



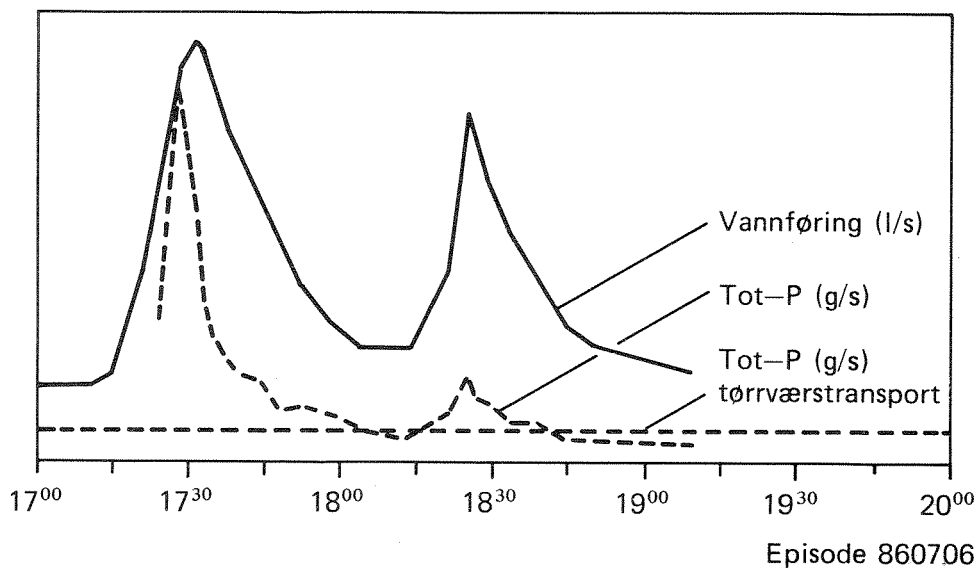
# RAPPORT 19|87

O-86032

E-86638

## Forurensninger fra overløp

Foreløpige resultater fra to felt i Oslo  
Prosjektrapport nr. 1



# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

**Hovedkontor**

Postboks 333  
0314 Oslo 3  
Telefon (02) 23 52 80

**Sørlandsavdelingen**

Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033

**Østlandsavdelingen**

Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752

**Vestlandsavdelingen**

Brevikven 2  
5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.:

0-86032

E-86638

Undernummer:

Løpenummer:

2070

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:

FORURENSNINGER FRA OVERLØP

Foreløpige resultater fra to felt i Oslo.

Prosjektrapport nr. 1. VA-19/87

Dato:

Desember 1987

Prosjektnummer:

0-86032

E-86638

Forfatter (e):

Lars Aaby

Faggruppe:

Urban Hydrologi

Geografisk område:

Norge

Antall sider (inkl. bilag):

115

Oppdragsgiver:

NTNF's Program for VAR-teknikk, Statens  
forurensningstilsyn, NIVA

Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):

Sveinung Sægrov  
Terje Farestveit

Ekstrakt: Massetransporten i hovedledninger ut fra to avløpsområder i Oslo er målt i forbindelse med nedbør i 1986. Resultatene viser god korrelasjon mellom utspylte mengder slam avsatt under tørrvær, tørrværsperioden, og maksimal vannføring under regnvær. Maksimal konsentrasjon av suspendert stoff (SS), organisk stoff (KOF) og fosfor (Tot-P) opptrer nær samtidig med maksimal avrenning. For regnesesongen i 1986 representerte utspylte røravlagringer 15 % SS, 8 % KOF og 2 % Tot-P av den totale spillvannstransporten for perioden. Mengden røravlagringer ble bestemt til: SS = 218 kg/ha, KOF = 170 kg/ha og Tot-P = 0,8 kg/ha.

