



# LUND UNIVERSITY

## Identifiering av dynamiken hos en experimentpappersmaskin

### Del 3 : Mätning vid hög maskinhastighet

Häggman, Börje

1973

*Document Version:*  
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Häggman, B. (1973). *Identifiering av dynamiken hos en experimentpappersmaskin: Del 3 : Mätning vid hög maskinhastighet*. (STFI Meddelande Serie B 205). Svenska Träforskningsinstitutet (STFI).

*Total number of authors:*

1

#### General rights

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

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

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

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

#### Take down policy

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

LUND UNIVERSITY

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

**SVENSKA TRÄFORSKNINGSINSTITUTET**



**Identifiering av dynamiken hos en  
experimentpappersmaskin**

Del 3. Mätning vid hög maskinhastighet

Börje Häggman

**MEDDELANDE**

SERIE B

NR 205

FA B:22

## Innehållsförteckning

	sida
Sammanfattning	5
Införda beteckningar	9
Inledning	11
Allmän beskrivning av mätningarna	13
Försöksändamål	13
Allmänna förutsättningar	14
Val av kritiska försöksparametrar	16
Inledande analys av försöksutfallet	17
Modeller vid säckpapperskvalitet	23
Modeller för tjockmassaflöde	23
Analys av resultatet	24
Modeller för koncentration strax före inloppslåda	25
Analys av resultatet	28
Modeller för koncentration i läppöppning	29
Analys av resultatet	29
Modeller för torr ytvikt	32
Analys av resultatet	32
Modeller för vattenvikt	35
Analys av resultatet	36

	side
Modeller vid journalpappersproduktion	39
Modeller för koncentration strax före inloppslåda	39
Analys av resultatet	40
Modeller för koncentration i läppöppning	43
Analys av resultatet	45
Modeller för snabb dynamik i torr ytvikt	46
Analys av resultatet	49
Viragropens inverkan på dynamiken	50
Analys av resultatet	51
Analys av processens störningar	55
Autokorrelationsfunktioner för störningar	55
Korskorrelationsfunktioner för störningar	57
Jämförelser och tolkningar av deterministiska modeller	61
Appendix 1 Plottningar av modeller	67
Appendix 2 Beskrivning av givare	83
Litteratur	85
Acknowledgements	87

## Sammanfattning

NYCKELORD: *data processing*  
*experimental design*  
*low consistency*  
*mathematical models*  
*wet ends*

I denna rapport presenteras dynamiska modeller för våtpartiet på en pappersmaskin. Modellerna är enbart baserade på mätningar av processens dynamik, i detta fall en förhållandevis snabbt gående experimentpappersmaskin (XPM). Mätningar har gjorts vid såväl säck- som journalpappersproduktion. Tjockmassaflödet har genomgående använts som insignal. Mätning av inloppslådekonzentrationen har skett såväl strax före tvärfördelare som i själva läppöppningen. Modeller ges för båda dessa mätpunkter. Vidare ges modeller för torr ytvikt och vattenvikt då mätning av dessa storheter skett i en fix position tvärs maskinen på våt bana direkt efter presspartiet. Modellerna har i samtliga fall bestämts genom maximum-likelihood identifiering.

Sammanfattningsvis framgår att modellerna vid de två olika papperskvaliteterna skiljer sig genom att viragropens dynamik är av betydelse vid journalpappersproduktion. Vid modellering av exempelvis torr ytvikt tillkommer därför en långsam mod i beskrivningen av dynamiken vid journalpappersproduktion. Modeller för en och samma utsignal skiljer sig i övrigt nära nog utan undantag endast genom olika parametervärden

beroende på dels olika tunnmassaflöde dels olika effektiva blandningsvolymer i korta cirkulationen vid de två papperskvaliteterna.

I fortsättningen skall den för båda papperskvaliteterna gemensamma snabba processdynamiken för olika utsignaler sammanfattas.

Modellerna från de två mätpunkterna för inloppslådekonzentrationen visar, att en betydande del av blandningen sker i själva inloppslådan. För att noggrannt beskriva dynamiken i koncentration före inloppslådan måste vid säckpapperskvalitet en 3.-ordningens modell tillgripas. Modellen leder till en dynamik med en stor översläng i stegsvaret. Denna effekt härrör dock från tjockmassadoseringssystemet, vars dynamik påverkar koncentrationen till följd av den låga effektiva blandningsvolymen. Vid journalpappersproduktion är dynamiken i nämnda mätpunkt för koncentration betydligt långsammare. I detta fall räcker en modell av 2.-ordningen. Eftersom en betydande blandning därefter sker i inloppslådan blir dynamiken i koncentration i läppöppningen långsammare än före inloppslådan. Modellernas översläng i stegsvaret kommer till följd av detta att reduceras väsentligt. För att noggrannt beskriva dynamiken i koncentration i läppöppningen räcker genomgående modeller av 2.-ordningen.

Modellerna för torr ytvikt skiljer sig från modellerna för koncentrationen i läppöppningen. En närmare analys visar, att detta i första hand beror på att virahastigheten beror av tjockmassaflödet. Dynamiken i torr ytvikt kommer av denna anledning att bli sammansatt av utsignalerna från två olika dynamiska delsystem. Det ena delsystemet utgör en beskrivning av blandningsprocessen i korta cirkulationen och avvattningen på viran, medan det andra beskriver virahastighetens insignalberoende. Först när en detaljerad modellering gjorts av det senare delsystemet kan en analys göras av viraretentionsfaktorns betydelse för dynamiken i torr ytvikt. Den sammansatta dynamiken förklarar emellertid varför modeller för torr ytvikt vid hög insignalamplitud blir av högt ordningstal. För att noggrannt beskriva dynamiken i torr ytvikt, förutom ovan angivna inverkan från viragropen vid journalpappersproduktion, måste modeller av 3.-ordningen tillgripas. Detta ordningstal erhöles även vid de tidigare mätningarna vid låg maskinhastighet. Inverkan från variabel virahastighet är dock i detta fall mer markerat.

Det kan tilläggas att modellerna för vattenvikten nära nog är identiska med ovan beskrivna ytviktsmodeller. Detta resultat är ekvivalent med att fukthalten är konstant.

Data och modeller från mätningen vid säckpappersproduktion har vidare använts för en analys av processens störningar. Därvid har framkommit att störningarna i torr ytvikt har en standardavvikelse på  $0,65 \text{ g/m}^2$  och korrelerar upp till ca 8 s. En övervägande del av dessa störningar kan återfinnas redan i inloppslådans koncentration. Störningarna i de två mätpunkterna för inloppslådekongcentration är dock olika. Detta sammanhänger med att givaren vid läppöppningen har en mycket liten mätvolym (ca  $10^{-8} \text{ m}^3$ ). Störningarna blir därför här av karaktären vitt brus, med en standardavvikelse på 0,22 g/l. Störningarna i koncentration strax före tvärfördelare har däremot en standardavvikelse på 0,07 g/l och korrelerar starkt med störningarna i torr ytvikt. En betydande del av störningarna i torr ytvikt härrör vidare från variationer i virahastigheten. Slutligen kan påpekas att störningarna i torr ytvikt och vattenvikt till sin karaktär nära nog är identiska.

## Införda beteckningar

XPM	= experimentpappersmaskinen vid Svenska Träforskningsinstitutet
PRBS	= pseudo random binary sequence
$G(s)$	= överföringsfunktion
$T_d$	= löptid (s)
$T_i$	= tidskonstant (s)
$T$	= tidskonstant (s)
$q$	= skiftoperatorn
$A(q)$	= polynom i pulsöverföringsfunktion
$B(q)$	= polynom i pulsöverföringsfunktion
$C(q)$	= polynom i pulsöverföringsfunktion
$n$	= ordningstal på modell
$V_n$	= förlustfunktionens värde då modellens ordningstal är $n$
$F_{n+1,n}$	= testkvantitet vid test av ordningstal $n+1$ mot $n$
$\lambda$	= variansparameter
NP	= antal punkter på vilka beräkningar utförts
$T_s$	= samplingsintervall (s)
$\tau$	= tidsförskjutning (s)
$R(\tau)$	= korrelationsfunktion



10.

W = torr ytvikt

$U_w$  = virahastighet

## Inledning

I en tidigare rapport i denna serie har dynamiska modeller för våtpartiet på en pappersmaskin härletts ur fysikalisk grundkunskap om processen (1). I därpå följande rapporter har modeller presenterats, som enbart varit baserade på mätningar av processens dynamik. Två av dessa mätningar utfördes på experimentpappersmaskinen vid STFI vid en extremt låg maskinhastighet för två helt olika papperskvaliteter, säck- resp. journalpapper (2), (3). Slutligen har resultaten givits från mätningar på en stor, snabb tidningspappersmaskin (4).

Förutsättningarna för mätningar på XPM har emellertid väsentligen förändrats. Givare för ytvikt och fukt på våt bana har införskaffats. Vid mätningar kan då betydligt högre maskinhastigheter väljas, genom att det långsamma torkpartiet ej längre behöver användas.

Ändamålet med mätningarna kan i detta fall således helt allmänt sägas vara, att undersöka om en drastisk ökning av maskinhastigheten leder till en avgörande förändring av tidigare funnen dynamik. Förbättrade möjligheter för mätning av lågkoncentrationer skall likaså tillvaratas.

Det bör påpekas att vissa avsnitt i denna rapport av utrymmesskäl måste behandlas helt summariskt. Sålunda hänvisas till tidigare rapporter samt litteraturhänvisningarna för en detaljerad beskrivning av dimensioneringsreglerna för identifieringsförsök samt av maximum-likelihood metoden.

## Allmän beskrivning av mätningarna

I detta avsnitt skall en allmän beskrivning ges av de utförda mätningarna. Försöksändamål och förutsättningar specificeras. Valet av vissa kritiska parametrar för identifieringsförsöken diskuteras. Ett allmänt omdöme om försöksutfallet avslutar detta kapitel.

### Försöksändamål

Den experimentellt funna dynamiken hos XPM vid extremt låg maskinhastighet och olika papperskvaliteter har behandlats i tidigare rapporter. Allmänt sett har ändamålet med mätningarna i detta fall varit, att undersöka om en drastisk ökning av maskinhastigheten leder till en avgörande förändring av den tidigare funna dynamiken. Mera i detalj kan försöksändamålet formuleras på följande sätt:

- bestämning av linjära, deterministiska modeller för torr ytvikt, vattenvikt samt lågkoncentrationer i våtpartiet vid tjockmassaflödesändringar då produktionen består av säck- resp. journalpapper,
- analys av processens störningar samt angreppspunkter för dessa.

Notera att ovanstående målsättning nära nog är densamma, som vid tidigare mätningar på XPM. I detta fall görs dock mätningarna vid endast en insignalamplitud.

Allmänna förutsättningar

Den väsentliga förändringen i förutsättningarna för mätningar på XPM består i att givare för ytvikt och fukt hos våt bana har införskaffats. Vid mätningarna har av denna anledning torkpartiet ej behövt användas. Maskinhastigheten har därmed kunnat väljas väsentligt högre än vid tidigare mätningar.

Sammanfattningsvis förelåg följande värden på väsentliga maskinparametrar vid mättillfällena:

	mätning 1 (säckpapper)	mätning 2 (journalpapper)
maskinhastighet	4,2 m/s	3,5 m/s
eff. läppöppning	0,02 m	0,011 m
totaltryck	8516 Pa	6020 Pa
nivå i inloppslåda	0,37 m	0,37 m
retentionsfaktor (medelvärde)	0,87	0,70

Konstruktionsdata för XPM samt massarecept återfinns i (2) och (3).

Instrumenteringen av mätningarna framgår av fig. 1. Inloppslådekoncentrationen har uppmätts såväl strax före tvärfördelaren, som i läppöppningen. Då mätning av koncentrationen i viragropen tillika skett kan en mycket detaljerad bild av blandningsprocessen erhållas med denna givaruppsättning. Ytvikt och fukt har uppmätts i en fix position tvärs maskinen efter 4.-press. Samtidig mätning av koncentrationen vid läppöppningen och torr ytvikt ger dessutom ett experimentellt underlag för en analys av viraretentionsfaktorns betydelse för dynamiken i torr ytvikt. Självfallet har mätning av lerakoncentrationen i viragropen endast skett vid mätning 2. Under mätning 1 uppmättes i stället totaltrycket i inloppslådan. För en närmare beskrivning av de använda givarna hänvisas till (2) samt appendix 2.

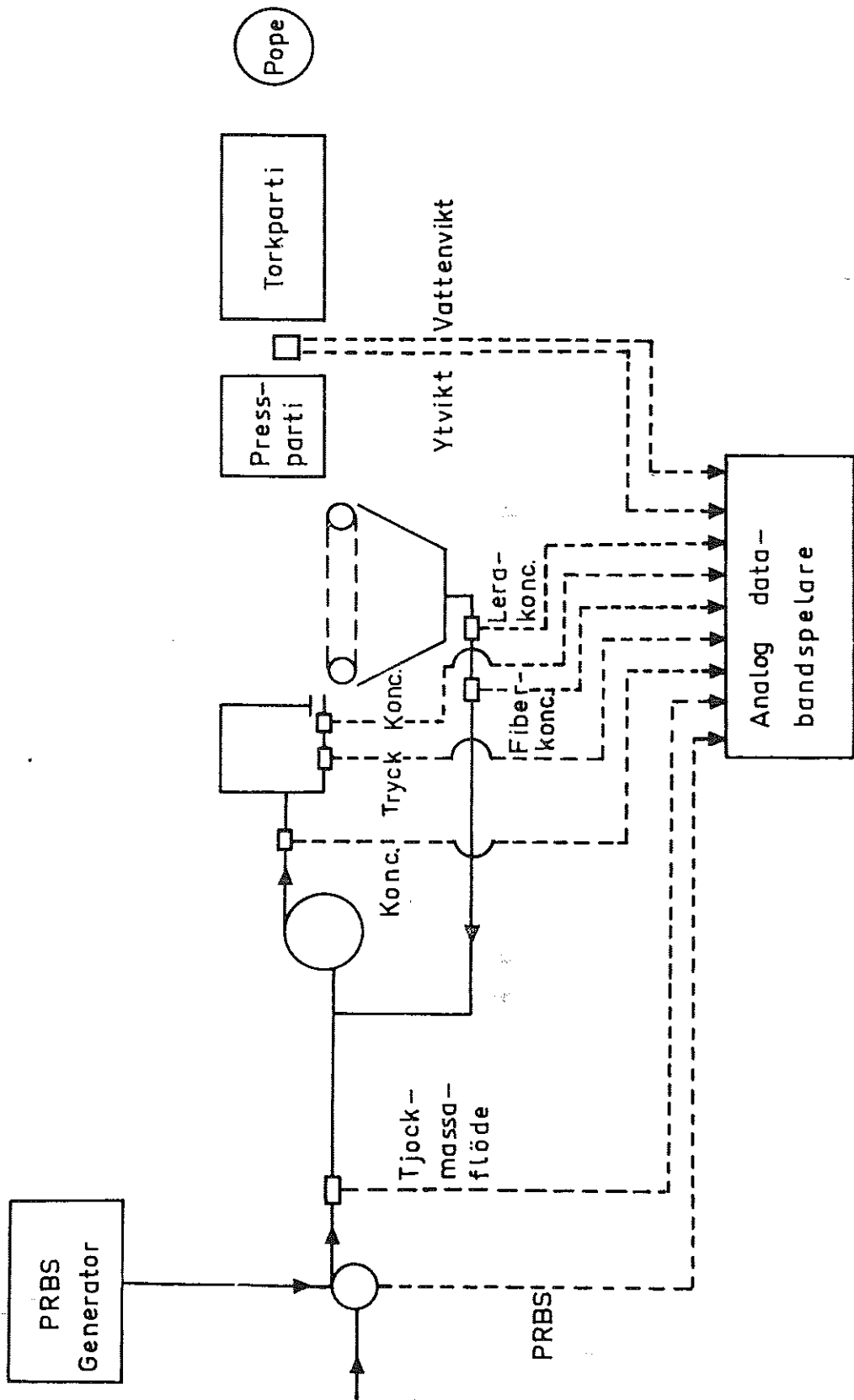


Fig. 1. Instrumenteringen av identifieringsförsöken på XPM.

### Val av kritiska försöksparametrar

I (2) ges i en utförlig diskussion regler för val av vissa kritiska försöksparametrar för identifieringsförsök ur *á priori* kunskap om processen. En före mätningarna gjord stegsvarsanalys visar att tidskonstanten i torr ytvikt kan uppskattas till 3 - 5 s. För inloppslådekoncentrationen fås på motsvarande sätt 1 - 5 s beroende på mätställe och papperskvalitet. För att med säkerhet kunna bestämma dynamik med denna snabbhet har samplingsintervallet valts till 1 s. Av stegsvarsanalysen framgår också att viragropens dynamik är av betydelse vid journalpappersproduktion. Dynamiken är dock långsam (tidskonstant  $\geq 60$  s). För att underlätta bestämningen av denna långsamma dynamik har en längre tidbas använts vid mätning 2 jämfört med mätning 1. Av samma anledning har i början av varje mätning insignalen hållits vid sina två nivåer under varierande men långa hålltider (1 - 15 min.).

Sammanfattningsvis valdes följande parametervärden för de två mätningarna. Om inget annat anges gäller ett val av parameter för båda mätningarna.

Insignal: PRBS med tidbasen 6 resp. 12 s och längden 63, kopplad som börvärde för tjockmassadoseringssystemet.

Insignalamplitud: Amplituden i tjockmassaflödet valdes så, att den skulle motsvara ett variationsområde på  $\pm 4 \text{ g/m}^2$  räknat på torr ytvikt.

### Mättid och statio-

nära intervall: Vid varje mättillfälle har registrering skett av utsignalerna under tre hela PRBS perioder. Dessutom har i båda fallen flera "stegändringar" gjorts i insignalen med hålltider i området 1 - 15 min. Totala mättiden för varje försök kom med detta arrangemang att uppgå till ca 2 timmar.

Inledande analys av försöksutfallet

I fig. 2 - 5 återges avsnitt med utseendet på insignalen och samtliga utsignaler vid de två mätningarna. Det bör påpekas att samtliga givarsignaler filtrerats med en tidskonstant på ca 1/10 av den förväntade tidskonstanten hos dynamiken för resp. signal. Av figurerna följer att doseringssystemets dynamik ger upphov till en översläng hos tjockmassaflödet vid en nivåändring. Denna effekt är mer utpräglad vid mätning 1. Det bör dock här observeras att flödesmätarens egen tidskonstant är så stor, att utsignalen strängt taget endast utgör en filtrerad flödessignal. Tjockmassaflödet har i verkligheten en snabbare dynamik med en betydligt större (50 - 100 %) översläng i stegsvaret. Dynamiken i koncentrationen före inloppslådan är mycket snabb med en stor översläng. Detta gäller speciellt vid mätning 1. Givaren för koncentrationen vid läppöppningen har en mycket liten mätvolym (ca  $10^{-8} \text{ m}^3$ ). Detta förorsakar under mätning 1 ett kraftigt "mätbrus". Beträffande koncentrationen i viragropen kan under mätning 1 långsamma störningar noteras. Fiberkoncentrationen under mätning 2 har dessvärre ritats med felaktig känslighet. Det framgår dock att endast små förändringar sker i denna utsignal. Variationerna i lera-koncentration kan däremot mycket väl tänkas vara deterministiska. Dynamiken i torr ytvikt och vattenvikt är vid båda mätningarna av oscillativ karaktär. Notera för övrigt den stora likheten mellan de två sistnämnda utsignalerna. Slutligen kan konstateras att inga onormalt stora störningar förekommer i totaltrycket under mätning 1.

Det kan påpekas att innan modellering skett av utsignalerna har driften i data eliminerats. Detta har skett genom linjär regression över samtliga punkter, som ingått vid beräkningarna.

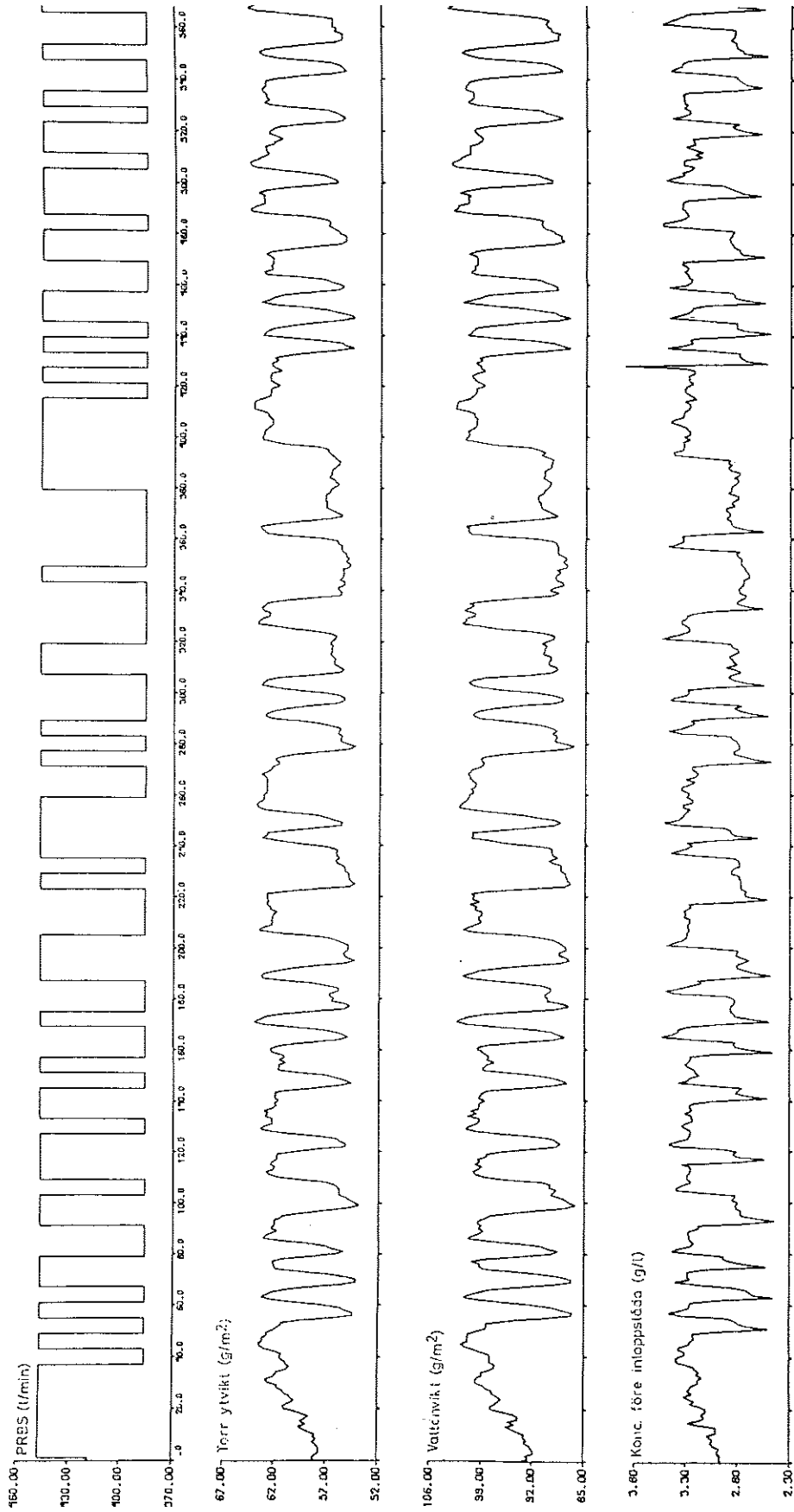


Fig. 2. In- och ut signaler vid mätning under säckpappersproduktion.



