALL MAXMIN(ERR,2500,LJ,CMIN,CMAX)
C   DIFF=AMOD(CMAX,100.0)
C   IF (ABS(DIFF).LT.0.1) GO TO 330
C   IF (CMAX.LT.0.0) GO TO 330
C   YMAX=CMAX-DIFF+100.
C   GO TO 331
330 YMAX=CMAX-DIFF
331 DIFF=AMOD(CMIN,100.0)

```

18/08-69

58

```

IF (ABS(DIFF).LT.0.1) GO TO 332
IF (CMIN.GT.0.0) GO TO 332
YMIN=CMIN-DIFF-100.
GO TO 333
332 YMIN=CMIN-DIFF
333 CONTINUE
LFIL=N(1)+1
IF (KL.EQ.2) LFIL=LFIL+N(2)
PRINT 340,YMIN,YMAX,LJ,LFIL
340 FORMAT (/5X,4HMIN=,F4.0,1X,4HOCH ,4HMAX=,F4.0,1X,5HOVER ,I4,
*1X,14HPUNKTER I FIL ,I2,1X,
*39HDA DIFFERENSEN PA FILENS SIGNAL BILDATS/)
DO 341 LL=1,LJ
341 BAD(LL)=ERR(LL)
IF (YMAX.GT.0.0.AND.YMIN.GE.0.0) GO TO 1111
IF (YMAX.LE.0.0.AND.YMIN.LT.0.0) GO TO 1112
IF (YMAX.GT.0.0.AND.YMIN.LT.0.0) GO TO 1113
1111 YMIN=0.
GO TO 1114
1112 YMAX=0.
GO TO 1114
1113 IF (ABS(YMAX).GT.ABS(YMIN)) GO TO 1115
YMAX=-YMIN
GO TO 1114
1115 YMIN=-YMAX
1114 CONTINUE
CALL RITA(BAD,2500,LJ,YMIN,YMAX,NX,S,SY,KIND)
SU(KL)=0.
NNR=NR+1+(KL-1)*KT
JU=NNR+NP-1
DO 5 J=NNR,JU
5 SU(KL)=SU(KL)+BAD(J)
SU(KL)=SU(KL)/NP
DO 6 J=NNR,JU
JA=NZA*(J-NNR)+KL
6 DAT(JA)=BAD(J)-SU(KL)
READ 9,KSYS
9 FORMAT(I5)
DO 100 LC=1,KSYS
READ 4,(C(I),I=1,NZB)
PRINT 84,(C(I),I=1,NZB)
4 FORMAT(10F6.3)
84 FORMAT(1X,19HKOEFFICIENTERNA ARO/10F10.3)
CALL RESIDUAL(DAT,ERR,5000,NO,NP,C,1,NI,2500)
CALL RITA(ERR,2500,NP,YMIN,YMAX,NX,S,SY,KIND)
CALL DETERM(DAT,ERR,REST,5000,2500,NO,NP,C,NI)
DO 7 J=1,NP
7 ERR(J)=ERR(J)+SU(NZA)
CALL RITA(ERR,2500,NP,YMIN,YMAX,NX,S,SY,KIND)
CALL RITA(REST,2500,NP,YMIN,YMAX,NX,S,SY,KIND)
IF (K1.EQ.1) GO TO 100
REWIND 20
100 CONTINUE
STOP
END

```