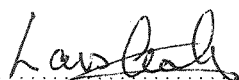
4 emneord, norske:

1. Forurensninger
2. Fellessystem
3. Røravlagring
4. Overløp  
VA-19/87

4 emneord, engelske:

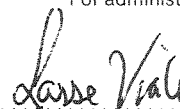
1. Pollutants
2. Combined sewers
3. Pipe deposits
4. Storm overflow

Prosjektleder:



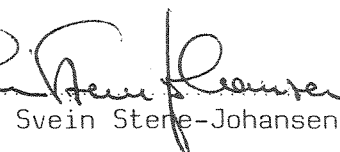
Lars Aaby

For administrasjonen:



Lasse Vråle

ISBN - 82-577-1334-1

  
Svein Stere-Johansen

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

OSLO

0-86032/ E-86638

FORURENSNINGER FRA OVERLØP  
FORELØPIGE RESULTATER FRA TO FELT I OSLO.

Prosjektrapport nr. 1

Oslo desember 1987

Forfatter: Lars Aaby

## FORORD

Prosjektet "Forurensninger fra overløp" tar sikte på å etablere et grunnlag for beregning av forurensningsmengder i overløp gjennom bl.a. indirekte og direkte registrering av tørrvørsavsetningene i fellessystemet.

Prosjektet går over en 3-års periode (1986-1988) og finansieres av NTNf, SFT, Oslo vann- og avløpsverk og interne forskningsmidler fra NIVA. Prosjektleder er Lars Aaby, NIVA. Oddvar Lindholm har fungert som rådgiver i den tiden han har vært ansatt på NIVA. Terje Hopen, NIVA, har stått ansvarlig for den EDB-tekniske delen av prosjektet.

Det er etablert en rådgivende gruppe innen problemområdet overløp. Det er avholdt to møter i 1987. Gruppen består av følgende medlemmer:

Terje Farestveit	SFT
Tallak Moland	OVA
Per Kristiansen	OVA
Sveinung Sægrov	Program for VAR-teknikk
Oddvar Lindholm	E. Strømme A/S
Lars Aaby	NIVA

Utkast til fremdriftsrapport ble gjennomgått på møte i rådgivende gruppe den 11. september 1987. A. Berg ved NHL og S. Sægrov har videre i fellesskap bidratt med kommentarer. Det er tatt hensyn til innkommende merknader i den grad man har funnet det hensiktsmessig i sammenheng med rapportering av prosjektets fremdrift. De viktigste spørsmål som det vil bli arbeidet videre med, er listet opp i kap. 10, "Videre Prosjektarbeid".

Foreliggende fremdriftsrapport er Prosjektrapport nr. 1. Vannførings- og analysedata fra registreringene er lagt inn på NIVAs NORD 530 maskin og presentert tabellarisk og grafisk i rapportens appendiks.

1. desember 1987



Lars Aaby

## INNHOLD

	Side
FORORD	2
SAMMENDRAG	5
1. PROBLEMORIENTERING	7
2. ORIENTERING OM PÅGÅENDE PROSJEKTER	8
2.1. Generelt	8
2.2. NTNf-prosjektet "Forurensninger fra overløp" (1986-1988)	8
2.3. NTNf-prosjektet "Naturlig selvrensning og kunstig spyling" (1984-1987)	8
2.4. 3 byers samarbeid (1987-1988)	8
2.5. Fellesnordisk prosjekt under VA-gruppen i Nordisk Ministerråd (1987-1988)	9
2.6. Videofilm om overløp (1986-1987)	9
2.7. Rehabilitering, bygging og drift av overløp. En veiledning (1986-1988)	9
2.8. Aktiviteter i Tyskland (Lindholm 1986).	9
2.9. Aktiviteter i England (Henderson and Moys 1987)	10
3. AVLØPSOMRÅDENE	11
3.1. Valg av avløpsområder	11
3.2. Områdebeskrivelse	11
4. UTSTYR BENYTTET UNDER FELTMÅLINGENE	14
4.1. Generelt	14
4.2. Målerenner	15
4.3. Måling av vannføringen	16
4.4. Registrering av vannføringen	18
4.5. Prøvetakere	19
5. FORENKLET FEILANALYSE	21
5.1. Vannmåling	21
5.2. Uttak av vannprøver	22
6. DATAGRUNNLAG FOR BEREGNING AV RØRAVLAGRINGER	27
6.1. Undersøkelsens omfang	27
6.2. Søren Jaabæks gt. Måling av massetransport under tørrvær	28
6.3. Massetransport i overvannet	30
7. SØREN JAABÆKS GT. BEREGNING AV RØRAVLAGRING	32
7.1. Forutsetninger	32
7.2. Røravlagring for registrerte episoder	32
7.3. Røravlagring som funksjon av maksimal vannføring	33
7.4. Episode 830615	36
7.5. Beregning av røravlagring for perioden 30.04-13.12	38
7.6. Resultater fra andre undersøkelser	45
8. ECKERSBERGS GT. MÅLINGER HØSTEN 1986	50