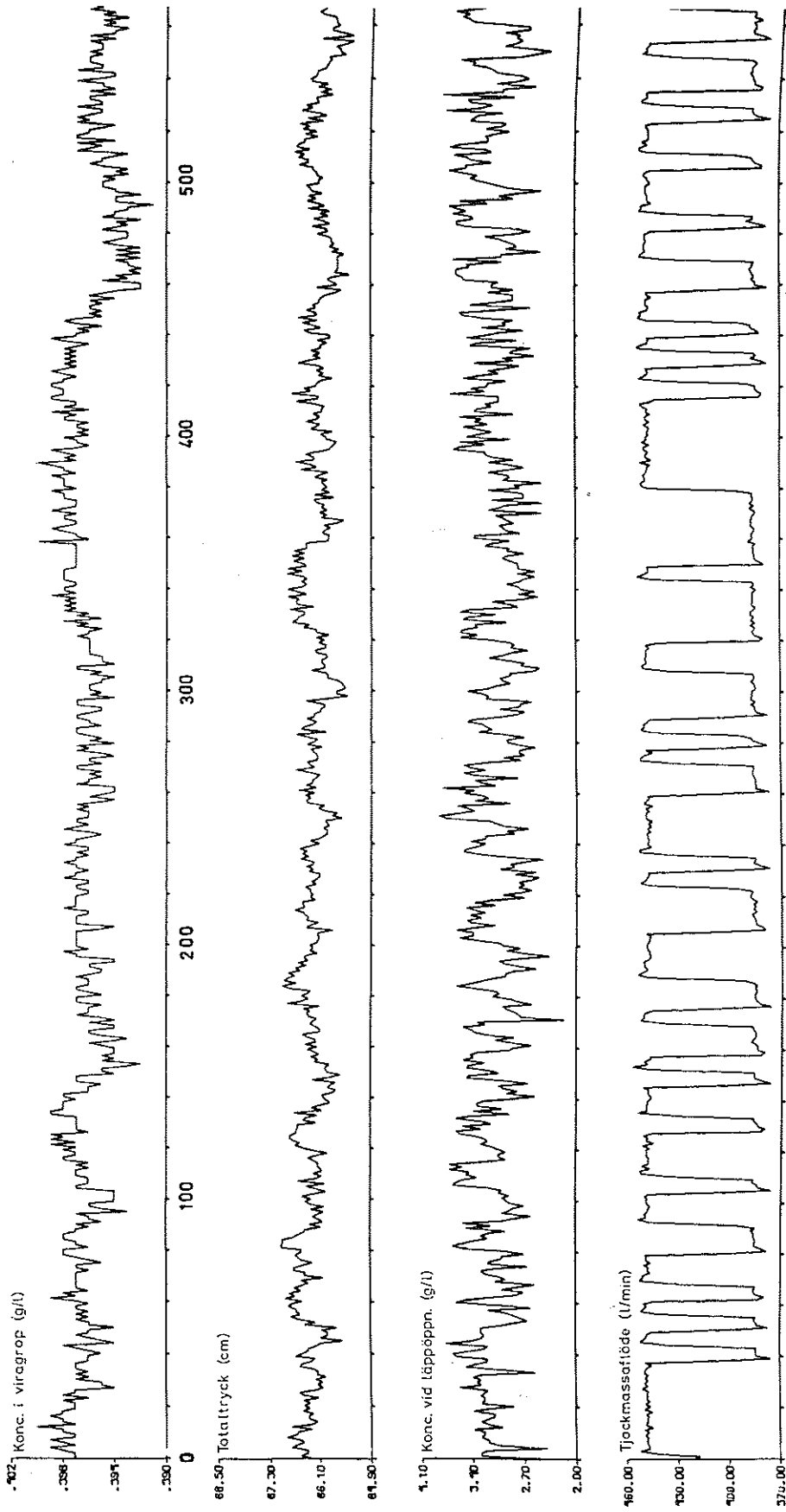


Fig. 3. Ytterligare utsignaler vid mätning under säckpappersproduktion.

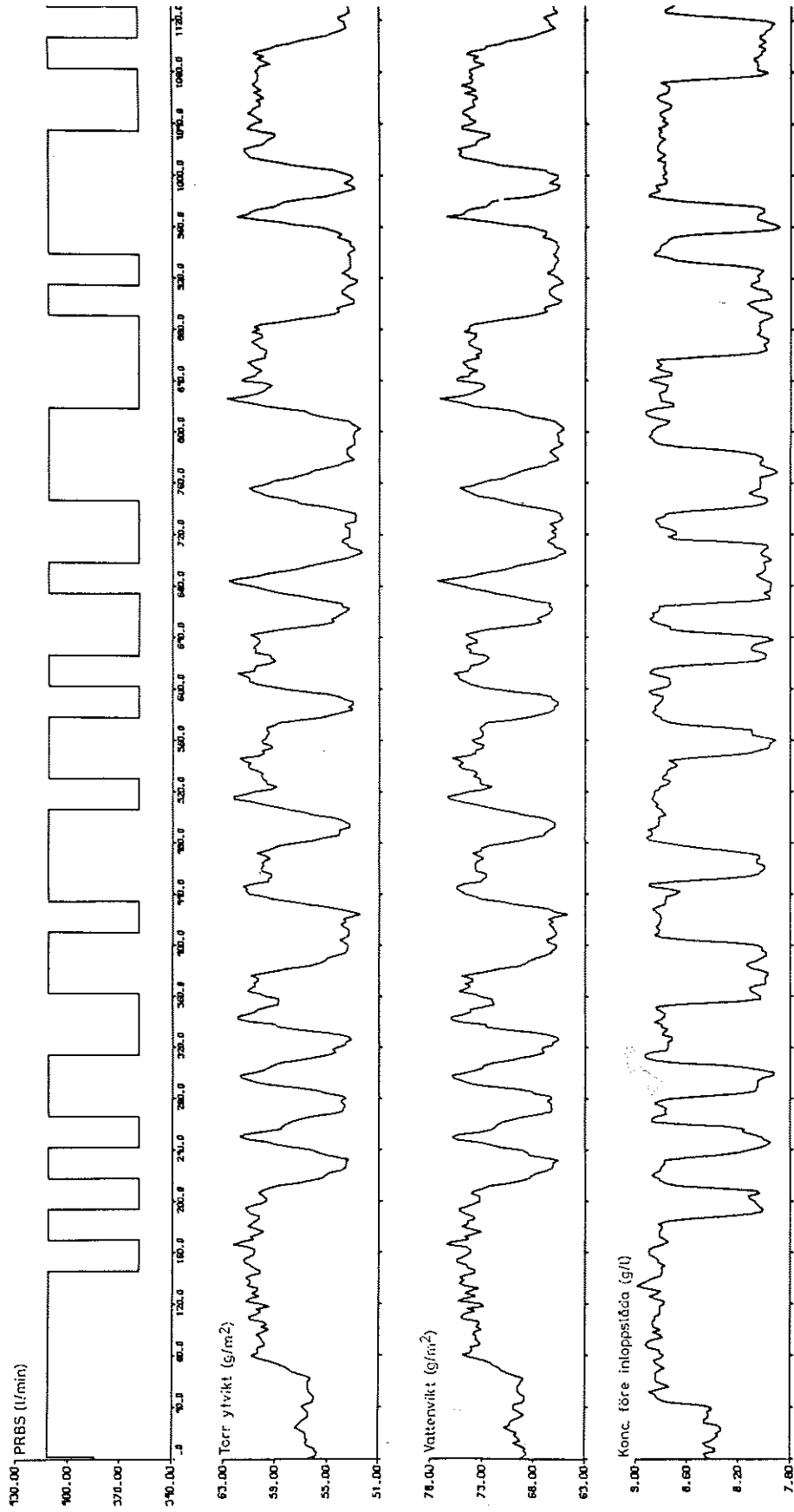


Fig. 4. In- och utsignaler vid mätning under journalpappersproduktion.

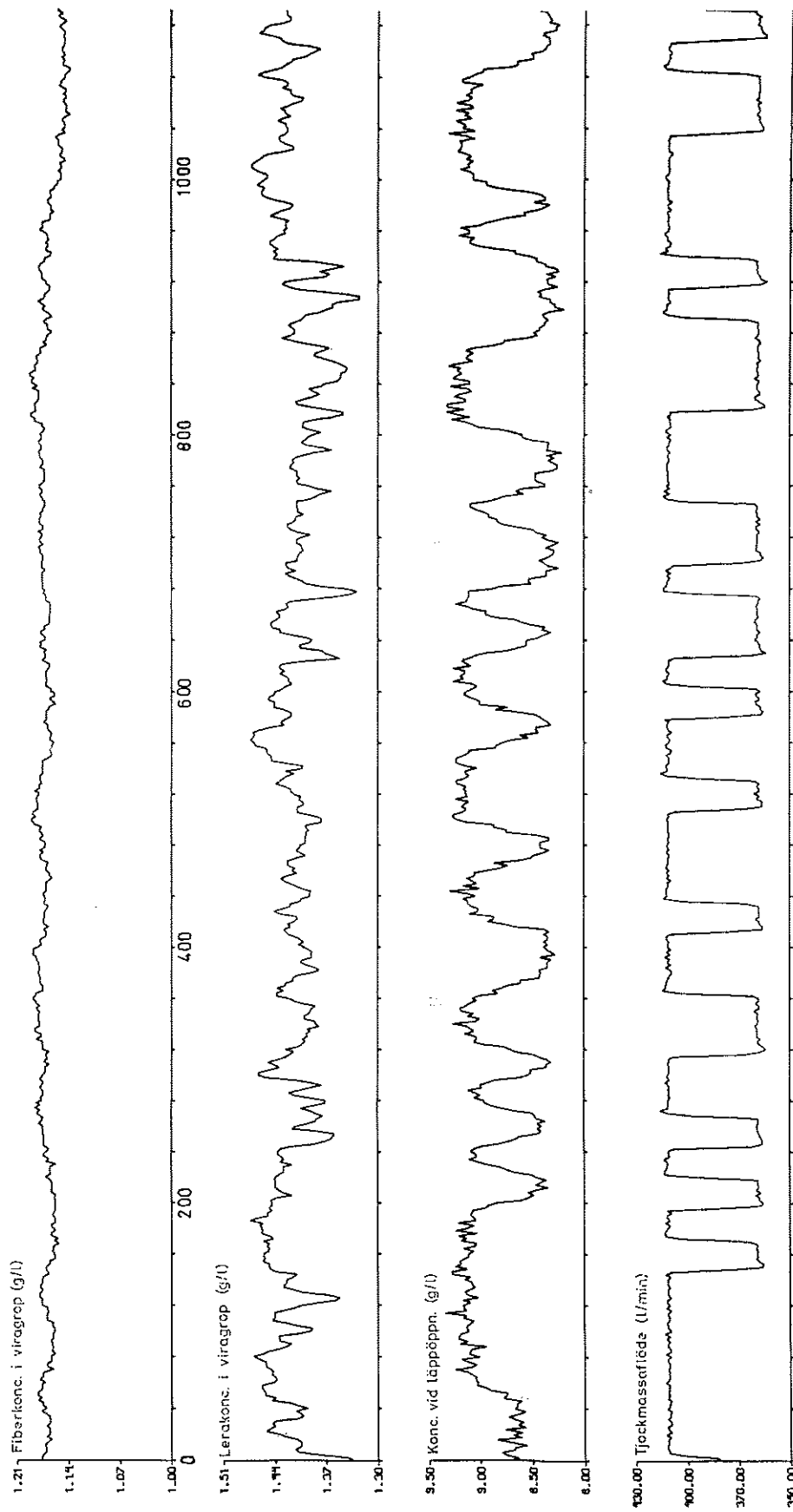


Fig. 5. Ytterligare utsignaler vid mätning under journalpappersproduktion.

## Modeller vid säckpapperskvalitet

I detta avsnitt kommer maximum-likelihood modeller att ges för utsig-  
naler till mätning 1. Modellerade storheter är tjockmassaflöde, in-  
loppslådekoncentration, torr ytvikt och vattenvikt. PRB-sekvensen har  
genomgående använts som insignal. Beräkningarna av parametrarna har  
skett på 1000 punkter med samplingsintervallet 1 s. Inga data från  
"stegändringarna" i början av mätningen har ingått vid beräkningarna.  
Data och modeller från mätning 1 kommer i ett senare avsnitt att även  
användas vid en analys av processens störningar.

### Modeller för tjockmassaflöde

Modellerna för tjockmassaflödet är självfallet ej beroende av pappers-  
kvalitet, men behandlas ändå i detta avsnitt, eftersom data erhållits  
vid mätning 1. Förlustfunktionens värden och parametervärden för er-  
hållna modeller ges i tabell 1 - 2.

Löptid (s)	$V_1$	$V_2$	$V_3$	n	$F_{n+1,n}$	Statisk förstärkn.
0	0,80	0,56	0,55	1	108	1,038
				2	3,0	1,014
				3		1,008

Tabell 1. Förlustfunktionens värden för modeller för tjockmassa-  
flödet.  $NP = 1000$ .

Löp- tid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3		
	a-parametrar	b-parametrar	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar	c-parametrar
0	-0,132±0,008	0,901±0,008	-0,097±0,033	-0,220±0,060	0,863±0,006	-0,181±0,073	-0,275±0,003	0,859±0,003	-0,231±0,031
	( $\tau=0,49$ s)			0,133±0,010	0,063±0,056	0,096±0,033	-0,006±0,003	0,022±0,003	-0,043±0,030
							0,010±0,003	-0,146±0,003	0,021±0,030

Tabell 2. Parametervärden med noggrannheter till modeller för tjockmassaflödet.  $NP = 1000$ .

### Analys av resultatet

Av tabell 1 - 2 följer klart att dynamiken i tjockmassaflödet kan beskrivas med ett 2.-ordningens system. Modellens enkla stegsvar ges i fig. 6.

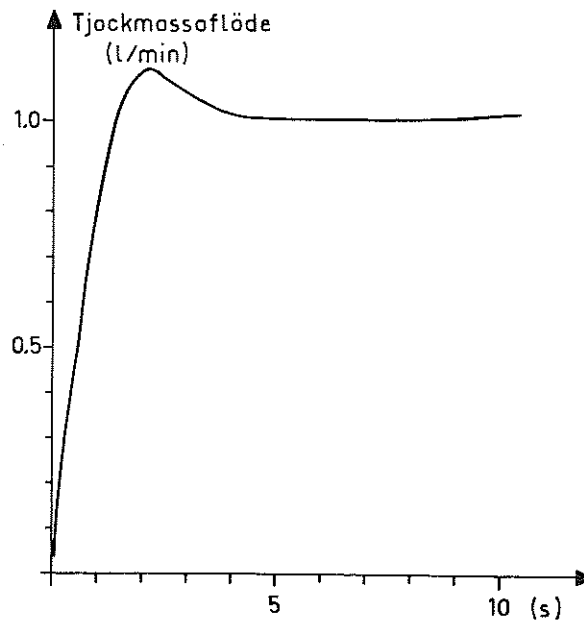


Fig. 6. Stegsvaret till modellen för tjockmassaflödet.

Överföringsfunktionen mellan PRBS och tjockmassaflödet blir enligt denna modell:

$$G(s) = \frac{0,86 (s+3,07)}{s^2 + 2,02s + 2,62}$$

Det bör dock återigen observeras att dynamiken hos tjockmassaflödet i själva verket är snabbare än vad ovanstående modell utvisar. Detta sammanhänger med att tidskonstanten för tjockmassaflödesgivaren är så stor, att endast en filtrerad flödessignal erhålles. Detta är av speciellt intresse för XPM på grund av dess snabba dynamik. En översläng i tjockmassaflödet kommer av denna anledning, att lätt få inverkan på dynamiken i koncentrationen före inloppslådan. Fram till denna mätpunkt är nämligen den effektiva blandningsvolymen liten. Detta kommer att mer utförligt behandlas nedan.

#### Modeller för koncentration strax före inloppslåda

I detta avsnitt ges modeller för inloppslådekoncentrationen då mätning av denna storhet skett strax före tvärfördelaren. Mätning av koncentrationen har även skett i själva läppöppningen. Modeller från denna mätpunkt ges i nästa avsnitt. Genom jämförelser mellan dynamiken i de två mätpunkterna fås en inblick i blandningsförhållandena i inloppslådan.

Erhållna samplade modeller med tillhörande värden på förlustfunktionen ges i tabell 3 - 5.

Löptid (s)	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	n	$F_{n+1,n}$	Statisk förstärkn.
3	8,82	3,24	2,62		1	228	0,00857
4	(5,64)	(2,94)	(2,41)	(2,35)	2	54	0,00829
5	7,82	6,58			3	6	0,00735
					4		0,00752

Tabell 3. Förlustfunktionens värden för modeller för koncentrationen strax före inloppslådan. NP = 1000.

Löp- tid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3			ORDNINGSTAL 4		
	a-parametrar x 1000	b-parametrar x 1000	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 1000	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 1000	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 1000	c-parametrar
3	0,556±0,010	4,307±0,092	-0,385±0,038	-0,521±0,008 0,400±0,008	-0,349±0,079 7,316±0,080	-0,429±0,028 0,517±0,022	0,284±0,029 0,174±0,021 0,167±0,020	0,464±0,137 5,408±0,143 7,457±0,229	0,563±0,041 0,398±0,034 0,274±0,030			
4	-0,213±0,019	6,738±0,174	-0,009±0,029	0,091±0,012 0,296±0,012	5,498±0,116 5,999±0,116	0,370±0,030 0,436±0,027	-0,432±0,008 0,046±0,008 -0,042±0,008	5,435±0,069 3,799±0,069 -5,031±0,069	-0,148±0,031 0,090±0,029 0,039±0,028	-1,139±0,106 0,295±0,081 -0,023±0,044 -0,014±0,027	5,507±0,132 -0,089±0,627 -8,069±0,457 3,549±0,570	-0,872±0,110 0,146±0,070 0,007±0,050 -0,013±0,039
5	0,068±0,020	7,477±0,178	0,533±0,022	-0,545±0,011 -0,060±0,011	8,993±0,098 -7,170±0,098	-0,195±0,031 -0,018±0,030						

Tabell 4. Parametervärden med noggrannheter till modeller för koncentrationen före inloppslådan.  
NP = 1000.

Löp- tid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3			ORDNINGSTAL 4		
	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	
3	0,526 T=1,55	0,385	0,261+j0,576	20,953	0,215+j0,686	0,127+j0,542 -0,537	-1,598 -10,052	0,031+j0,661 -0,626				
4	0,213 T=0,65	0,009	-0,046+j0,542	-1,091	-0,185+j0,634	-0,036+j0,285 0,505	-1,373 0,674	0,186+j0,372 -0,223	0,222+j0,253 -0,150 0,845	-1,382 0,550 0,840	0,194+j0,240 -0,201 0,685	
5	-0,068	-0,533	0,639 -0,094	0,797	0,265 -0,070							

Tabell 5. Poler och nollställen till modeller för koncentrationen före inloppslådan.



### Analys av resultatet

I tabell 3 har de intressanta modellerna markerats. Test av ordningstal utvisar att minst en 4.-ordningens modell bör väljas. Av tabell 4 framgår dock att modellen av 4.-ordningen innehåller flera icke-signifikanta parametrar. Detta indikerar ofta att parameterantalet blivit för stort. Variationerna i statistisk förstärkning hos modeller av olika ordningstal är vidare ganska stora. Notera slutligen av de funna tidskonstanterna i tabell 5 att dynamiken nära nog är lika snabb som för tjockmassaflödet.

### Plottningar av modellegenskaperna

I fig. A1 - A2 i appendix anges egenskaperna hos modellerna av 3.- och 4.-ordningen. Standardavvikelsen för residualerna finns angivna i figurerna. Det kan konstateras att modellernas deterministiska del leder till en mycket likartad och i båda fallen synnerligen väl beskrivande dynamik. I fig. 7 återges modellernas enkla stegsvar.

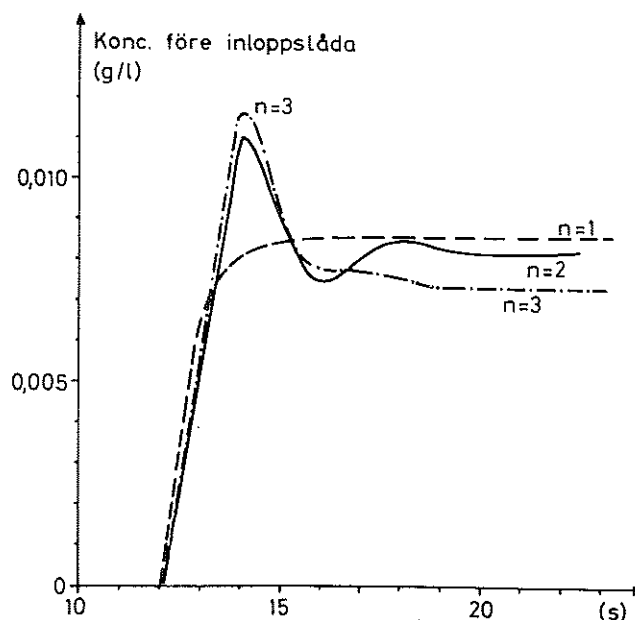


Fig. 7. Stegsvaren till några modeller för koncentrationen strax före inloppslådan.