	Side
9. DIREKTE MÅLING AV TØRRVÆRSAVSETNINGER	51
10. VIDERE PROSJEKTARBEID	54
LITTERATURHENVISNINGER	56
APPENDIKS	58
1. Databaser	
2. Grafisk fremstilling; konsentrasjon, massetransport pr. sekund og akkumulert masse	
3. Parameter-korrelasjoner	

## SAMMENDRAG

Massetransporten i hovedledningen ut fra to avløpsområder i Oslo er målt i forbindelse med regnvær og under tørrværsforhold i 1986. Avsetninger under tørrvær er beregnet. Andelen overflateforurensning er stipulert.

Fra avløpsområdet Søren Jaabæks gt. (58 ha) ble det foretatt målinger under 8 regnepisoder og fra Eckersbergs gt. (97 ha) 12 episoder. Det ble benyttet automatiske prøvetakere. Spesielt ved stasjonen i Eckersbergs gt. hadde man store problemer med uttak av prøver på grunn av høyt innhold av papir, filler o.l. i avløpsvannet.

Tørrværsperiodene før episodene som ble registrert, var stort sett korte og regnintensitetene lave med "fortynningsfaktorer" på under 6. For Søren Jaabæks gt. ble det registrert betydelige mengder utspylte røravlagringer ved 6 av episodene og for Eckersbergs gt. ved 3 av episodene. I denne fremdriftsrapporten er bare dataene fra Søren Jaabæks gt. bearbeidet.

Målingene viser at maksimal konsentrasjon opptrer nær samtidig med maksimal vannføring.

Nedbørvolumet har relativt begrenset betydning ved utspyling av røravlagring. For episoder med flere avrenningstopper vil mesteparten av røravlagringene transporteres ut av systemet i løpet av første topp.

Maksimal vannføring ved 5 av 8 regnskyll lå utenfor garantert måleområde for målerenna i Søren Jaabæks gt. Dette innebærer at vannføringsmålingene er beheftet med stor usikkerhet.

For Søren Jaabæks gt. representerte utspylte røravlagringer under regnvær ca. halvparten av massetransporten ut av området målt som suspendert stoff (SS) og organisk stoff (KOF). Tilsvarende representerte fosfortransporten (Tot-P) drøyt en tredjepart.

Lineær regresjonsanalyse viser at det er meget god korrelasjon mellom maksimal vannføring og røravlagring for suspendert stoff ( $r = 0,96$ ) og organisk stoff ( $r = 0,94$ ). Resultatene viser videre at utspylte mengder øker med antall tørrværsdøgn.

Basert på korrelasjonen mellom maksimal vannføring og utspylte mengder er røravlagringen for regnværssesongen i 1986 (30. april - 13. desember) beregnet. Ut fra nedbørsstatistikken for Blindern er regn som resulterer i utspyling, plukket ut. Et regn med 10 minutters varighet,

middelintensitet på 10 l/s ha og minimums tørrværsperiode på 3 døgn er definert som grenseregn. For regnsesongen 1986 gir 38 regn utspyling av røravlagringer. Utspylte mengder røravlagringer for disse regnene representerte 15 % SS, 8 % KOF og 2 % Tot-P av den totale spillvannstransporten for perioden. Mengden røravlagringer for perioden ble bestemt til:

- Suspendert stoff : 218 kg/ha
- Organisk stoff (KOF): 170 kg/ha
- Fosfor (Tot-P) : 0,8 kg/ha

Det pekes på flere forhold som innebærer at de beregnede mengder røravlagring ligger lavere enn virkelige mengder.

Årlige røravlagringsmengder er også beregnet ved å legge middelkonsentrasjonen for registrerte episoder og årsnedbøren til grunn. Ved denne prosedyren blir røravlagringsmengden (SS og Tot-P) målt til ca. det dobbelte av det som er beregnet for regnsesongen i 1986. Resultatene er sammenlignet med målinger utført for fire områder som ble undersøkt under PRA-perioden. Fosformengden for 3 av feltene lå i størrelsesorden 2-3 ganger høyere enn for Søren Jaabæks gt. For suspendert stoff og organisk stoff lå verdiene for Søren Jaabæks gt. i samme størrelsesorden som for 2 av PRA-feltene.

Dobbelt sett med prøvetakere var i drift ved de to stasjonene. Ved Søren Jaabæks gt. var det god fordeling av suspendert stoff i strømningstverrsnittet opp til en konsentrasjon på ca. 600 mg/l. Over denne konsentrasjonen (ved høye vannføringer) var massetransporten størst langs bunnen ved prøvelokaliteten. Prøvetakerne i Eckersberg gt. var av forskjellig fabrikat. Prøvetakeren med lavest vannhastighet i prøveslangen gav prøver med klart lavere innhold av suspendert stoff.

Innledende undersøkelser med utskraping av slam på ledningsnett viser at avsetninger under tørrvær også skjer i ledningsanlegg uten synlige svanker og med skjøter forskriftsmessig utført.



## 1. PROBLEMORIENTERING

Blant annet på bakgrunn av resultater fra undersøkelser utført i USA (Layer og Smith, 1974) ble det gjennomført omfattende målinger på avløpsnett i Norge under PRA-perioden. Man fant (Lindholm, 1978) at for samme urbaniseringsgrad hadde overvannsbidraget i fellessystemene som ble undersøkt, høyere forurensningstransporter (ikke tungmetaller) under nedbør enn separatsystemene. Resultatene av i størrelsesorden 10.000 enkeltanalyser viste at minst halvparten av forurensningene i overvannsbidraget i fellessystemene uttrykt som KOF, SS og Tot-P, var avsatt under tørrvær.

Senere bearbeiding av dataene fra PRA-perioden (Lindholm, 1982) viste at for 3 av de 4 undersøkte feltene ble i gjennomsnitt over året 50-70% av spillvannets innhold av suspendert stoff avsatt i ledningsnett under tørrvær. Tilsvarende tall for organisk stoff (KOF) og fosfor (Tot-P) var 16-20 % og 10-20 % respektive.

Et forskningsprosjekt ved Lunds Tekniska Høgskola (LTH) har gitt sterke indikasjoner på at utspyling av rørvlagringer kan representere opp til 80-90 % av de totale forurensningstransportene under nedbør (Hogland et al., 1984).

Etter hvert som det avsettes materiale i ledningsnett under tørrværsforhold, vil strømningsforløpet endres inntil systemet innstilles på en likevekt der mengden stoff som sedimenteres, er lik mengden resuspendert stoff over døgnet. Denne likevekten vil forstyrres når vannføringen igjen øker ved nedbør, og vi får en utspyling av avsatt materiale. Foreliggende prosjekt er ment gjennom indirekte og direkte måling av tørrværsavsetningene å utvide datagrunnlaget innen problemområdet med sikte på å utvikle metodikk for beregning av forurensningsmengder fra overløp i fellessystemet.

## 2. ORIENTERING OM PÅGÅENDE PROSJEKTER

### 2.1. Generelt

Problemområdet "Forurensninger fra overløp" er prioritert av Program for VAR-teknikk i perioden 1986-88. Etter en periode med FoU-virksomhet på feltet, der man i stor grad har bygget på data ervervet under PRA-perioden, satser man nå på å utvide datagrunnlaget gjennom målinger som basis for utvikling av metodikk for beregning av forurensninger i overløp. Det tas også sikte på aktivt å formidle kunnskap ut til brukeren. Omfattende samarbeid med kommuner og mellom fagmiljøene i de nordiske land er etablert. En kort orientering om pågående prosjekter er gitt i det følgende.

### 2.2. NTNF-prosjektet "Forurensninger fra overløp" (1986-1988)

Foreliggende rapport er prosjektets 1. fremdriftsrapport. Prosjektet inkluderer registrering av forurensningstransporten i forbindelse med regnvær fra to avløpsområder i Oslo. Videre skal slamoppbyggingen som funksjon av tiden for en kumstrekning i Oslo undersøkes.