Det mest anmärkningsvärda med den funna dynamiken är den kraftiga över-  
släng, som uppkommer vid övergång från en nivå till en annan. Det kan  
vidare noteras att efter den stora överslängen dämpas koncentrationen  
tydligt mycket snabbt. Detta medför att modellen av 2.-ordningen blir  
något onoggrann. Förklaringar till den stora överslängen ges i ett  
senare avsnitt.

Av den förda diskussionen följer att modellen av 3.-ordningen bör väl-  
jas för att noggrannt beskriva processens dynamik.

#### Modeller för koncentration i läppöppning

I detta avsnitt skall modeller ges för inloppslådekoncentrationen då  
mätning skett av denna variabel i själva läppöppningen. Tidigare har  
konstaterats att modeller för denna mätpunkt, i kombination med ovan  
givna modeller, är av värde vid en analys av blandningsförhållandena i  
själva inloppslådan. Erhållna samplade modeller ges i tabell 6 - 8.

Löptid (s)	$V_1$	$V_2$	$V_3$	n	$F_{n+1,n}$	Statisk förstärkn.
10		24,74		1	7,3	0,00849
11	26,43	(24,52)	(24,30)	2	2,2	0,00800
12	(25,24)	24,54		3		0,00817
13	26,01					

Tabell 6. Förlustfunktionens värden för modeller för inloppslåde-  
koncentrationen i läppöppningen.  $NP = 1000$ .

#### Analys av resultatet

I tabell 6 har de intressanta modellerna markerats. Test av ordnings-  
talet utvisar att modellen av 2.-ordningen är tillräcklig. De sta-  
tiska förstärkningarna är tämligen konstanta och överensstämmer bra

Löp- tid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3		
	a-parametrar	b-parametrar x 1000	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 1000	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 1000	c-parametrar
10				-1,264±0,057 0,515±0,041	-0,233±0,324 2,209±0,454	-1,201±0,063 0,482±0,046			
11	-0,650±0,013	3,281±0,126	-0,548±0,027	-1,013±0,101 0,393±0,062	0,756±0,408 2,289±0,714	-0,945±0,107 0,375±0,066	-0,469±0,226 0,096±0,223 0,061±0,108	0,970±0,424 1,775±0,663 2,882±0,964	-0,377±0,225 0,069±0,204 0,115±0,095
12	-0,458±0,016	4,600±0,159	-0,369±0,029	-0,628±0,016 0,251±0,016	3,035±0,159 1,922±0,159	-0,548±0,027 0,242±0,027			
13	-0,122±0,022	6,631±0,236	-0,004±0,031						

Tabell 7. Parametervärden med noggrannheter till modeller för koncentrationen i läppöppningen. NP = 1000.

Löp- tid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3		
	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom
10		-		0,632±j0,340	9,462	0,601±j0,349			
11	0,650 T=2,3	-	0,548	0,506±j0,370	-3,028	0,473±j0,390	0,352±j0,371 -0,235	-0,915±j0,1461	0,365±j0,440 -0,353
12	0,458 T=1,3	-	0,369	0,314±j0,390	-0,633	0,274±j0,409			
13	0,122 T=0,5	-	0,004						

Tabell 8. Poler och nollställen till modeller för koncentrationen i läppöppningen.

med de, som erhöjls vid modellering av koncentrationen strax före inloppslådan. Till följd av signalens kraftiga mätbrus blir dock i detta fall noggrannheten i bestämning av c-parametrarna väsentligt sämre. Notera vidare att tidskonstanterna till modellerna av 1.-ordningen skiljer sig med en faktor två för de två mätpunkterna av inloppslådekoncentration.

#### Plottningar av modellegenskaperna

Av fig. A3 - A4 framgår egenskaperna hos de i detta fall intressanta modellerna av 2.- och 3.-ordningen. Av figurerna följer att den deterministiska dynamiken är mycket lika. Figurerna visar klart att "störningarna" i mätpunkten har karaktär av vitt brus. Detta får till följd att residualer och störningar nära nog överensstämmer. I fig. 8 finns modellernas enkla stegsvar. Denna figur understryker den stora likheten mellan högre ordningens modeller. Notera den kraftigt minskade överslängen i stegsvaret.

Av den förda diskussionen följer, att för att beskriva dynamiken i koncentrationen nära läppöppningen bör modellen av 2.-ordningen väljas.

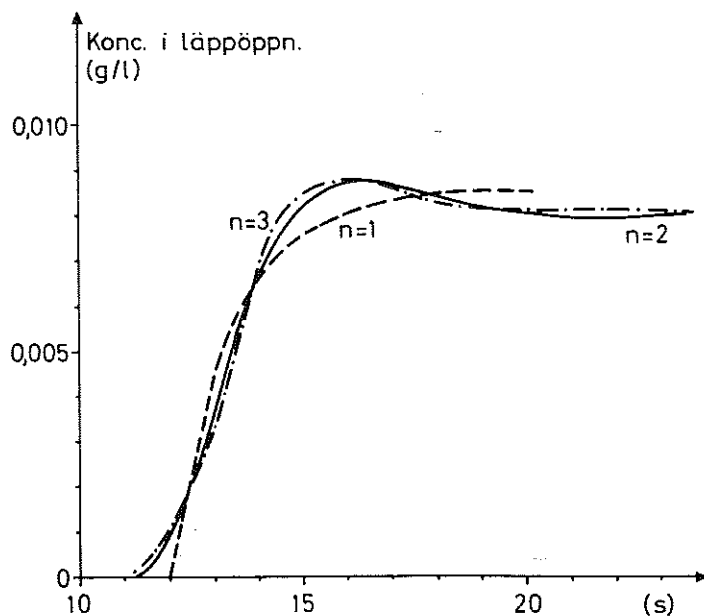


Fig. 8. Stegsvaren till några modeller för koncentrationen uppmätt i läppöppningen.

Modeller för torr ytvikt

I detta avsnitt ges modeller för torr ytvikt mätt i en fix position tvärs maskin omedelbart efter presspartiet. Erhållna modeller med tillhörande värden på förlustfunktionen ges i tabell 9 - 11.

Löptid (s)	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	n	$F_{n+1,n}$	Statisk förstärkn.
15	322,2	146,3	93,5	85,0	1	312	0,1115
16	(258,1)	(114,4)	(90,9)	(81,5)	2	64	0,1016
17	283,6	159,9	145,9		3	28	0,1071
					4		0,0984

Tabell 9. Förlustfunktionens värden till ytviktsmodeller för mätning 1.  $NP = 1000$ .

Analys av resultatet

De intressanta modellerna finns markerade i tabell 9. Test av ordningstalet utvisar att minst en 4.-ordningens modell bör väljas. Förlustfunktionens värden är, trots det kortare samplingsintervallet, i detta fall väsentligt högre jämfört med mätningarna vid låg maskinhastighet. Detta indikerar att störningarna i torr ytvikt nu är betydligt större. Notera slutligen att statistiska förstärkningen hos modeller av olika ordningstal varierar ganska avsevärt.

Plottningar av modellegenskaperna

I fig. A5 - A6 återfinns beskrivningen av de intressanta modellerna av 3.- och 4.-ordningen. Det kan noteras att i den deterministiska dynamiken uppträder återigen en markerad översläng. Då denna effekt är av betydligt mindre omfattning för koncentrationen i läppöppningen indikerar detta, att det finns dynamiska effekter även hos själva

Löptid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3			ORDNINGSTAL 4		
	a-parametrar	b-parametrar x 100	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 100	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 100	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 100	c-parametrar
15	-0,790±0,012	2,435±0,113	0,515±0,024	-1,207±0,004 0,494±0,004	0,434±0,041 2,519±0,041	-0,190±0,028 -0,147±0,024	-1,199±0,004 0,811±0,004 -0,221±0,004	0,246±0,045 1,805±0,045 2,243±0,045	-0,369±0,029 0,365±0,024 0,214±0,023	-0,590±0,007 0,407±0,007 -0,144±0,007 0,063±0,008	0,443±0,065 1,951±0,065 2,961±0,065 2,603±0,065	0,294±0,027 0,524±0,030 0,268±0,025 0,154±0,027
16	-0,668±0,010	3,479±0,100	0,473±0,029	-0,959±0,005 0,421±0,005	1,785±0,051 2,909±0,051	-0,147±0,031 0,248±0,026	-0,616±0,058 0,349±0,057 -0,033±0,029	2,235±0,085 2,856±0,139 2,411±0,215	0,255±0,065 0,394±0,032 0,295±0,027	-1,392±0,070 0,766±0,110 -0,269±0,085 0,018±0,030	2,227±0,082 1,104±0,211 0,136±0,196 -2,254±0,183	-0,546±0,078 0,197±0,072 0,025±0,051 -0,032±0,042
17	-0,540±0,010	4,694±0,097	0,314±0,024	-0,926±0,007 0,420±0,007	4,189±0,069 0,353±0,069	-0,011±0,031 0,342±0,026	-1,498±0,101 0,878±0,125 -0,256±0,055	3,988±0,155 -1,636±0,568 -1,498±0,333	-0,545±0,124 0,228±0,066 0,040±0,054			

Tabell 10. Parametervärden med noggrannheter till modeller för torr ytvtikt. NP = 1000.

Löp- tid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3			ORDNINGSTAL 4		
	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom
15	0,790 T=4,2	-	-0,515	0,604±j0,359	-5,811	0,490 -0,300	0,363±j0,580 0,472	-1,585 -5,761	0,358±j0,697 -0,348	-0,066±j0,491 0,361±j0,355	-0,825±j1,208 -2,729	-0,358±j0,395 0,211±j0,705
16	0,688 T=2,7	-	-0,473	0,479±j0,437	-1,630	0,074±j0,492 0,114	0,251±j0,479 0,114	-0,639±j0,819	0,142±j0,726 -0,539	0,240±j0,447 0,086 0,827	-0,671±j0,864 0,846	0,222±j0,469 -0,296 0,399
17	0,540 T=1,6	-	-0,314	0,463±j0,454	-0,084	0,005±j0,585 0,799	0,349±j0,445 0,799	-0,441 0,851	0,336±j0,448 -0,127			

Tabell 11. Poler och nollställen till modeller för torr ytvtikt.

virapartiet. Fig. A5 - A6 understryker likaså klart det tidigare konstaterade förhållandet att stora störningar nu finns i torr ytvikt. I fig. 9 finns modellernas enkla stegsvar uppritade. Av detta följer att för en noggrann beskrivning av processens deterministiska egenskaper kan modellen av 3.-ordningen väljas. Fysikaliska tolkningar till den funna dynamiken skall ges i ett senare avsnitt.

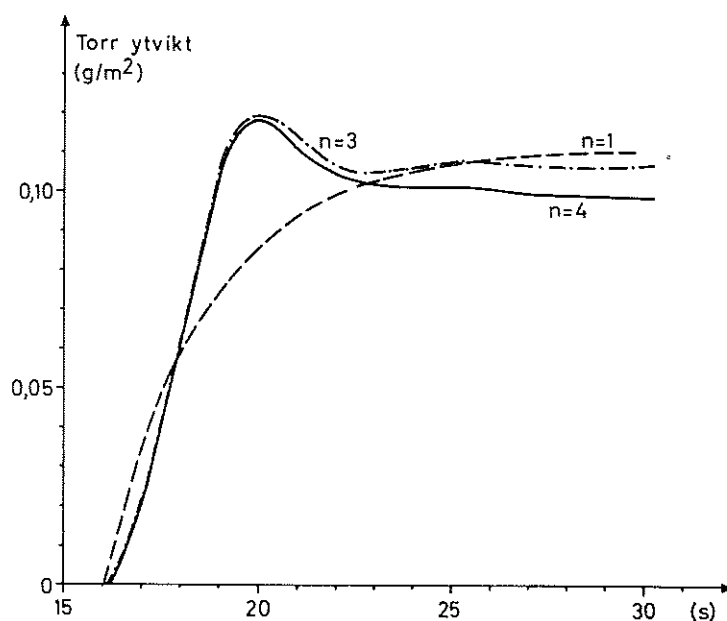


Fig. 9. Stegsvär till några modeller för torr ytvikt.

#### Modeller för vattenvikt

Tidigare har konstaterats att dynamiken och störningarna i torr ytvikt resp. vattenvikt, bortsett från en amplitudskillnad, verkar att vara mycket lika. I detta avsnitt skall dynamiska modeller för vattenvikten ges då mätning skett av denna storhet i en fix position tvärs maskinen efter 4.-press. Mätstället är identiskt med det för torr ytvikt i föregående avsnitt. Erhållna modeller presenteras i tabell 12 - 14.



Löptid (s)	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	n	F <sub>n+1,n</sub>	Statisk förstärkn.
15	861,1	394,3	248,6	230,2	1	327	0,1805
16	(689,0)	(297,1)	(242,7)	(220,1)	2	55	0,1628
17	697,8	395,9	364,2		3	25	0,1722
					4	-	0,1587

Tabell 12. Förlustfunktionens värden för vattenviktsmodeller till mätning 1. NP = 1000.

#### Analys av resultatet

En jämförelse med modellerna för torr ytvikt enligt föregående avsnitt visar, att dynamik och störningar nära nog är identiska. Av denna anledning behöver ej någon utförlig analys göras i detta fall. För fullständighets skull återges dock egenskaperna hos de erhållna modellerna av 3.- och 4.-ordningen i fig. A7 - A8. Redan nu kan förutskickas att resultatet visar att fukthalten efter 4.-press är konstant.

Löp- tid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3			ORDNINGSTAL 4		
	a-parametrar	b-parametrar x 100	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 100	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 100	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 100	c-parametrar
15	-0,791±0,012	3,862±0,185	0,501±0,025	-1,213±0,004 0,496±0,004	0,483±0,066 4,175±0,066	-0,241±0,027 -0,122±0,024	-1,194±0,004 0,805±0,004	0,258±0,073 2,805±0,073	-0,385±0,029 0,380±0,024	-1,947±0,002 1,755±0,002 -0,908±0,002 0,213±0,002	0,382±0,031 2,288±0,031 2,071±0,031 -2,908±0,031	-1,180±0,019 0,845±0,018 -0,257±0,019 0,066±0,019
16	-0,690±0,010	5,604±0,160	0,432±0,029	-0,954±0,005 0,415±0,005	2,614±0,082 4,886±0,082	-0,170±0,031 0,260±0,026	-0,702±0,007 0,418±0,007	3,356±0,098 4,479±0,098	0,131±0,030 0,398±0,026	-1,485±0,070 0,934±0,110 -0,038±0,083 0,059±0,029	3,367±0,133 1,757±0,319 -0,038±0,360 -3,184±0,325	-0,684±0,076 0,346±0,075 -0,064±0,054 -0,006±0,044
17	-0,530±0,018	7,778±0,314	0,290±0,031	-0,910±0,007 0,410±0,007	6,810±0,107 0,629±0,107	-0,040±0,031 0,351±0,026	-1,573±0,003 0,979±0,003	6,705±0,054 -3,592±0,054	-0,703±0,025 0,322±0,025			

Tabell 13. Parametervärden med noggrannheter till modeller för vattenvikt.  $NP = 1000$ .

Löptid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3			ORDNINGSTAL 4		
	Rötter till A-polynomets Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynomets C-polynomets	Rötter till C-polynomets	Rötter till A-polynomets Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynomets C-polynomets	Rötter till C-polynomets	Rötter till A-polynomets Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynomets C-polynomets	Rötter till C-polynomets	Rötter till A-polynomets Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynomets C-polynomets	Rötter till C-polynomets
15	0,791 T=4,3	-	-0,501	0,607±j0,358	-8,644	0,489 -0,249	0,359±j0,578 0,475	-1,581 -9,298	0,352±j0,693 -0,318	0,316±j0,612 0,638±j0,131	-4,334 -2,391 0,735	0,137±j0,359 0,453±j0,493
16	0,690 T=2,7	-	-0,432	0,477±j0,433	-1,869	0,085±j0,503	0,244±j0,505 0,213	-0,667±j0,744	0,168±j0,726 -0,468	0,207±j0,489 0,255 0,814	-0,680±j0,816 0,838	0,197±j0,466 -0,067 0,356
17	0,530 T=1,6	-	-0,290	0,455±j0,500	-0,092	0,020±j0,592	0,379±j0,466 0,815	-0,311 0,847	0,337±j0,435 0,028			

Tabell 14. Poler och nollställen till modeller för vattenrikt.

## Modeller vid journalpappersproduktion

I detta avsnitt skall dynamiska modeller ges för utsignalerna då produktionen består av journalpapper. Modellerade utsignaler är inloppslådekonzentration och torr ytvikt. Vid bestämning av viragropens inverkan på torr ytvikt har samplingsintervallet 12 s använts. Därigenom har utöver de data då PRBS utgör insignal nära nog samtliga data från de inledande "stegändringarna" i signalen kunnat inkluderas vid beräkningarna. I övriga fall har beräkningarna utförts med samplingsintervallet 1 s på data av något olika längd men dock uteslutande från avsnittet där PRBS utgör insignal.

### Modeller för koncentration strax före inloppslåda

Koncentrationen i inloppslådan har även i detta fall uppmätts på två ställen i processen. Modeller för båda mätpunkterna kommer att ges. Beräkningarna har utförts på 1400 resp. 1700 punkter.

Erhållna modeller ges av tabell 15 - 17.

Löptid (s)	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	n	F <sub>n+1,n</sub>	Statisk förstärkn.
9				0,98	1	361	0,0150
10	2,78	1,26	(0,99)	(0,88)	2	17	0,0145
11	(2,11)	(1,04)	1,02		3	41	0,0147
12	2,59	2,21			4		0,0141

Tabell 15. Förlustfunktionens värden för modeller för koncentrationen strax före inloppslådan vid mätning 2. NP = 1400.

#### Analys av resultatet

De intressanta modellerna finns markerade i tabell 15. Test av ordningstalet utvisar att minst en 4.-ordningens modell bör väljas. Modellernas statistiska förstärkning är nära nog konstant men väsentligt högre än för mätning 1. Den högre förstärkningen beror dock på att tunnmassaflödet vid journalpappersproduktion i motsvarande grad är lägre. Notera vidare att förlustfunktionens värden i detta fall är väsentligt lägre än för mätning 1, trots att antalet punkter ökat. Av tidskonstanterna i tabell 17 följer, att processen nu har en betydligt långsammare dynamik. Av tabell 16 framgår att noggrannheten i a- och b-parametrarna förbättras jämfört med mätning 1. Orsaken till detta är att ett större antal punkter använts vid beräkningen men också att processens dynamik och störningar tydligen ändrat karaktär.

#### Plottning av modellegenskaperna

I fig. A9 - A10 återges egenskaperna hos de funna modellerna av 3.- och 4.-ordningen. Av detta följer att överslängen i den deterministiska dynamiken nära nog är försumbar. Figurerna visar också att störningarna i mätpunkten i detta fall är av mer lågfrekvent karaktär. Detta förklarar den stora minskningen i förlustfunktionens värden. Dynamiken hos modellerna av 3.- och 4.-ordningen är som synes mycket

Löp- tid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3			ORDNINGSTAL 4		
	a-parametrar	b-parametrar x 1000	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 1000	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 1000	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 1000	c-parametrar
9												
10	-0,796±0,010	2,935±0,142	0,667±0,021	-1,107±0,003 0,420±0,003	0,826±0,037 3,700±0,037	-0,013±0,026 -0,147±0,023	-0,698±0,039 0,267±0,047 -0,037±0,023	0,685±0,094 3,537±0,110 3,605±0,176	0,461±0,047 0,163±0,035 0,099±0,028	-1,682 0,901 -0,218 0,0004	0,698 2,857 0,108 -3,652	-0,631 -0,378 -0,008 0,017
11	-0,645±0,010	5,323±0,149	0,338±0,028	-0,676±0,004 0,207±0,004	3,455±0,057 3,842±0,057	0,470±0,025 0,103±0,025	-0,976 0,411 -0,065	3,890 2,705 -1,239	0,171 -0,009 0,066			
12	-0,624±0,017	5,068±0,252	0,570±0,026	-0,817±0,006 0,260±0,006	4,888±0,086 0,913±0,086	0,551±0,023 0,090±0,024						

Tabell 16. Parametervärden med noggrannheter till modeller för koncentrationen före inloppsådan. NP = 1400.

Löp- tid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3			ORDNINGSTAL 4		
	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom
9												
10	0,796 T=4,4	-	-0,667	0,554± j0,337	-4,479	0,007± j0,383	0,232±j0,323 0,233	-3,769 -1,397	0,027±j0,437 -0,516	0,341±j0,317 0,0017 0,9985	-3,6599 -1,4311 0,9985	-0,276±j0,128 0,183 1,000
11	0,645 T=2,3	-	-0,338	0,338± j0,305	-0,997	-0,235± j0,219	0,326±j0,307 0,323	-1,011 0,315	0,153±j0,338 -0,477			
12	0,624 T=2,1	-	-0,570	0,409± j0,305	-0,187	-0,278± j0,119						

Tabell 17. Poler och nollställen till modeller för koncentrationen före inloppslådan.

lika. I fig. 10 har de olika modellernas enkla stegsvar uppritats. Av detta kan konstateras att för att noggrant beskriva den deterministiska dynamiken räcker det att tillgripa modellen av 2.-ordningen.

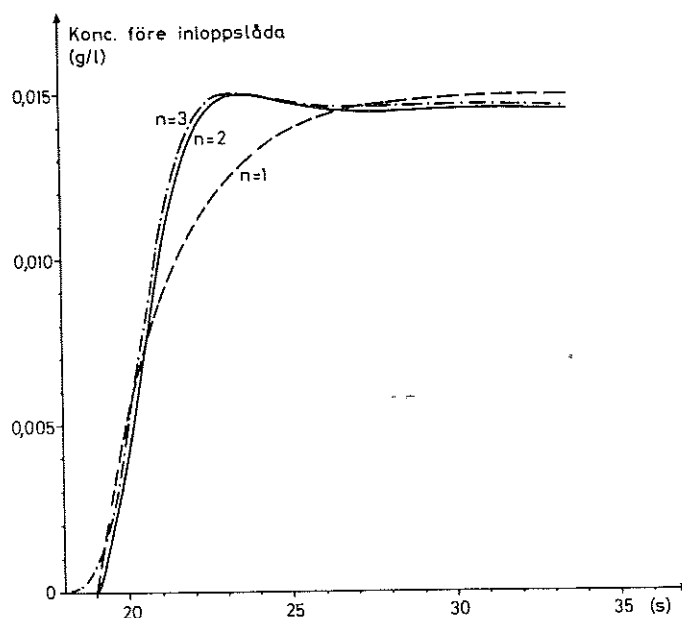


Fig. 10. Stegsvär till några modeller för koncentrationer före inloppslådan.