### 2.3. NTNF-prosjektet "Naturlig selvrensning og kunstig spyling" (1984-1987)

Prosjektet gjennomføres ved NHL. Målet er å:

- "Utarbeide meir nøyaktige reglar for naturleg sjølvrensning i avløpsleidningar.
- Vise kva kvaliteten av leidningsarbeidet har å seie for krav til leidningsfall og vassføring.
- Utarbeide beregningsverktøy og reglar for automatisk spyling av avløpsleidningar."

### 2.4. 3 byers samarbeid (1987-1988)

Et samarbeidsprosjekt mellom kommunene Göteborg, Stockholm, Oslo og Lunds Tekniske Høgskole (LTH), og NIVA er etablert.

Prosjektet er lagt opp for registrering av tørrværsavsetninger i et lite, avgrenset avløpsområde i hver by. Registreringsperioden skal gå over 60 dager og inkludere målinger i forbindelse med nedbør samt

kunstig spyling av hovedledningen gjennom området etter ulike "tørrværsintervall" (1, 2, 4, 8, 16, 30 dagers intervall). I Stockholm startet man med målingene i mai måned 1987. Oslo tar sikte på å gjennomføre programmet i løpet av vinteren 1987/88.

Ved Chalmers Tekniska Högskola pågår prosjektet "Sedimentering og erosjon i ledningssystemet". Prosjektets mål er å kartlegge de mekanismer som styrer sedimenterings- og erosjonsprosessene i ledningssystemet.

### **2.5. Fellesnordisk prosjekt under VA-gruppen i Nordisk Ministerråd (1987-1988)**

Det er oppnevnt en komité bestående av representanter fra Sverige, Danmark, Finland og Norge for samordning av prosjektene om forurensninger fra overløp og for innsamling av data for utvikling av en matematisk modell. Som utgangspunkt for modellutviklingen er det enighet om å satse på en kombinasjon av stokastisk og empirisk deterministisk for tolkning av måleresultatene basert på middelkonsentrasjonen for hver enkelt episode.

### **2.6. Videofilm om overløp (1986-1987)**

Videofilm om overløp er under produksjon ved NIVA. Filmens mål er å opplyse om overløpets sentrale rolle som forurensningskilde, vekke interessen for overløpsproblematikken og inspirere til aksjon. Prosjektet støttes bl.a. av VAR-utvalget, SFT, NKS og NIVA.

### **2.7. Rehabilitering bygging og drift av overløp. En veiledning (1986-1988)**

Veilederen er ment å gi en oppsummering av resultatene fra pågående forskningsprosjekter nasjonalt og internasjonalt, presentert på en lett tilgjengelig måte for kommunalteknikeren. Veilederen skal gi grunnlag for å kunne vurdere tilstanden, funksjonsevnen og forurensningsutslipp fra eksisterende overløp samt gi anbefalinger for rehabilitering, bygging og drift av overløp.

### **2.8. Aktiviteter i Tyskland (Lindholm 1986);**

Hovedproblemet for resipientene i Hamburg og Bremen er overløp fra fellessystemet. Som et generelt mål i Tyskland forsøker man å føre 90% av overvannet i fellessystemet til renseanlegg. Det hevdes at for Hamburgs vedkommende må man kunne holde tilbake i systemet et regn tilsvarende ett-års regnet i styrke for å nå dette målet.

Ved universitetet i Hannover pågår et omfattende prosjekt med måling av forurensningsmengder i overløp i fire større byer over en to-års periode (1987-1989). Målet er å lage en matematisk modell for røravlagringer for de mest aktuelle forurensningsparametrene og utspyling av disse via overløpene. Prosjektet har brukt 3,5 mill. kr bare til utstyr.

I Tyskland står bruk av matematiske modeller sentralt ved utredning av optimale tiltak, simulering av virkningene av disse og den optimale drift av systemene.

### **2.9. Aktiviteter i England (Henderson and Moys 1987)**

Ett av hovedproblemene i forbindelse med forurensning av elvene i urbane strøk i England er overløpsutslipp fra fellessystemet. Totalt regnes det med at det finnes minst 12.000 overløp i England og Wales hvorav ca. 40 % ikke tilfredsstiller dagens krav til hydraulisk kontroll.

Et omfattende arbeid ledet av Water Research Centre (WRC) er startet for måling av forurensningstransporten i fellessystemet (4 avløpsområder) og modellutvikling. Fra tidligere undersøkelser foreligger allerede målinger fra 9 avløpsområder fra til sammen 353 regnepisoder. Det arbeides med støtteprosjekter av tilsvarende karakter som ved LTH ved 7 universiteter i Storbritania. Virkningene av forurensningsutslippene i resipienten inngår også i programmet.

### 3. AVLØPSOMRÅDENE

#### 3.1. Valg av avløpsområder

Etter anbefaling fra Oslo vann og avløpsverk (OVA) ble avløpsfeltene Søren Jaabæks gt. (SJ) og Eckersbergs gt. (EB) valgt ut for undersøkelsen. Målestasjonene nederst i de to nevnte områdene er utstyrt med målerenner for registrering av vannføringen før påslipp på overføringssystemet til Sentralrenseanlegg Vest (SRV).

Tørrværsmålinger er tidligere utført ved målestasjonen i SJ (Wedum, 1984). Utspyling under regnvær ble målt 15. juni 1983 (Lindholm, 1983). Videre er SJ i flere sammenhenger blitt benyttet som modell (Lindholm, 1982, 1986, 1987).

#### 3.2. Områdebeskrivelse

Hoveddata for områdene er oppgitt av OVA og vist i tabell 1.

Tabell 1. Felldata

	Søren Jaabæks gt.	Eckersbergs gt.
Størrelse (ha)	57,6	97
Ant. pers. bosatt i området (P)	7.232	13.488
Tillegg personekvivalenter (Næringsvirksomhet o.l.)*	5.154	9.017
Sum personekvivalenter (Pe)*	12.386	22.505
Andel fellessystem (arealbasis)	74 %	93 %
Befolkningstetthet (P/ha)	126	139

\* Hydrauliske personekvivalenter

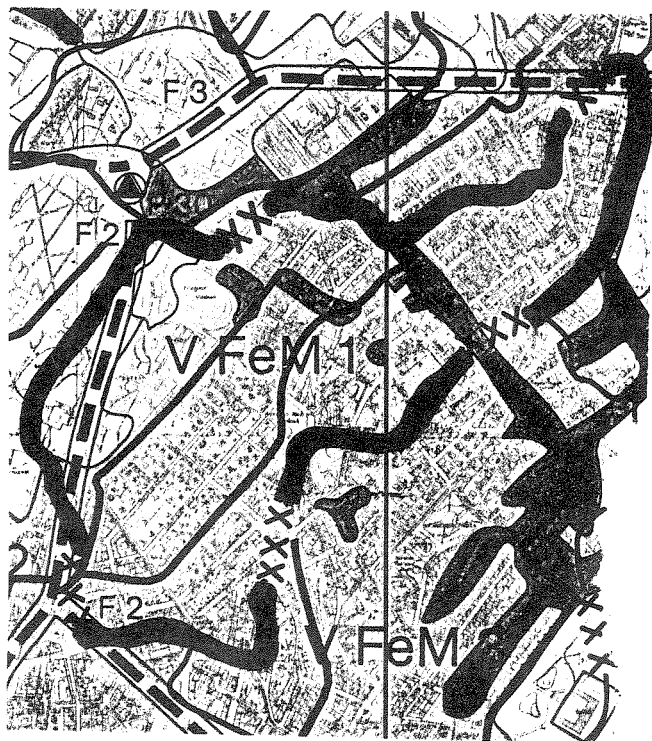
Begge områdene består av typisk bybebyggelse dominert av leiegårder. I øverste del av SJ området er det noe villabebyggelse.

Figur 1 viser en kartskisse av EB avløpsområde. Det er ingen overløp på nettet, og ifølge OVA er det ingen septiktanker i drift.

Figur 2 viser en kartskisse av SJ avløpsområde. Feltet er relativt langstrakt. Midlere fall er ca.  $35 \frac{0}{100}$  fra øverste punkt i feltet til nederste punkt. Kumulativ fordeling av fallene med hensyn til total rørlengde (10.287 m) er vist i figur 3. Ved en midlere tørrværsvannføring (32 l/s) har ca. 44 % av rørene en vannføring med hastigheter

under eller lik 0,6 m/s. (Lindholm, 1983).