#### Modeller för koncentration i läppöppning

De erhållna modellerna för koncentrationen i läppöppningen ges i tabell 18 - 20.

Löptid (s)	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$n$	$F_{n+1,n}$	Statisk förstärkn.
22		4,13	4,08	1	45	0,0160
23	5,13	(4,10)	(4,07)	2	3	0,0146
24	(4,53)	4,14		3		0,0146
25	4,72					

Tabell 18. Förlustfunktionens värden för koncentrationen i läppöppningen vid mätning 2.  $NP = 1700$ .



Löp- tid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3		
	a-parametrar	b-parametrar x 1000	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 1000	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 1000	c-parametrar
22				-1,549±0,018 0,625±0,015	-0,215±0,104 1,314±0,136	-1,269±0,029 0,466±0,025	-1,610 0,767 -0,077	0,174 0,289 0,714	-1,301 0,498 0,021
23	-0,862±0,003	2,419±0,046	-0,379±0,022	-1,495±0,026 0,582±0,022	0,630±0,112 0,647±0,169	-1,214±0,037 0,440±0,028	-1,704 0,904 -0,128	0,654 0,425 -0,038	-1,394 0,608 -0,021
24	-0,819±0,003	2,897±0,040	-0,432±0,021	-1,518±0,001 0,599±0,001	1,882±0,014 -0,719±0,014	-1,232±0,010 0,442±0,010			
25	-0,769±0,003	3,396±0,043	-0,404±0,021						

Tabell 19. Parametervärden med noggrannheter till modeller för koncentrationen i läppöppningen. NP = 1700.

Löp- tid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3		
	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom
22				0,775±j0,159	6,112	0,635±j0,252	0,737±j0,153 0,136	-0,833±j1,848	0,670±j0,318 -0,039
23	0,862 T=6,7	-	0,379	0,748±j0,152	-1,027	0,607±j0,267	0,740±j0,155 0,225	-0,729 0,080	0,678±j0,311 0,038
24	0,819 T=5,0	-	0,432	0,759±j0,151	0,382	0,616±j0,250			
25	0,769 T=3,8	-	0,404						

Tabell 20. Poler och nollställen till modeller för koncentrationen i läppöppningen.

### Analys av resultatet

De intressanta modellerna finns markerade i tabell 18. Test av ordningstalet utvisar att modellen av 2.-ordningen bör väljas. Notera att den statistiska förstärkningen väl överensstämmer med den, som gäller för koncentrationen före inloppslådan. Det kan vidare noteras att värdet på förlustfunktionen i detta fall endast är dubbelt så stor jämfört med modellerna för koncentrationen före inloppslådan. Detta beror självfallet på lerans utjämnande effekt på de lokala koncentrationsvariationerna. Effekten framgår tydligt av en jämförelse mellan fig. 3 och 5. Jämför likaså noggrannheten i bestämning av c-parametrarna för de två mätningarna. Notera slutligen att tidskonstanten hos 1.-ordningens modell nära nog fördubblats jämfört med motsvarande värde för koncentrationen före inloppslådan.

### Plottningar av modellegenskaperna

De erhållna modellerna av 2.- och 3.-ordningen finns i fig. A11 - A12. Notera att överslängen i dynamiken nu är helt försumbar. Den deterministiska dynamiken hos de visade modellerna är mycket lika. Detta framgår tydligt av fig. 11 där modellernas enkla stegsvar finns uppriktade. Notera av fig. A11 - A12 att störningarna fortfarande väsentligen är av karaktären vitt brus men att standardavvikelsen minskat drastiskt jämfört med mätning 1. Av den förda analysen följer, att för en noggrann beskrivning av utsignalens dynamik räcker modellen av 2.-ordningen.

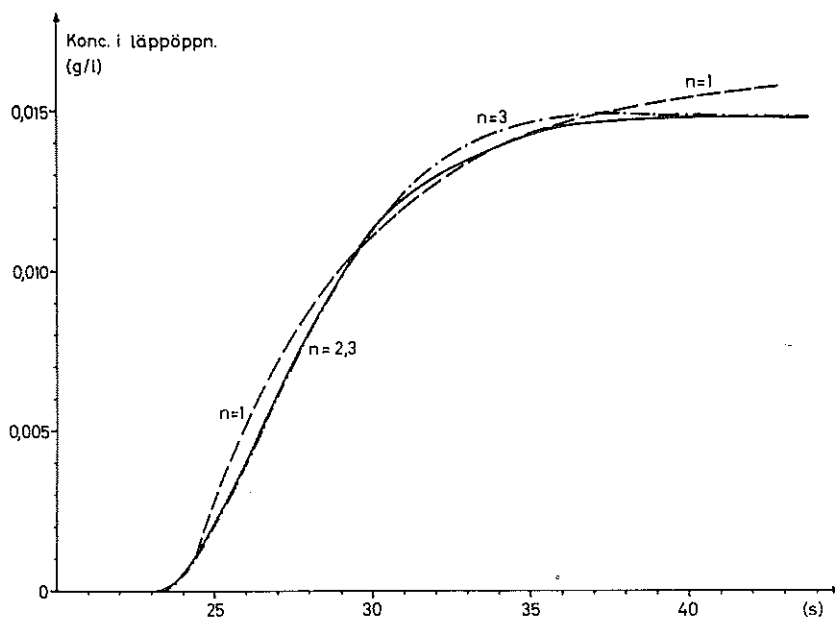


Fig. 11. Stegsvär till några modeller för koncentrationen i läppöppningen.

#### Modeller för snabb dynamik i torr ytvikt

I detta avsnitt skall modeller ges för den snabba delen av dynamiken i torr ytvikt. Den fullständiga dynamiken, med viragropens inverkan inkluderad, ges i nästa avsnitt. De för snabb dynamik i torr ytvikt erhållna modellerna ges av tabell 21 - 23.

Löptid (s)	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	n	$F_{n+1,n}$	Statisk förstärkn.
28				145,2	134,6	1	125	0,1287
29			152,0	(144,8)	(134,0)	2	59	0,1264
30		177,7	(151,6)	145,0		3	20	0,1282
31	231,9	(172,7)	162,5			4	34	0,1312
32	(223,6)	174,4				5		0,1287
33	232,6							

Tabell 21. Förlustfunktionens värden för modeller för snabb dynamik i torr ytvikt till mätning 2. NP = 1700.

Löp- tid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3			ORDNINGSTAL 4			ORDNINGSTAL 5			
	a-parametrar x 100	b-parametrar x 100	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 100	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 100	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 100	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 100	c-parametrar	
28							-1,977±0,073 1,059±0,173 0,236±0,149 -0,262±0,046									
29							-1,889±0,070 0,519±0,158 0,316±0,133 -0,278±0,041									
30							-2,329±0,025 1,958±0,039 -0,582±0,017									
31	-0,834±0,006	2,248±0,065	0,407±0,027	-1,505±0,019 0,605±0,016	0,246±0,103 1,034±0,129	-0,400±0,036 -0,275±0,032	-2,281±0,031 1,895±0,047 -0,558±0,021	0,355±0,095 -0,177±0,205 0,537±0,150	-1,307±0,045 0,246±0,066 0,284±0,034							
32	-0,793±0,005	2,660±0,063	0,385±0,027	-1,424±0,002 0,557±0,002	0,639±0,019 1,042±0,019	-0,344±0,019 -0,239±0,019	-1,293 0,382 0,080	0,616 0,570 0,897	-0,228 -0,369 0,159							
33	-0,758±0,005	2,935±0,065	0,401±0,025	-1,355±0,002 0,528±0,002	1,358±0,024 0,731±0,024	-0,285±0,021 -0,194±0,021										

Tabell 22. Parametervärden med noggrannheter till modeller för snabb dynamik i torr ytvtikt.  
*NP = 1700.*

Löp- tid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3			ORDNINGSTAL 4			ORDNINGSTAL 5			
	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	Rötter till A-polynom Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynom	Rötter till C-polynom	
28				0,802±j0,386 -0,419 0,791	1,211±j1,074 -1,058		0,838±j0,339 -0,758 0,094	0,783±j0,379 -0,114±j0,677 0,768		1,151±j1,364 -0,538±j1,203 0,768	0,854±j0,327 0,056±j0,833 -0,681					
29				0,784±j0,388 0,762 (T=3,7 sek)	0,843±j1,603	0,840±j0,351 -0,316	0,790±j0,400 -0,460 0,770	0,778±j1,375 -1,126		0,822±j0,357 -0,771 0,053	0,769±j0,392 -0,099±j0,665 0,743		0,595±j1,558 -0,390±j0,975 -0,688	0,840±j0,347 0,074±j0,837 -0,688		
30				0,753±j0,196	-4,205	0,761 -0,361	0,772±j0,401 0,738 (T=3,3 sek)	0,249±j1,204		0,827±j0,369 -0,465 0,763	0,786±j0,406 -0,497 -0,772		0,817±j0,364 -0,426 -0,772			
31	0,834 T=5,5		-0,407	0,712±j0,224	-1,630	0,590 -0,346	0,715±j0,260 -0,138	-0,463±j1,115		0,450±j0,184 -0,672						
32	0,793 T=4,3		-0,385	0,679±j0,258	-0,538	0,606 -0,321										
33	0,758 T=3,6		-0,401													

Tabell 23. Poler och nollställen till modeller för snabb dynamik i torr ytvikt.

### Analys av resultatet

De intressanta modellerna finns markerade i tabell 21. Test av ordningstalet utvisar att minst en 5.-ordningens modell bör väljas. Modellernas statistiska förstärkningar är tämligen lika och väsentligt högre än motsvarande värden för mätning 1. Den högre förstärkningen beror dock på att maskinhastigheten är väsentligt lägre för mätning 2.

### Plottningar av modellegenskaperna

Egenskaperna hos de funna modellerna presenteras i fig. A13 - A15. Först kan konstateras att den deterministiska dynamiken hos samtliga plottade modeller förefaller att vara mycket lika. Vidare framgår klart varför modellerna för ytvikt tenderar mot så höga ordningstal. Detta beror på att dynamiken i torr ytvikt har en utpräglad oscillativ karaktär. Dynamiken i torr ytvikt avviker således väsentligt från dynamiken i koncentrationen i läppöppningen. Denna återgång till underdämpad dynamik i torr ytvikt är mest utpräglad vid mätning 2. Av figurerna framgår likaså, att störningarna i torr ytvikt är stora. I fig. 12 återfinns modellernas enkla stegsvar uppritade.

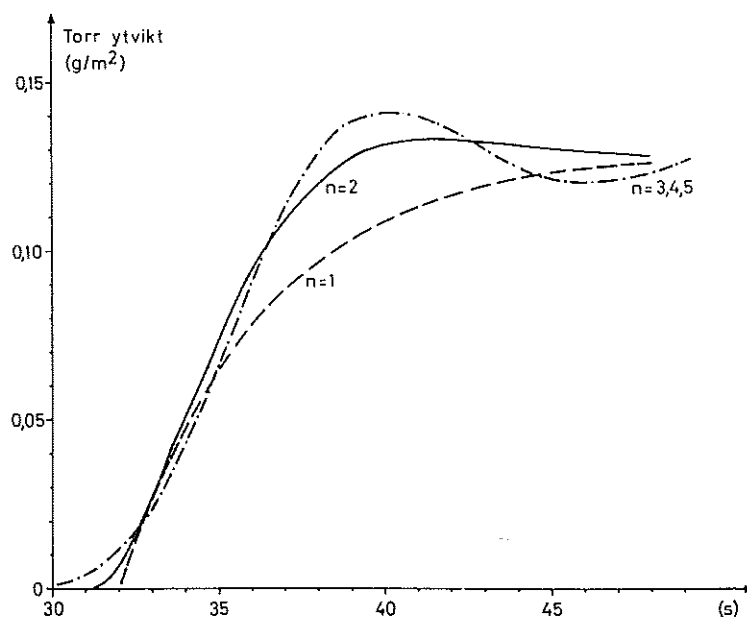


Fig. 12. Stegsvär till några modeller för snabb dynamik i torr ytvikt.

Av den nu gjorda analysen följer att modellen av 3.-ordningen ger en noggrann beskrivning av processens deterministiska dynamik. I ett senare avsnitt skall en förklaring ges till den något egenartade dynamiken i torr ytvikt.

#### Viragropens inverkan på dynamiken

I detta fall skall viragropens inverkan på processdynamiken närmare undersökas. Detta sker genom beräkning av ytviktsmodeller på data, som även omfattar det avsnitt av försöket där "stegändringar" gjorts i insignalen. Viragropens dynamik är på grund av sin tröghet mest märkbar just i detta avsnitt.

Några resultat från direkta modelleringar av viragropens koncentration kommer ej att lämnas. Detta beror på att resultaten här ej kan bedömas vara helt tillförlitliga. Spridningen hos de för kalibrering uttagna koncentrationsproverna från viragropen är nämligen så stora, att endast en mycket osäker uppskattning kan erhållas av modellens statistiska förstärkning. I värsta fall kan fel i koncentrationsproverna leda till felaktig polaritet hos nämnda statistiska förstärkning. Modeller har icke desto mindre beräknats, men resultaten från dessa kommer att behandlas i senare rapporter om ytterligare och samstämmiga resultat dessförinnan erhållits.

I detta avsnitt skall således viragropens betydelse för dynamiken indirekt studeras genom sin effekt på torra ytvikten. Beräkningarna har i detta fall utförts med samplingsintervallet 12 s över nästan samtliga insamlade data från mätning 2. Erhållna modeller ges av tabell 24 - 26.

Löptid (s)	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	n	$F_{n+1,n}$	Statisk förstärkn.
12	440,2	70,8	49,7		1	31	0,1378
24	(73,0)	(54,7)	(49,4)	(46,9)	2	10	0,1853
36	706,1	694,4	692,2		3	4,7	0,1847
					4		0,1857

Tabell 24. Förlustfunktionens värden för ytviktsmodeller till mätning 2.  $NP = 375$ ,  $T_s = 12$  s.

### Analys av resultatet

Test av ordningstalet utvisar att minst en 4.-ordningens modell bör väljas. Av tabell 26 framgår att i högre ordningens modeller ingår genomgående en stor tidskonstant. Dessa modellers statistiska förstärkning är tillika betydligt större än hos tidigare erhållna modeller. Enligt dimensioneringsreglerna i (2) bör, till följd av det minskade punktantalet, standardavvikelsen för parametrarna öka med en faktor två jämfört med tidigare givna resultat vid samplingsintervallet 1 s. Enligt tabell 25 är dock försämringen av noggrannheten så drastisk att två a-parametrar i 3.-ordningens modell ej är signifikant skilda från 0. Detta måste uppfattas så, att data med samplingsintervallet 12 s ej kan ge någon detaljerad bild av processens snabba dynamik. Det är därför motiverat, att i detta fall välja modellen av 2.-ordningen.

Inga plottningar har gjorts av de erhållna modellerna i detta fall. Det kan dock noteras att ovan valda modell av 2.-ordningen leder till prediktionsfelet på  $0,54 \text{ g/m}^2$  över samplingsintervallet 12 s. Som jämförelse kan tilläggas att 3.-ordningens modell för snabb dynamik i torr ytvikt leder till ett prediktionsfel på  $0,42 \text{ g/m}^2$  över samplingsintervallet 1 s.

Den valda modellen leder till följande överföringsfunktion mellan PRBS och torr ytvikt:



Löp- tid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3			ORDNINGSTAL 4		
	a-parametrar x 100	b-parametrar x 100	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 100	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 100	c-parametrar	a-parametrar	b-parametrar x 100	c-parametrar
12	-0,690±0,018	4,431±0,237	-0,736±0,026	-0,384±0,018	-0,176±0,158	-0,137±0,078	-1,361±0,019	-0,090±0,134	-1,354±0,057	0,427±0,030	9,345±0,253	0,295±0,105
			0,053±0,017	9,207±0,168	0,106±0,068	-0,056±0,015	-0,056±0,015	-9,069±0,173	0,122±0,065			
24	-0,344±0,013	9,047±0,156	-0,044±0,051	-1,327±0,011	9,271±0,139	-1,346±0,050	-1,107±0,129	9,207±0,134	-1,103±0,132	0,091±0,173	-6,675±1,164	-0,054±0,187
			0,332±0,011	-9,173±0,137	0,346±0,049	0,026±0,046	-2,337±1,157	-2,337±1,157	0,229±0,076	0,246	0,800	-0,800
36	-0,578±0,081	4,331±1,121	-0,424±0,070	-1,283±0,136	7,563±1,703	-1,469±0,111	0,438±0,376	4,730±1,529	0,579±0,357	-0,677	9,256	-0,660
			0,312±0,125	-7,319±1,704	0,531±0,089	-0,376±0,184	-0,311±0,182	4,215±2,233	-0,187±0,200	0,246	-2,913	0,130
								-1,968±2,136	-0,034±0,145	0,246	0,638	-0,766
											-6,689	0,415

Tabell 25. Parametervärden med noggrannheter till modeller för torr tryckt.  $NP = 375$ ,  $T_s = 12$  s.

Löptid (s)	ORDNINGSTAL 1			ORDNINGSTAL 2			ORDNINGSTAL 3			ORDNINGSTAL 4		
	Rötter till A-polynomet Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynomet	Rötter till C-polynomet	Rötter till A-polynomet Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynomet	Rötter till C-polynomet	Rötter till A-polynomet Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynomet	Rötter till C-polynomet	Rötter till A-polynomet Tidskonst. (s)	Rötter till B-polynomet	Rötter till C-polynomet
12	0,690 T=32,3	-	0,736	0,192±j0,129	52,371	0,068±j0,319	0,188±j0,147 0,985	0,980 102,6	0,778±j0,055 -0,201			
24	0,544 T=11,2	-	0,444	0,335 0,992	0,989	0,346 1,000	-0,114 0,233 0,988	0,983 -0,258	-0,407 0,661 0,849	-0,319±j0,814 0,325 0,990	-0,336±j0,78 0,987	-0,405±j0,801 0,578 0,892
36	0,578 T=21,9	-	0,424	0,326 0,958	0,968	0,642 0,827	-0,579±j0,433 0,720	0,341 -1,232	-0,139 0,324 -0,764			

Tabell 26. Poler och nollställen till modeller för torr tyvikt,  $T_s = 12$  s.

$$G(s) = \left( \frac{0,1388}{1 + 11 s} + \frac{0,0464}{1 + 1511 s} \right) e^{-24 s}$$

Överföringsfunktionen visar att den höga statiska förstärkningen beror på, att en felaktig avvägning gjorts vid beräkningarna mellan långsamma modens statiska förstärkning och dess tidskonstant. Liknande förhållanden har tidigare konstaterats i resultaten i (4).

## Analys av processens störningar

I detta avsnitt skall störningarna i de olika utsignalerna analyseras. Analysen genomförs på data från mätning 1. Realisationen av störningarna i en utsignal har bildats genom subtraktion av utsignalen från en väl beskrivande modell från tillhörande processutsignal. Utseendet på några så erhållna realisationer framgår av fig. A1 - A8. Beräkningarna har genomgående gjorts på 1000 data med samplingsintervallet 1 s. Resultaten presenteras i form av auto- och korskorrelationsfunktioner för de olika utsignalerna.

### Autokorrelationsfunktioner för störningar

Autokorrelationsfunktionerna för de viktigaste utsignalerna ges i fig. 13 - 17. Av detta kan konstateras att störningarna i tjockmassaflödet är mycket små och helt okorrelerade. Det bör dock återigen noteras att den angivna standardavvikelsen för tjockmassaflödet kan vara missvisande på grund av filtrering i tjockmassaflödesgivaren. Störningarna i inloppslådekoncentration för de två mätpunkterna är som väntat av olika karaktär. Det kraftiga "mätbruset" hos givaren vid läppöppningen medför att störningen här blir av typen vitt brus. Notera den drastiska skillnaden i standardavvikelse.

Störningarna i torr ytvikt och vattenvikt är som synes mycket lika. Störningarna i dessa två utsignaler förefaller vidare att innehålla periodiska komponenter. Periodtiden kan uppskattas till ca 12 s.

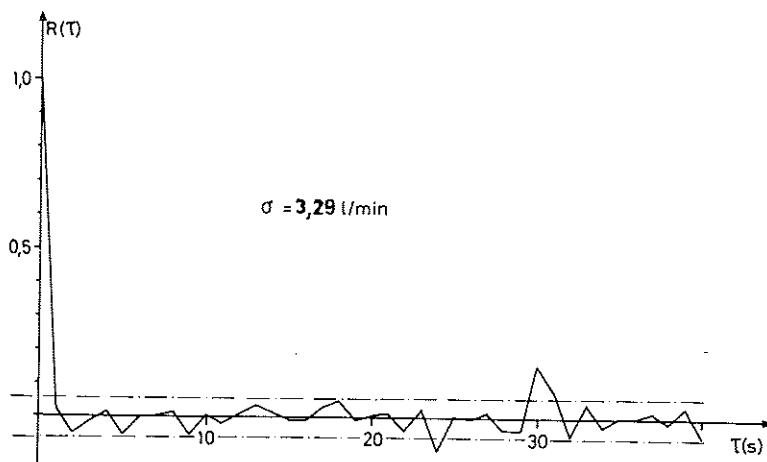


Fig. 13. Autokorrelationsfunktion för störningar i tjockmassaflödet.

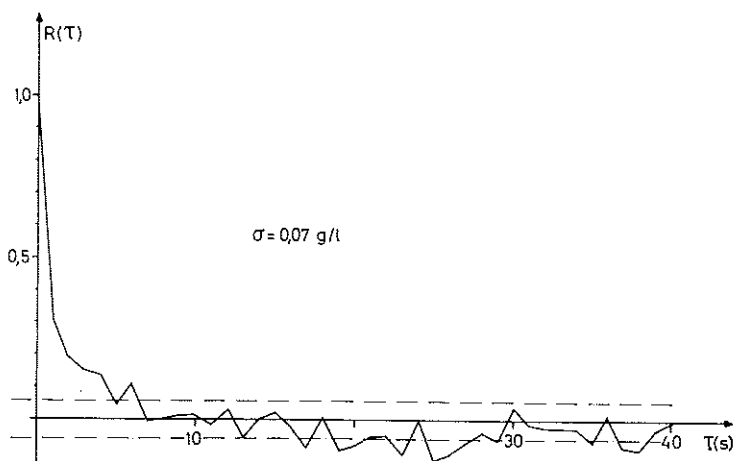


Fig. 14. Autokorrelationsfunktion för störningar i koncentration före inloppslådan.

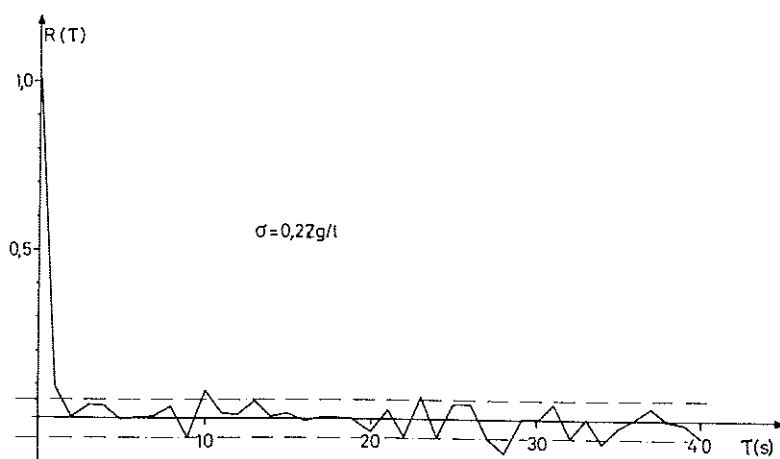


Fig. 15. Autokorrelationsfunktion för störningar i koncentration i läppöppningen.

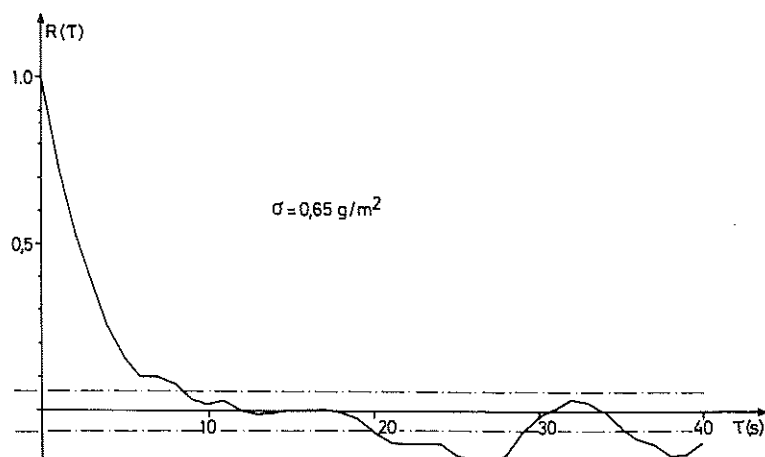


Fig. 16. Autokorrelationsfunktion för störningar i torr ytvikt.

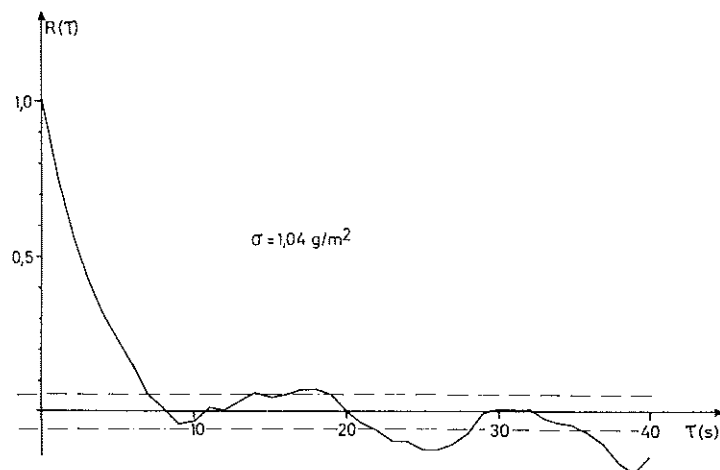


Fig. 17. Autokorrelationsfunktion för störningar i vattenvikt.

#### Korskorrelationsfunktioner för störningar

Av fig. 18 - 19 framgår att de uppmätta störningarna i tjockmassaflöde ej ger några bidrag av betydelse till störningarna i koncentration före inloppslådan samt i torr ytvikt. Det förstnämnda förhållandet kan självfallet återigen vara något missvisande på grund av filtrering i flödesmätaren.

Av fig. 20 följer att störningar i inloppslådekoncentration däremot

korrelerar ganska starkt med störningar i torr ytvikt. Det betydande mätbruset från givaren i läppöppningen leder dock till en betydande sänkning av korrelationskoefficienten, såväl mellan de två lågkoncentrationsgivarna som med torr ytvikt. Se fig. 21 - 22. Av fig. 23 framgår slutligen att störningarna i torr ytvikt och vattenvikt nära nog är identiska till sin karaktär.

Sammanfattningsvis följer således av den gjorda störningsanalysen, att en stor del av störningarna i torr ytvikt redan kan återfinnas i störningar i inloppslådekoncentration. Störningarna härrör troligen ej från störningar i tjockmassaflödet. I stället torde störningarna i inloppslådekoncentration härröra från störningar i tjockmassakoncentration. Någon mätning har dessvärre ej kunnat göras av denna storhet, varför sambanden här ej med säkerhet kan fastställas.

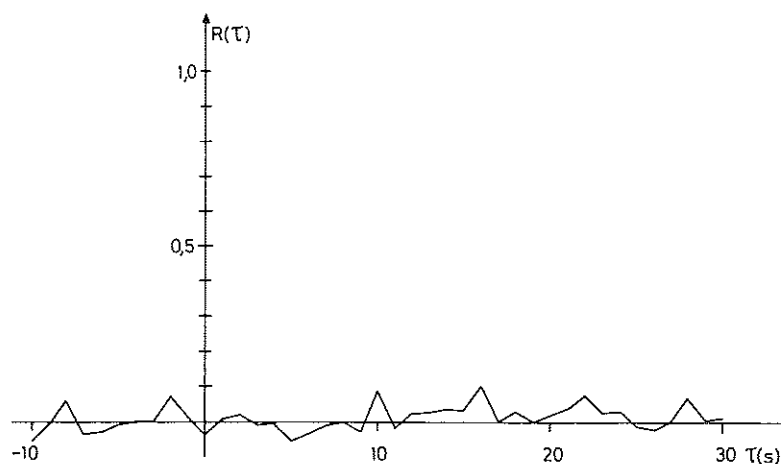


Fig. 18.. Korskorrelationsfunktion för störningar i tjockmassaflöde och koncentration före inloppslådan.

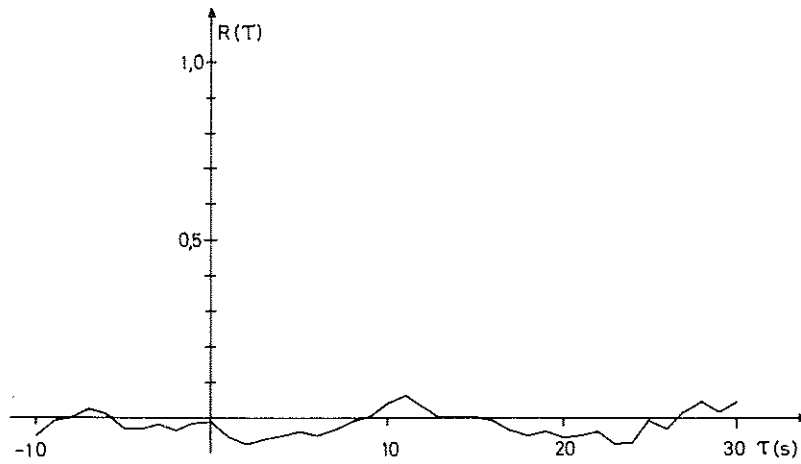


Fig. 19. Korskorrelationsfunktion för störningar i tjockmassaflöde och torr ytvikt.

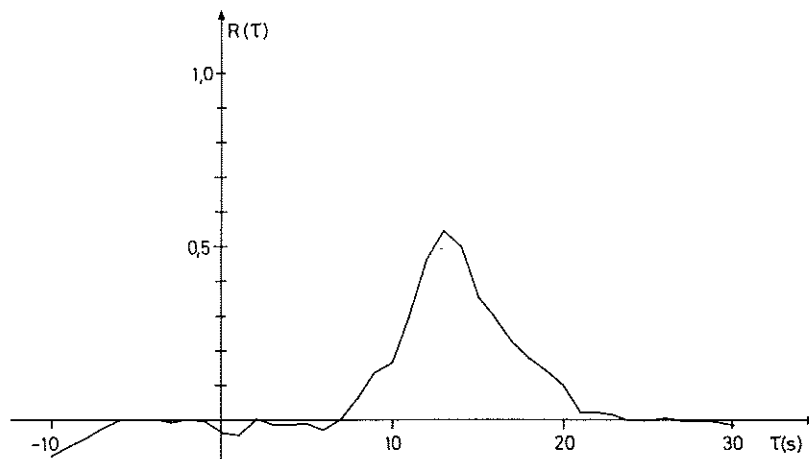


Fig. 20. Korskorrelationsfunktion för störningar i koncentration före inloppslådan och torr ytvikt.

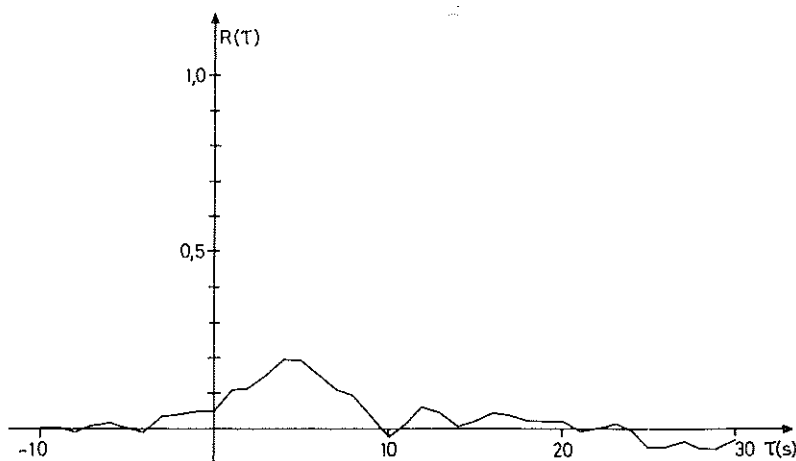


Fig. 21. Korskorrelationsfunktion för störningar i koncentration i läppöppningen och torr ytvikt.



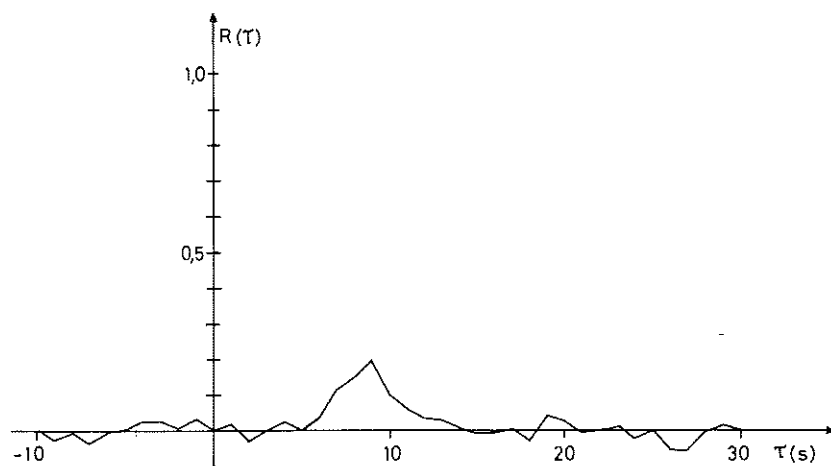


Fig. 22. Korskorrelationsfunktion för störningar i koncentration före resp. i läppöppningen av inloppslådan.

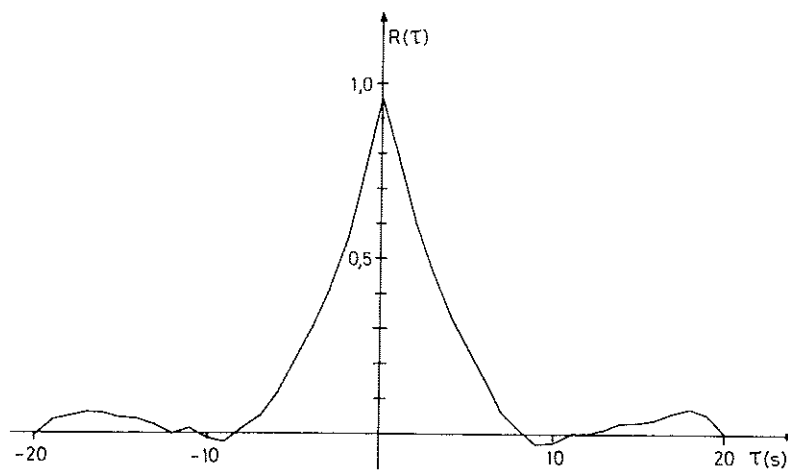


Fig. 23. Korskorrelationsfunktion för störningar i torr ytvikt och vattenvikt.

## Jämförelser och tolkningar av deterministiska modeller

I detta avsnitt skall resultaten från de två gjorda mätningarna sammanställas och jämföras inbördes. Jämförelser kommer därvid även att göras med de tidigare erhållna resultaten för torr ytvikt vid låg maskinhastighet på XPM. Fysikaliska förklaringar till den uppmätta dynamiken skall likaså ges.

Vid analys av de erhållna deterministiska modellerna har för båda mätningarna framkommit, att dynamiken i torr ytvikt skiljer sig väsentligt från dynamiken i koncentration i läppöppningen. Skillnaden består däri att torr ytvikt, i motsats till koncentrationen, uppvisar ett utpräglat oscillativt beteende. Denna dynamiska effekt är mest utpräglad vid mätning 2. En enkel överläggning med utgångspunkt från den i (1) använda viraretentionsmodellen visar, att variationer i viraretentionsfaktorn ej kan ge upphov till den funna egenheten hos dynamiken i torr ytvikt. Orsaken till detta dynamiska fenomen måste då stå att finna i deterministiska variationer i virahastigheten. En inledande undersökning har därför gjorts. I fig. 24 - 25 återges samtidigt registreringar av ytvikt och virahastighet då tjockmassaflödet på vanligt sätt utgjort insignal. Hastighetsvariationerna har omräknats till resulterande ändring av torr ytvikt.

Av figurerna framgår att det finns ett deterministiskt samband mellan tjockmassaflödet och virahastigheten. Vid en ökning av tjockmassaflödet avtar först virahastigheten för att sedan under oscillativt be-

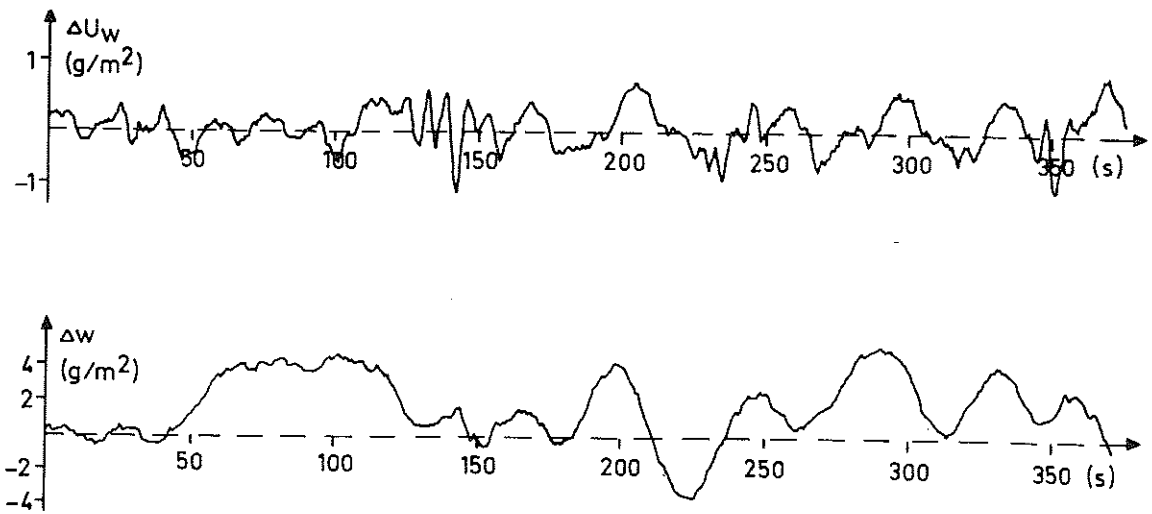


Fig. 24. Samtidig registrering av virahastighet och torr ytvikt vid journalpappersproduktion på XPM. Maskinhastighet 1,3 m/s.

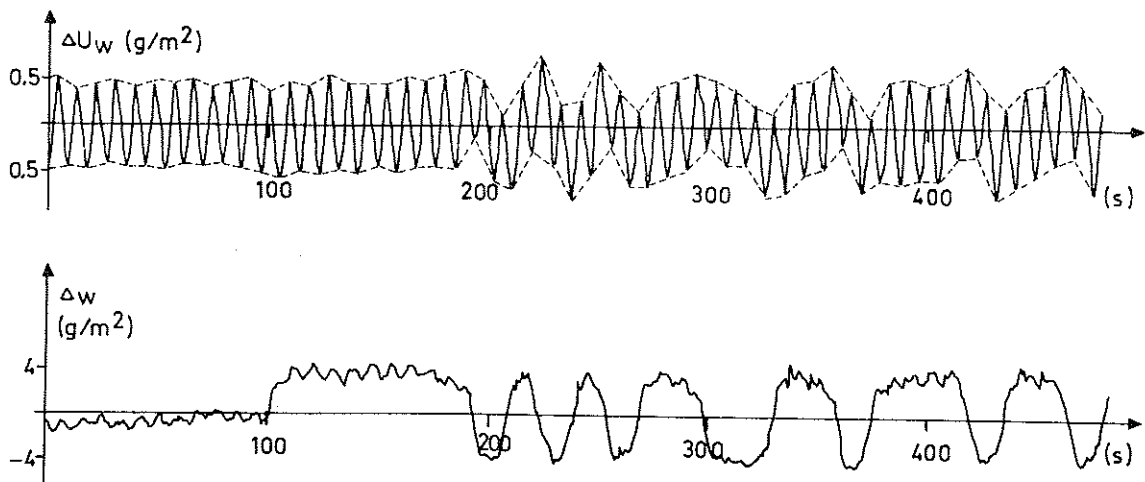


Fig. 25. Samtidig registrering av virahastighet och torr ytvikt vid journalpappersproduktion på XPM. Maskinhastighet 3,5 m/s.

teende återta sitt nominella värde. Hastighetsvariationerna påverkar i sin tur direkt torra ytvikten. Av figurerna kan vidare noteras att en betydande del av störningar i torr ytvikt genereras av störningar i virahastighet.

Sambandet mellan tjockmassaflöde och torr ytvikt kommer alltså att sammansättas av två delsystem. Detta framgår av fig. 26.

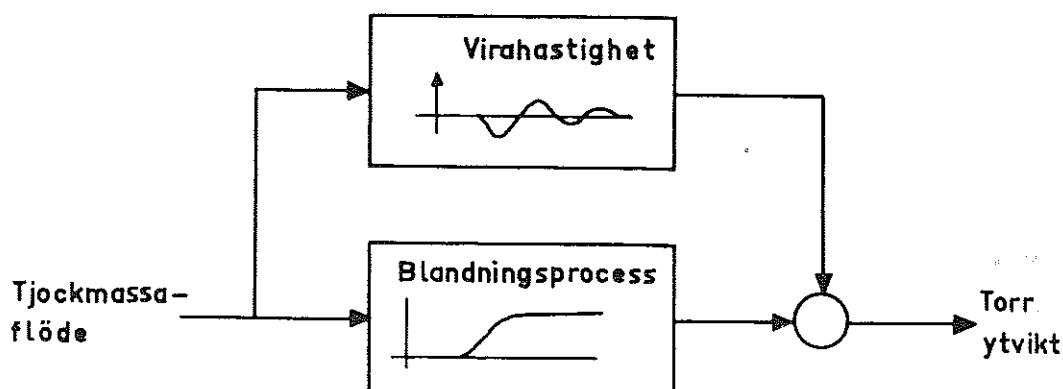


Fig. 26. Schematisk beskrivning av torra ytviktens beroende av tjockmassaflödet.

De deterministiska variationerna i virahastighet är självfallet beroende av prestanda hos reglersystemet för virahastigheten, men också av insignalamplitud och papperskvalitet. Mätningarna har visat att antagandet om konstant virahastighet ej kan göras utan närmare överväganden.

På grund av torra ytviktens sammansatta beroende av insignalen, kan en analys av inverkan från variabel viraretentionsfaktor ej direkt göras genom jämförelser med dynamiken i koncentration i läppöppningen. Först måste virahastighetens beroende av insignalen noggrannt beskrivas. Denna modellering kommer att göras och resultaten avrapporteras i ett senare sammanhang.

Överföringsfunktionerna till de valda modellerna av 3.-ordningen för torr ytvikt blir:

Säckpapper

$$\left( \frac{0,126}{1+0,4 s} - \frac{0,089(s+0,33)}{s^2+1,23 s+1,56} \right) e^{-16 s}$$

Journalpapper

$$\left( \frac{0,141}{1+3,3 s} - \frac{0,034(s+0,10)}{s^2+0,28 s+0,25} \right) e^{-30 s}$$

Ovanstående överföringsfunktioner kan jämföras med de, som erhållits vid låg maskinhastighet (3). Det bör påpekas att den tidigare givna fysikaliska tolkningen av dynamiken ej direkt kan överföras till att även gälla delar av överföringsfunktionerna. Överföringsfunktioner med så detaljerad fysikalisk tolkning ges i senare rapporter.

Innan tolkningar ges av den funna dynamiken i inloppslådekoncentration, bör egenskaperna hos doseringssystemet först kortfattat beskrivas. Den principiella uppbyggnaden framgår av fig. 27.

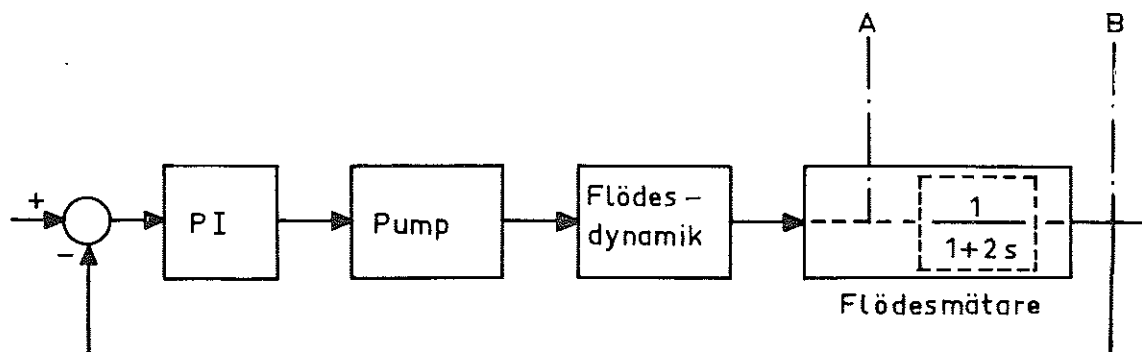


Fig. 27. Tjockmassadoseringssystemets principiella uppbyggnad.

Registrering och modellering har skett av flödessignalen i punkt B. Om däremot registrering även sker av den ofiltrerade signalen i punkten A fås resultat enligt fig. 28.

Av figuren följer att tjockmassaflödets dynamik i verkligheten är mycket snabb med en drastisk översläng i stegsvaret. Med detta som bakgrund kan dynamiken i inloppslådekoncentration lättare förklaras.

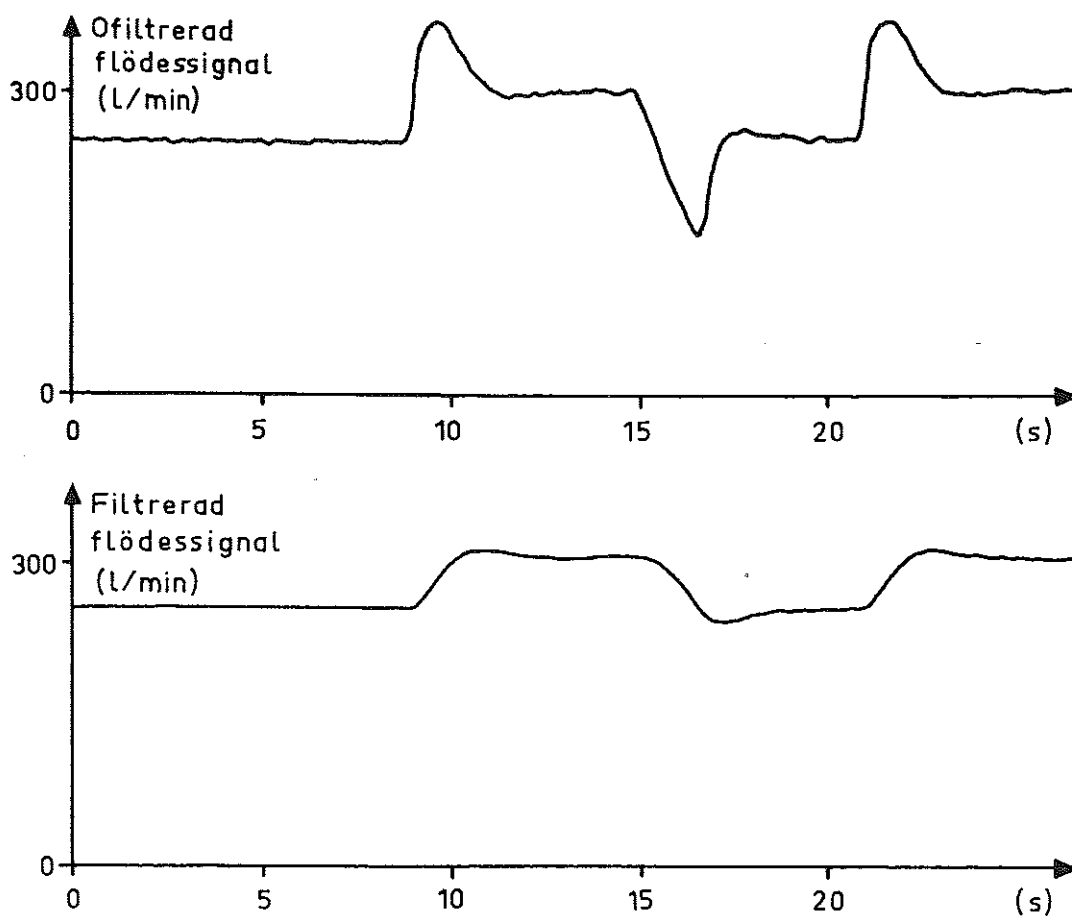


Fig. 28. Samtidig registrering av verklig och filtrerad flödessignal.

Den funna dynamiken i koncentration före inloppslådan uppvisar stora likheter med ovan beskrivna flödesdynamik. Till följd av den blandningsprocess, som i första hand sker i blandningspumpen, blir dock dynamiken i koncentration långsammare med överslängen i motsvarande grad reducerad. Koncentrationen i läppöppningen uppvisar till följd av ytterligare blandning, i tvärfördelare och hålvalsar, en ännu långsammare dynamik. Tunnmassaflödet kan vid de två mätningarna uppskattas till 75 resp. 35 l/s. Tidskonstanterna till de erhållna 1.-ordningens modellerna för koncentrationen kan användas för en uppskattning av de effektiva blandningsvolymerna. Detta ger att de effektiva blandningsvolymerna vid journalpappersproduktion är dubbelt så stora som vid säckpappersproduktion. Hälften av den totala effektiva blandningsvolymen återfinns dock genomgående i själva inloppslådan. Liknande beräkningar kan självfallet utsträckas även till torr ytvikt.

I detta fall bör dock detta anstå, med tanke på att dynamiken i torr ytvikt påverkats av variationer i virahastighet. Ovanstående beräkningar av effektiva blandningsvolymer förutsätter naturligtvis att dynamiken åtminstone hjälpligt kan approximeras med en 1.-ordningens modell. En förutsättning är också att de mer eller mindre lokalt mätande givarna för inloppslådekonzentration ger en representativ bild av blandningsprocessen. Att så kan vara fallet, även på en fullstor maskin, framgår av diskussionen i (4).

Slutligen kan påpekas att den helt likartade dynamiken i torr ytvikt och vattenvikt även kan uttryckas med att fukthalten är konstant.

## Appendix 1. Plottningar av modellegenskaperna



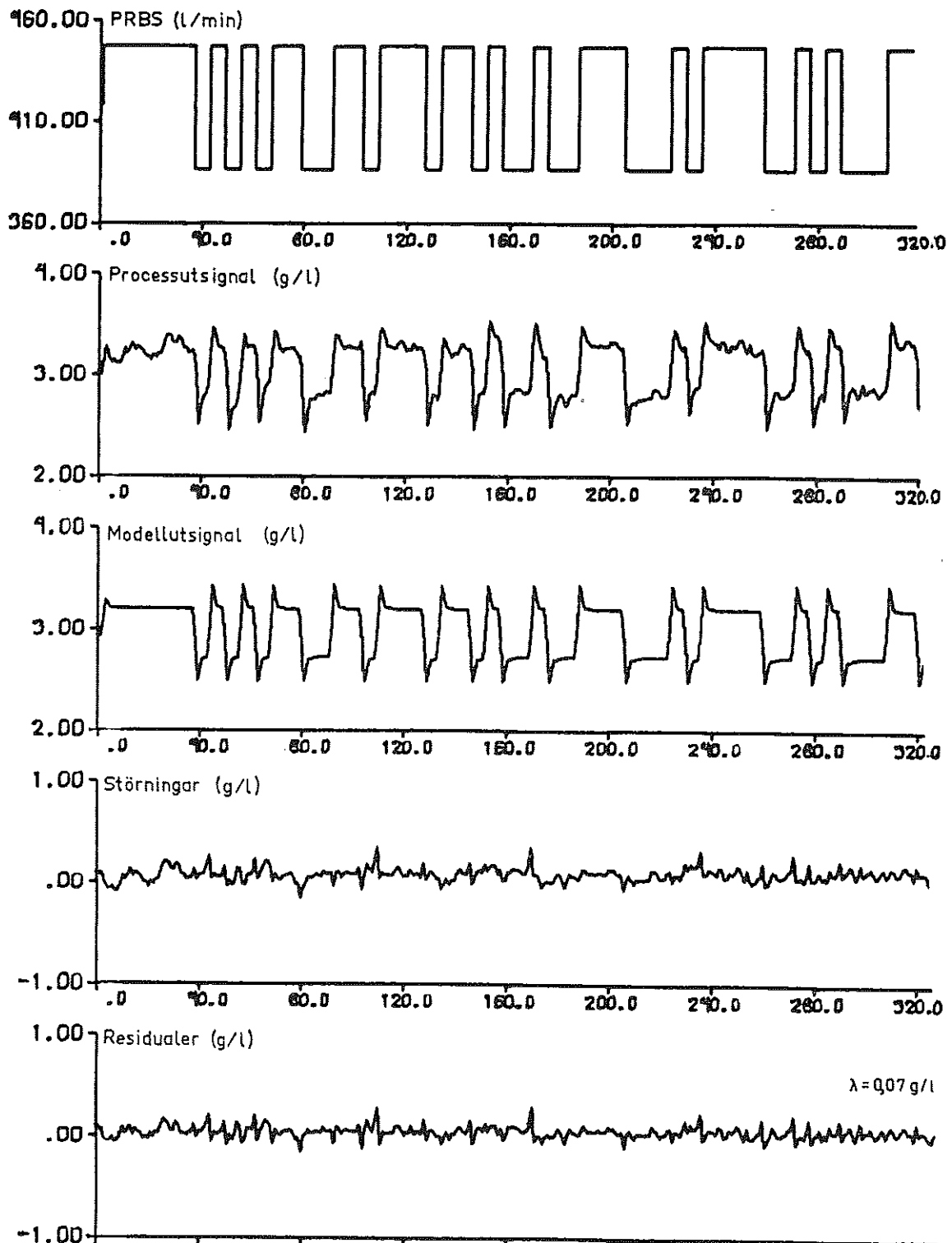


Fig. A1. Mätning 1. Tredje ordningens modell för koncentrationen före inloppslådan,  $T_d = 4 \text{ s}$ .

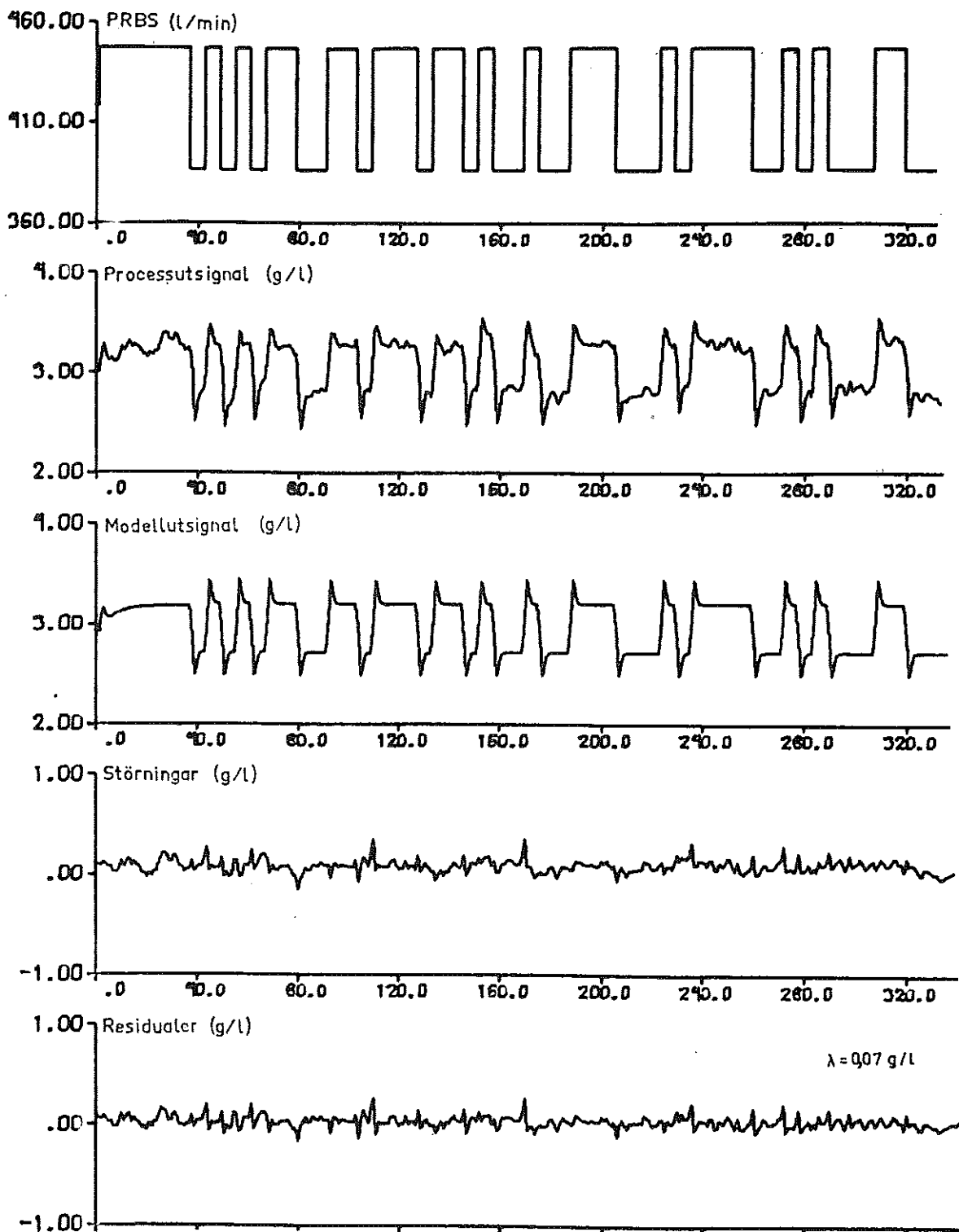


Fig. A2. Mätning 1. Fjärde ordningens modell för koncentrationen före inloppslådan,  $T_d = 4 \text{ s}$ .

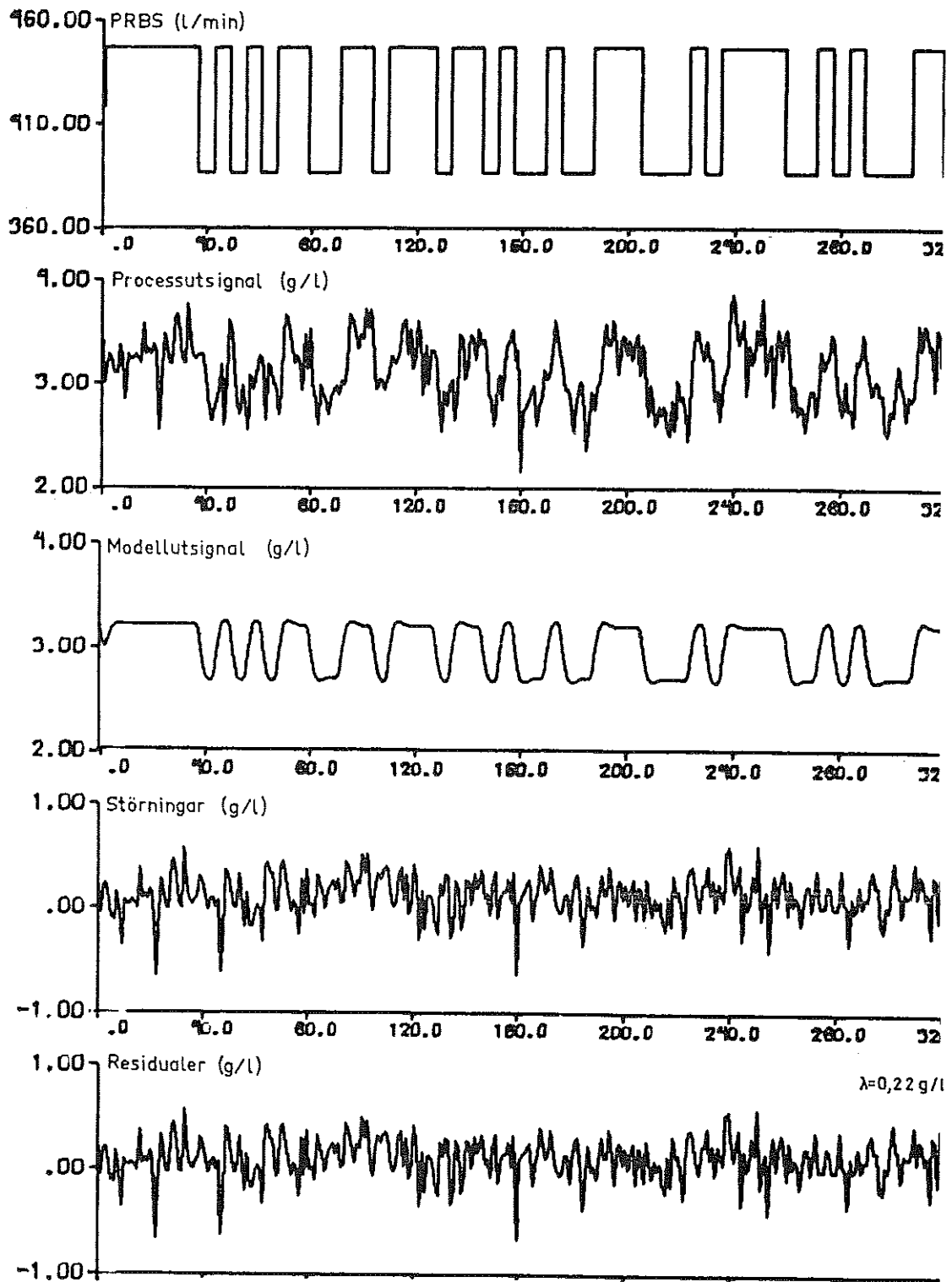


Fig. A3. Mätning 1. Andra ordningens modell för koncentrationen i läppöppningen,  $T_d = 11 \text{ s}$ .

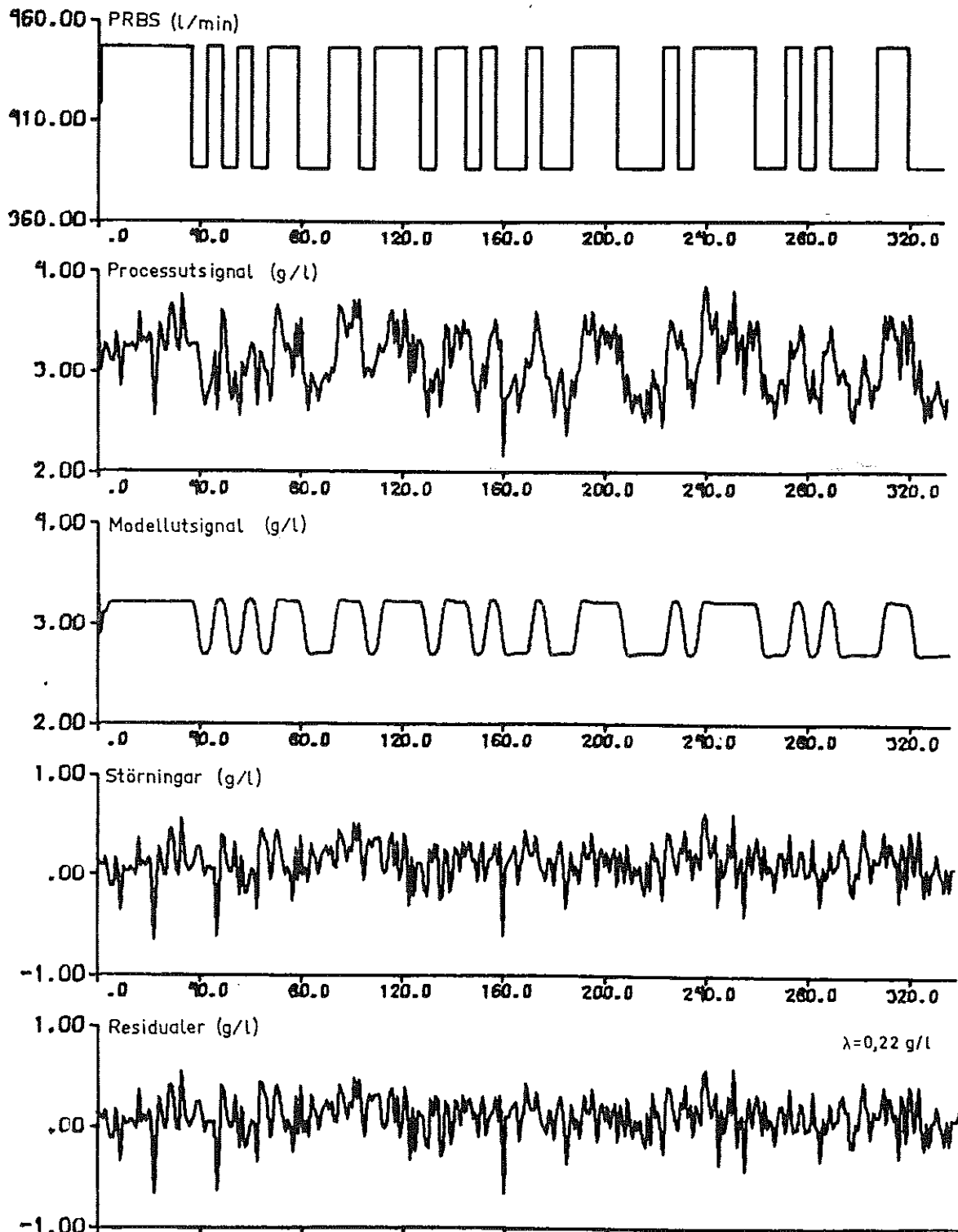


Fig. A4. Mätning 1. Tredje ordningens modell för koncentrationen i läppöppningen,  $T_d = 11 \text{ s}$ .

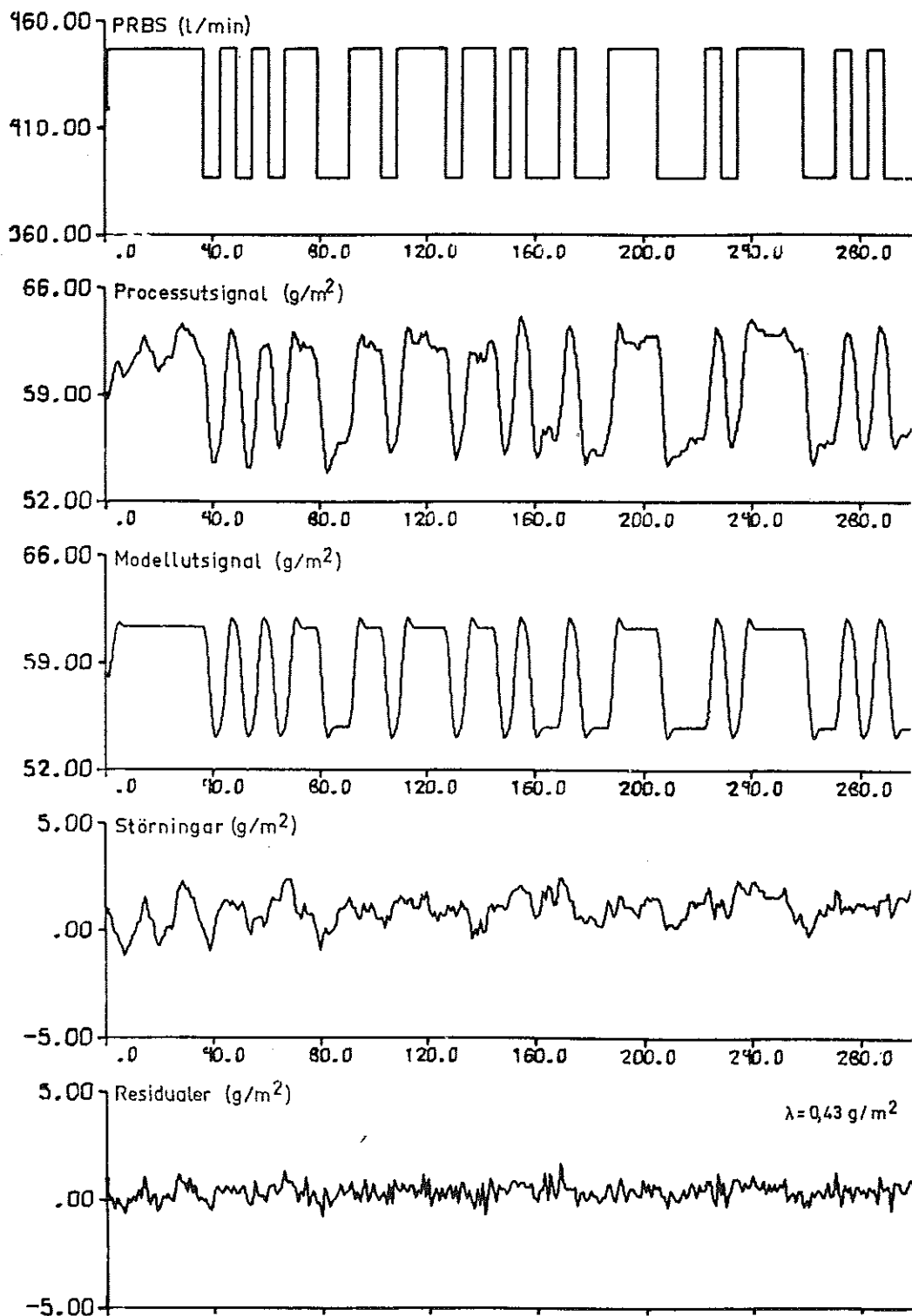


Fig. A5. Mätning 1. Tredje ordningens modell för torr ytvikt,  $T_d = 16 \text{ s}$ .

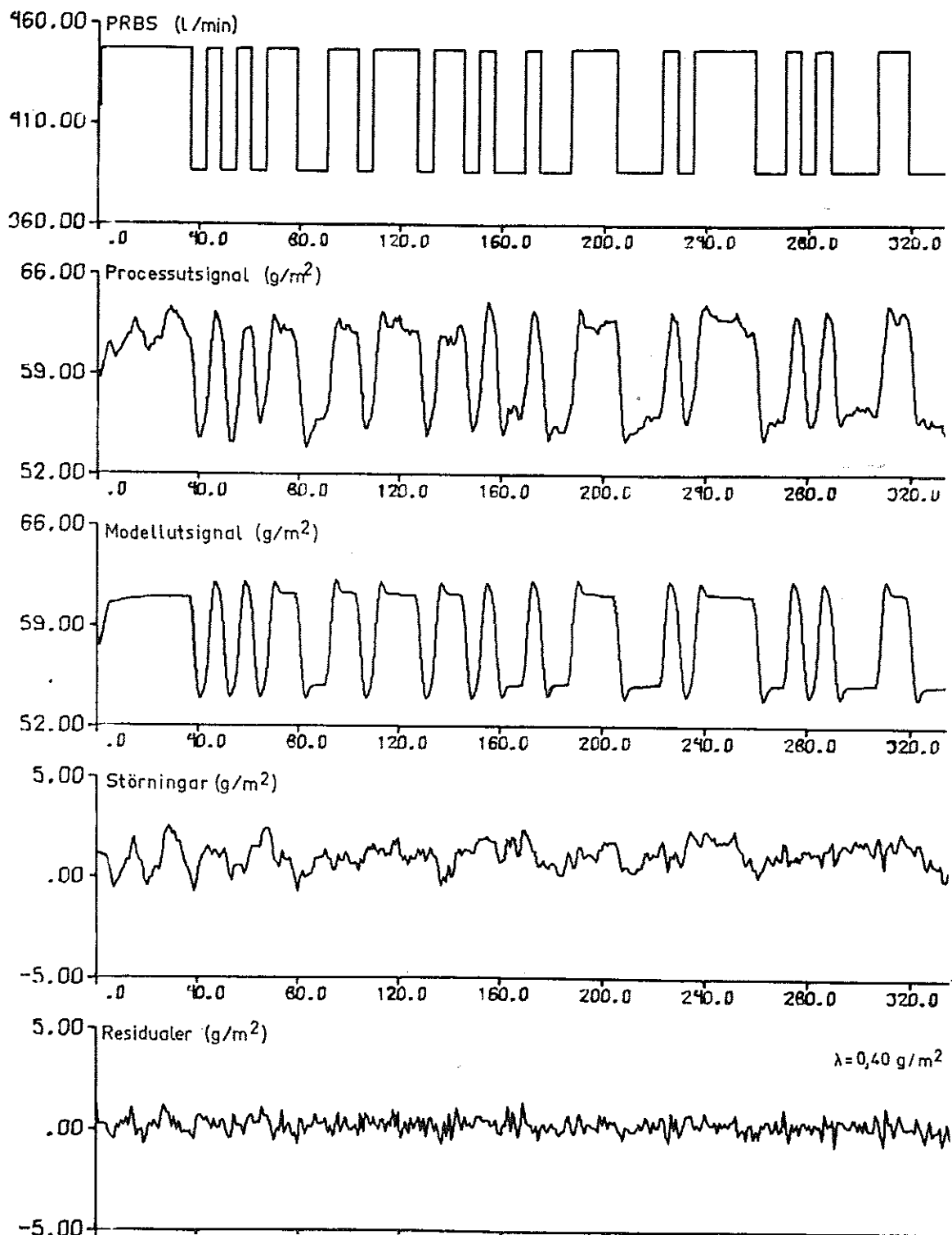


Fig. A6. Mätning 1. Fjärde ordningens modell för torr ytvikt,  $T_d = 16 \text{ s}$ .

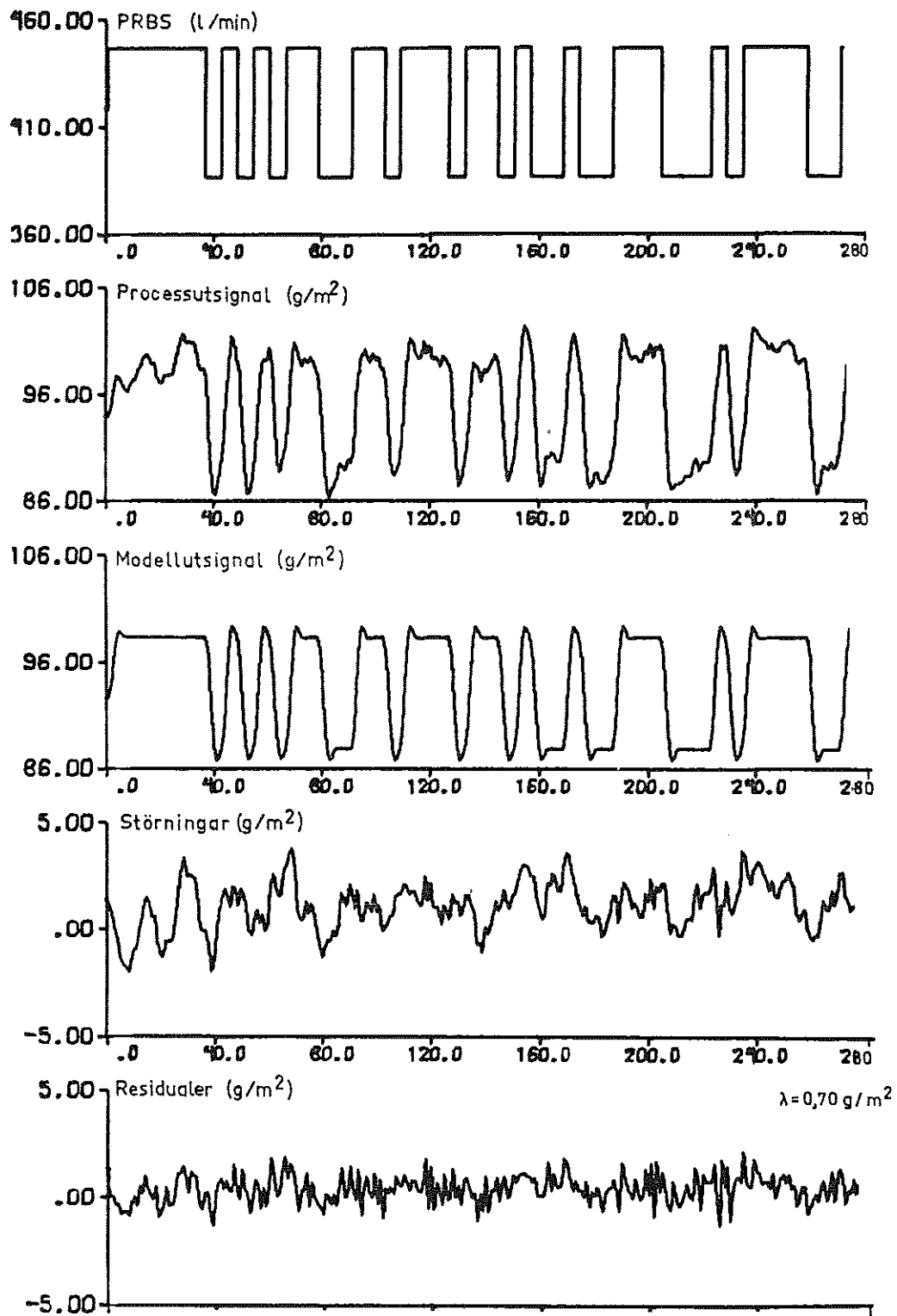


Fig. A7. Mätning 1. Tredje ordningens modell för vattenvikten,  $T_d = 16 \text{ s}$ .

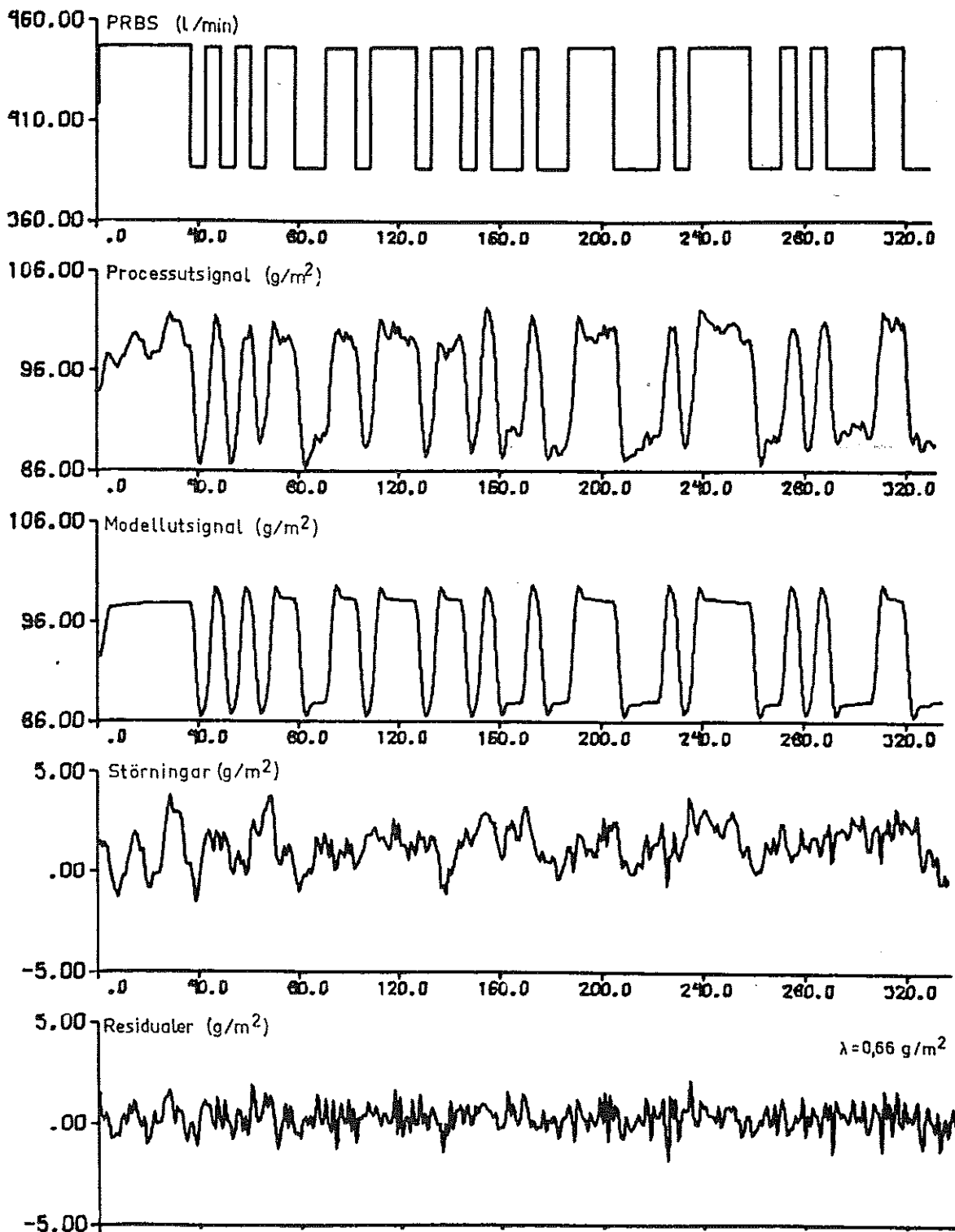


Fig. A8. Mätning 1. Fjärde ordningens modell för vattenvikten,  $T_d = 16 \text{ s}$ .



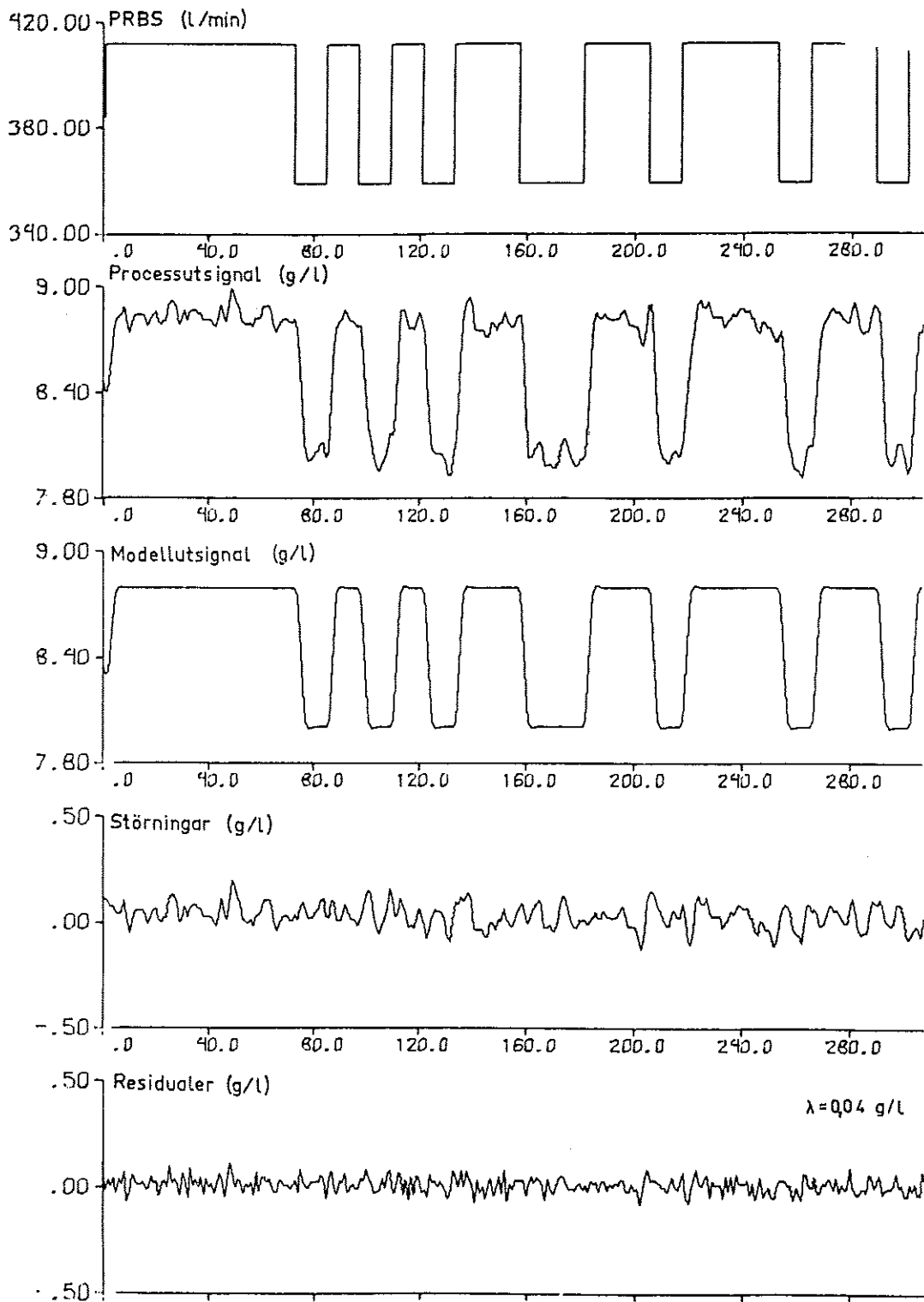


Fig. A9. Mätning 2. Tredje ordningens modell för koncentrationen före inloppslådan,  $T_d = 10 \text{ s}$ .

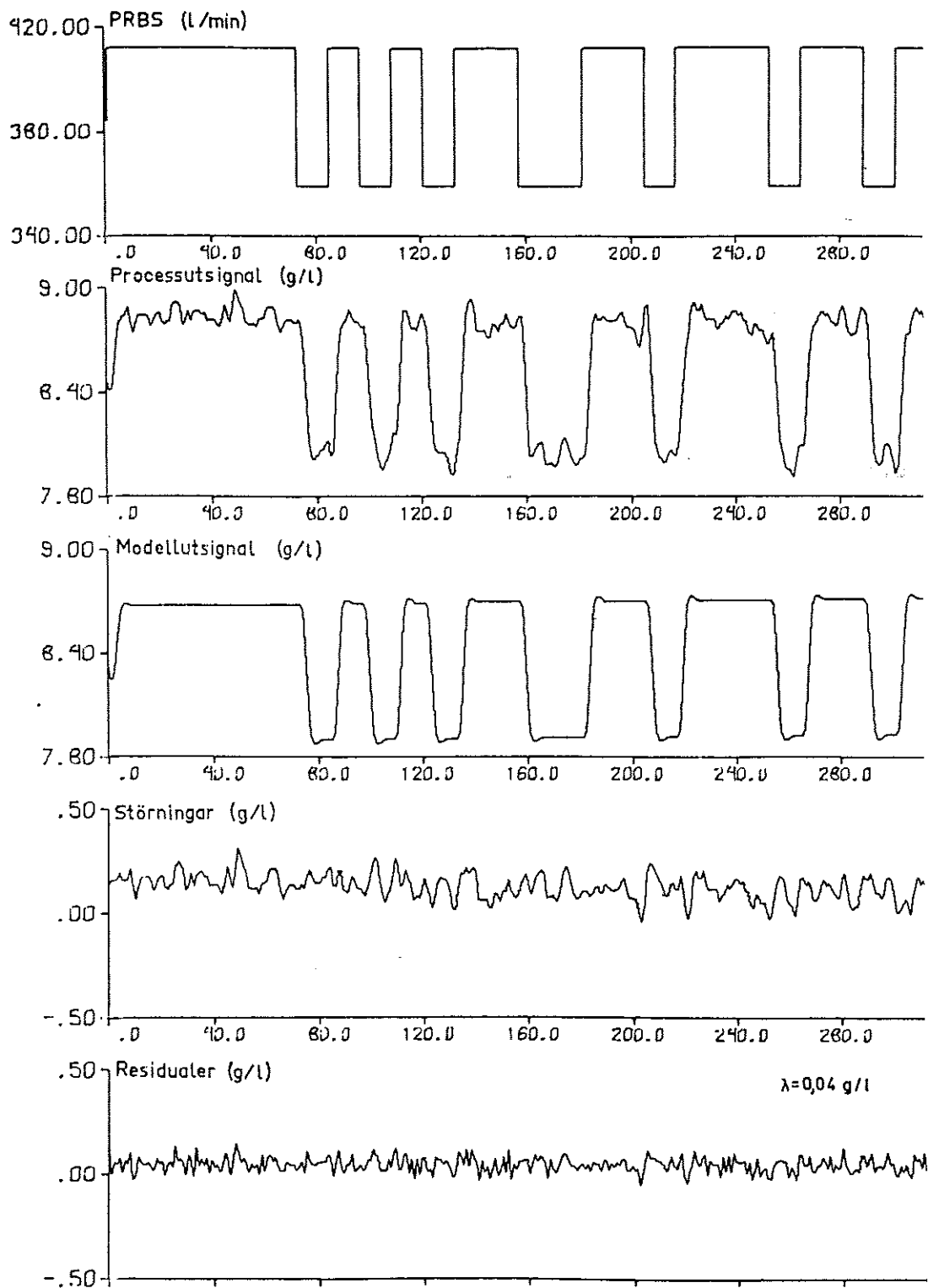


Fig. A10. Mätning 2. Fjärde ordningens modell för koncentrationen före inloppslådan,  $T_d = 10 \text{ s}$ .

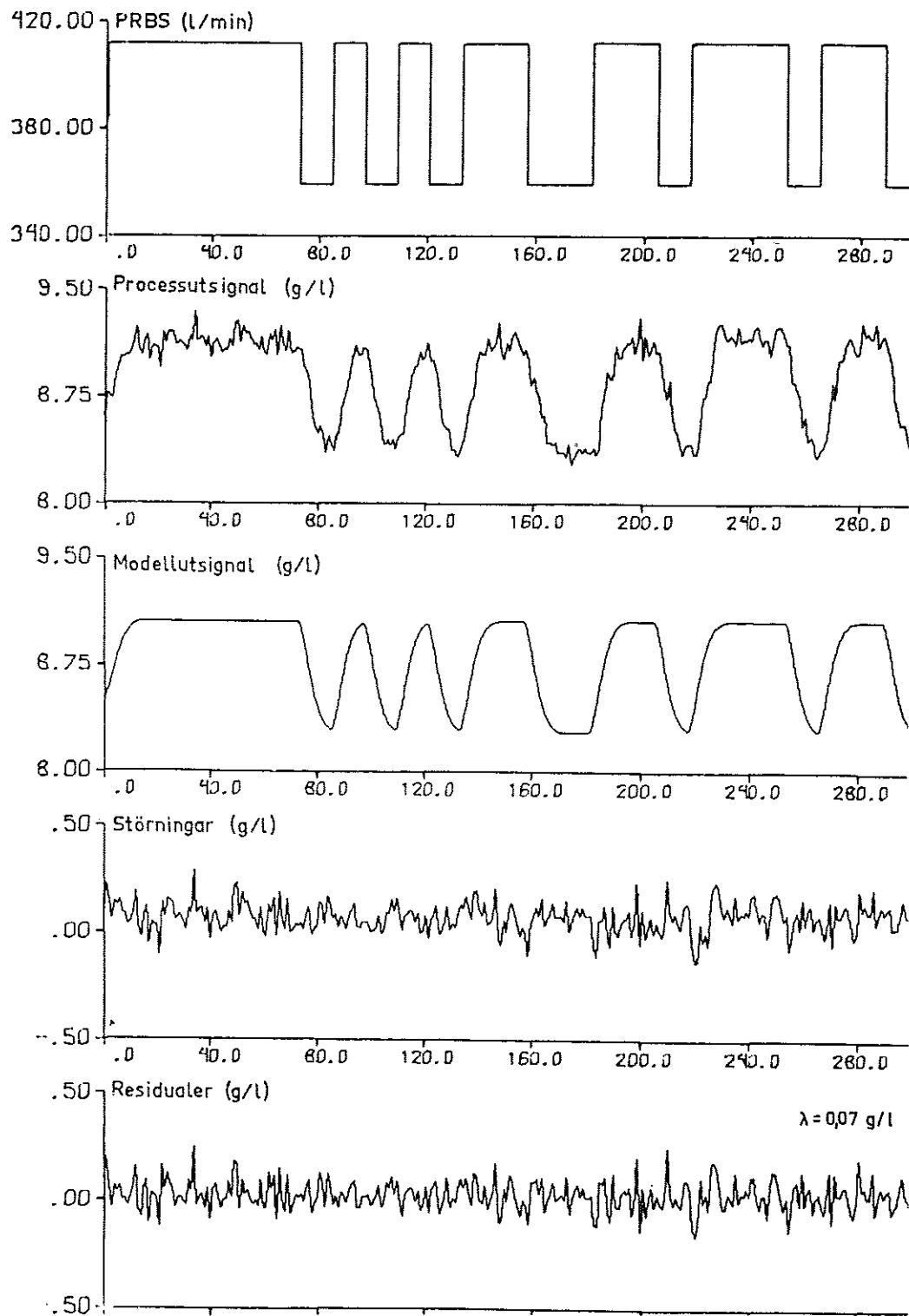


Fig. A11. Mätning 2. Andra ordningens modell för koncentrationen i läppöppningen,  $T_d = 23 \text{ s}$ .

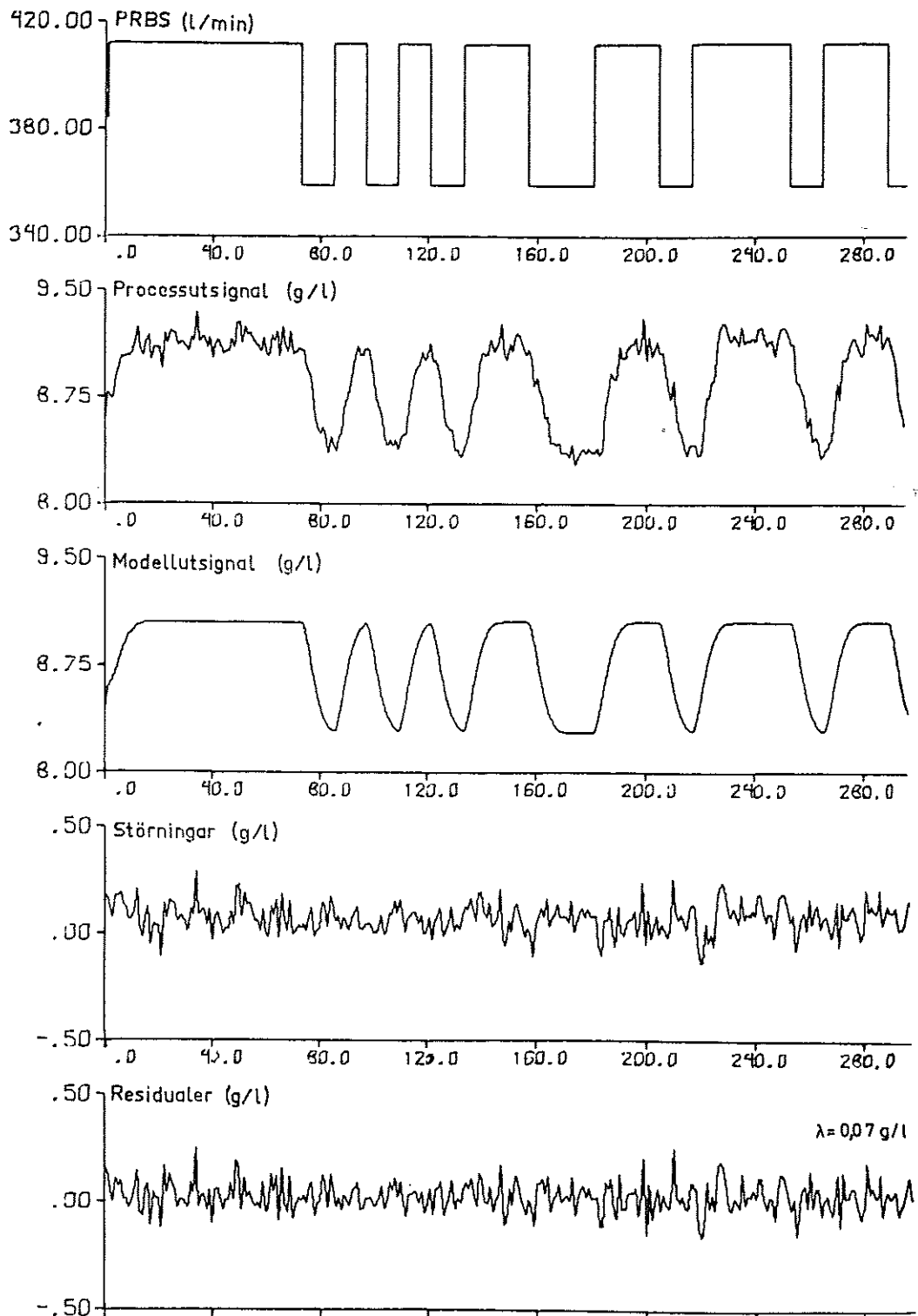


Fig. A12. Mätning 2. Tredje ordningens modell för koncentrationen i läppöppningen,  $T_d = 23 \text{ s}$ .

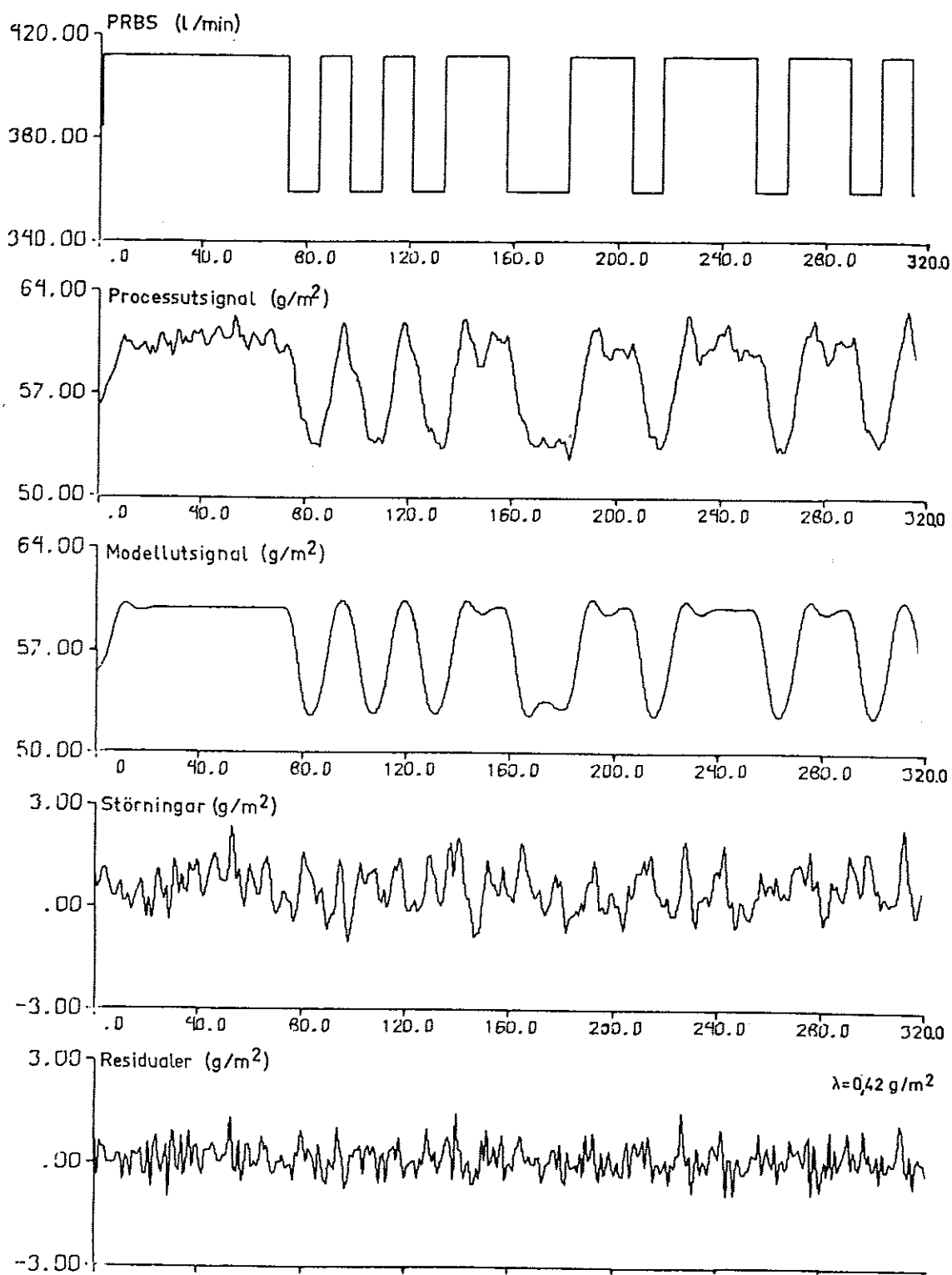


Fig. A13. Mätning 2. Tredje ordningens modell för torr ytvikt,  $T_d = 30 \text{ s}$ .

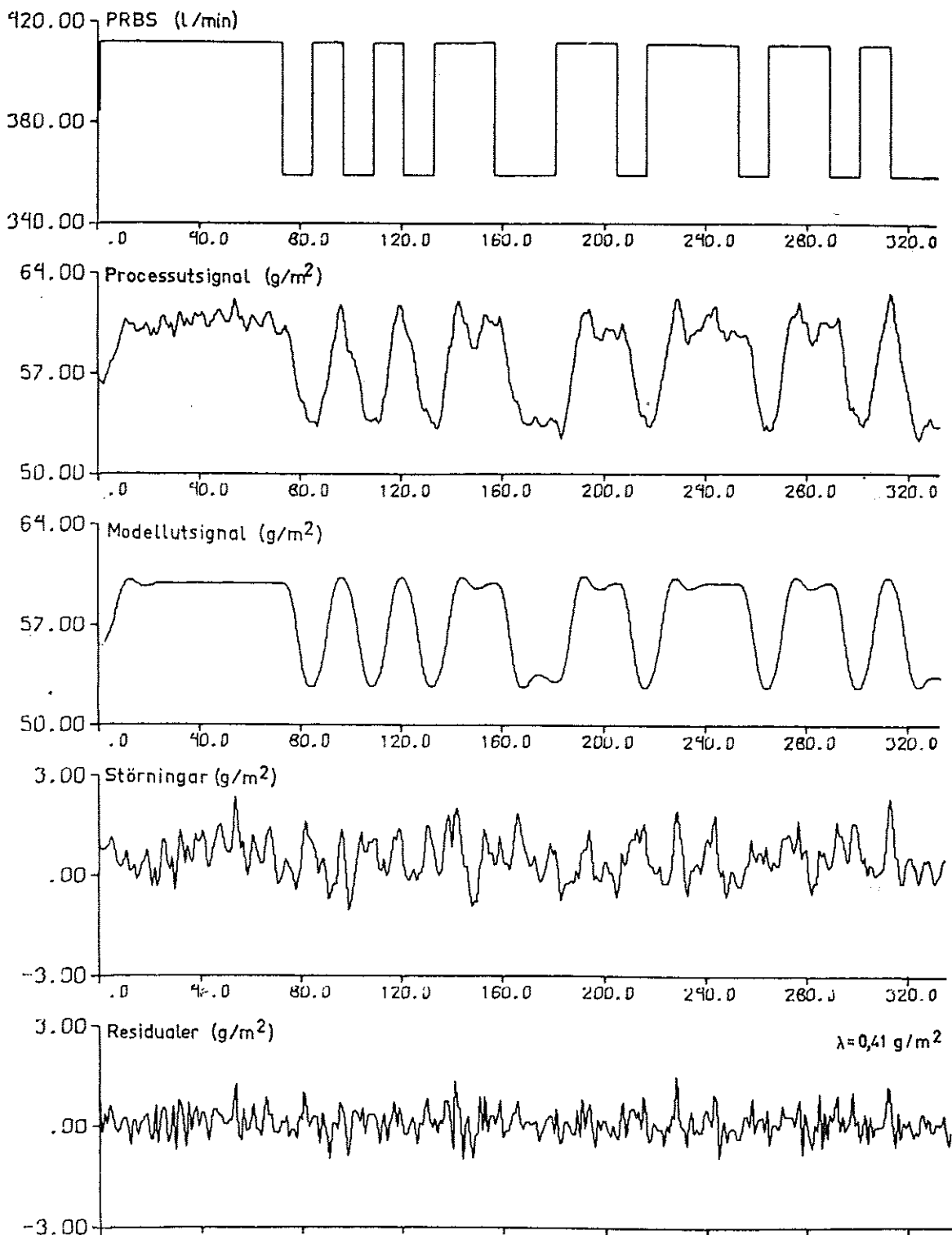


Fig. A14. Mätning 2. Fjärde ordningens modell för torr ytvikt,  $T_d = 29 \text{ s}$ .

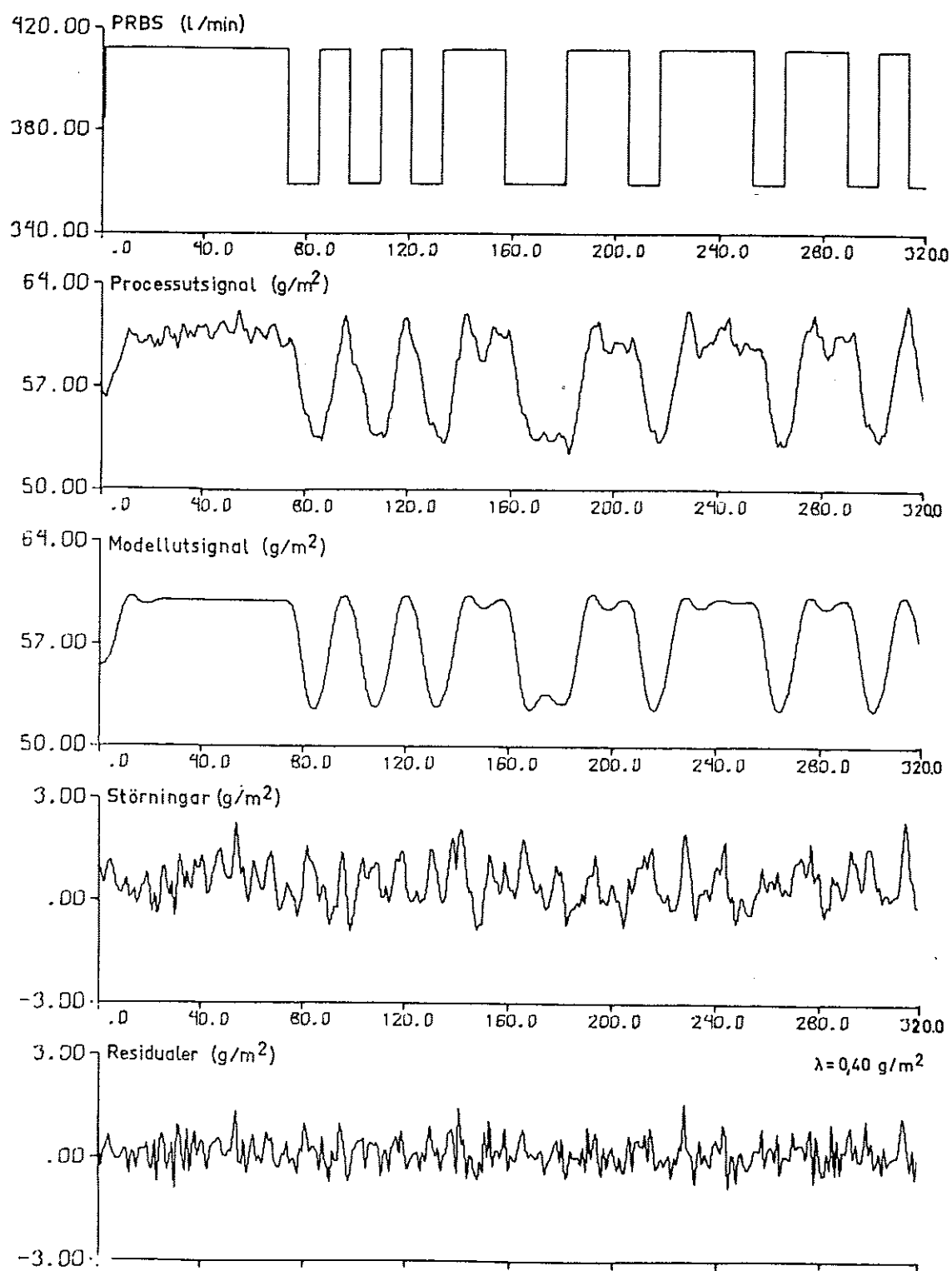


Fig. A15. Mätning 2. Femte ordningens modell för torr ytvikt,  $T_d = 29 \text{ s}$ .

## Appendix 2. Beskrivning av givare

En stor del av de använda givarna finns beskrivna i (2). Egenskaperna hos givaren för koncentration i läppöppningen finns i (9). En kortfattad beskrivning av de nytillkomna givarna för ytvikt, fukt och tjockmassaflöde skall ges.

Ytviktsmätare: Fabrikat: Boyle; strålkälla Kr<sup>85</sup>, 500 mCi. Givarens tidskonstant: 0,05 s.

Fuktmätare: Fabrikat: Scanpro; mikrovåg, dubbelsidig. Givarens tidskonstant: 0,2 s.

Flödesmätare: Fabrikat: Fisher & Porter, typ D 10D 142A. Givarens tidskonstant: 2 s.



## Litteratur

1. B. Häggman "Olinjära matematiska modeller för våtpartiet på en pappersmaskin". STFI, B:153.
2. B. Häggman och I. Gustavsson "Identifiering av dynamiken hos en experimentpappersmaskin, Del 1". STFI, B: 196
3. B. Häggman "Identifiering av dynamiken hos en experimentpappersmaskin, Del 2". STFI, B: 197
4. B. Häggman "Identifiering av dynamiken hos en stor tidningspappersmaskin". STFI, B:204
5. I. Gustavsson "Parametric Identification on Multiple Input, Single Output Linear Dynamic Systems", rapport 6907, juli 1969, Institutionen för regleringsteknik, Lunds Tekniska Högskola.
6. K.-J. Åström, T. Bohlin och S. Wensmark "Automatic Construction of Linear Stochastic Dynamic Models for Stationary Processes with Random Disturbances Using Operating Records", Report TP 18.150, IBM Nordic Laboratory, Sweden.

7. K.-J. Åström och P. Eykhoff "System Identification", rapport 7006, sept. 1970, Institutionen för regleringsteknik, Lunds Tekniska Högskola.
8. I. Gustavsson "Synpunkter på problem vid praktiska identifieringsexperiment - speciellt val av insignal", intern rapport, mars 1970, Institutionen för regleringsteknik, Lunds Tekniska Högskola.
9. L. Nerelius, B. Norman och D. Wahren "Measurement of Flocculation Characteristics by Light Reflection." Tappi 55, (1972):4, 574 - 580.

## Acknowledgements

Vid samtliga mätningar i denna serie har ingenjör B. Härdin, STFI, på ett utomordentligt sätt varit behjälplig vid hanteringen av givare och analoga data. Till honom framförs ett varmt tack. Ett tack framförs likaså till civ.ing. K-H Rigerl, STFI, som under hela mätserien bidragit med värdefulla synpunkter på många mätproblem.

Slutligen framförs ett tack till professor K-J Åström och tekn.lic. I. Gustavsson, LTH, som framfört synpunkter av största värde vid utarbetandet av denna rapport.