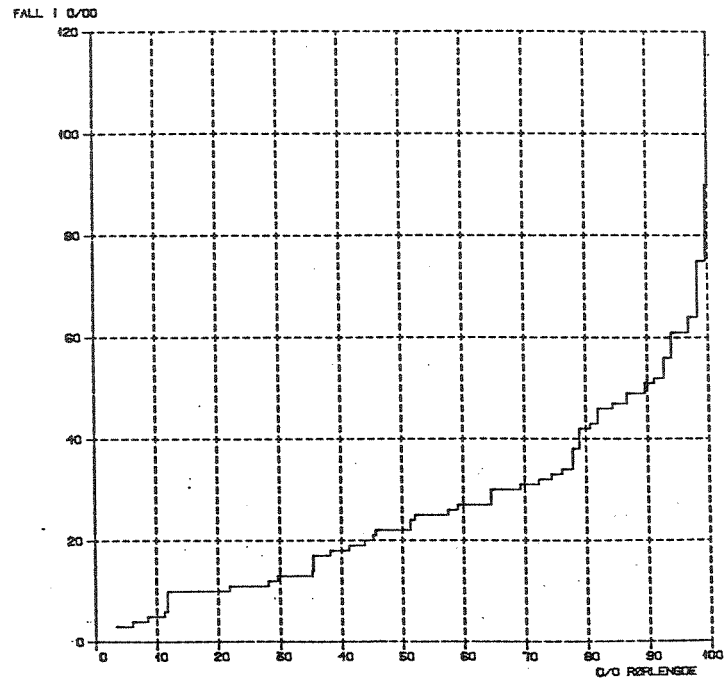
I avløpsområdet til SJ er det 6 overløp. Basert på overslag utført av OVA vil ingen av disse tre i funksjon før tilrenningen overstiger 25 ganger tørrværsavrenningen (fortynningsfaktor på min. 25). Avløpet fra ca. 20 % av befolkningen bosatt i området var tilknyttet septiktank da målingene ble foretatt.



Figur 1. Eckersbergs gt. avløpsfelt.  
Målestokk 1 : 20 000.



Figur 2. Søren Jaabæks gt. avløpsfelt.  
Målestokk 1:20 000.



Figur 3. Søren Jaabæks gt. avløpsfelt. Kumulativ fordeling av fallene mhp. total rørlengde.

## 4. UTSTYR BENYTTET UNDER FELTMÅLINGENE

### 4.1. Generelt

Ved gjennomføring av undersøkelsen stod man ved valget om å benytte automatiske prøvetakere eller å foreta uttak av vannprøver manuelt. Ønsket om å få prøver så tidlig som mulig fra regnhendelsen gjorde at man valgte å installere automatiske prøvetakere.

Det er en rekke problemer beheftet med bruk av alle typer tekniske installasjoner under miljøforhold tilsvarende det man har ved målestasjonene i SJ og EB. Selv med "vel egnet" utstyr og høyt ambisjonsnivå når det gjelder drift og vedlikehold av utstyret, må det forventes relativt mange "bom-turer".

Typisk for vannkvaliteten under første delen av en regnhendelse, er høye konsentrasjoner av lett sedimenterbart stoff. For uttak av en representativ vannprøve fra vannstrømmen i øyeblikket, er det en forutsetning at forurensningene er jevnt fordelt i strømmingstverrsnittet, altså turbulente forhold. Måling av vannføringen i åpne renner krever på den annen side et rolig strømningsbilde med store krav til geometrisk utforming av oppstrøms kanalsystem. Ved bruk av automatiske prøvetakere vil det derfor ofte være naturlig at prøveuttaket lokaliseres nedstrøms målerennen. Krav til maksimal hastighet i vannstrømmen (se senere) og fare for at det bygger seg opp filler o.l. der prøveslangen føres ned i vannstrømmen med risiko for tilstopping av systemet og muligheter for oversvømmelser, gjør at dette ikke alltid er praktisk mulig. Etter en avveining av nevnte forhold ble prøveuttaket lokalisert foran målerennen ved begge stasjonene.

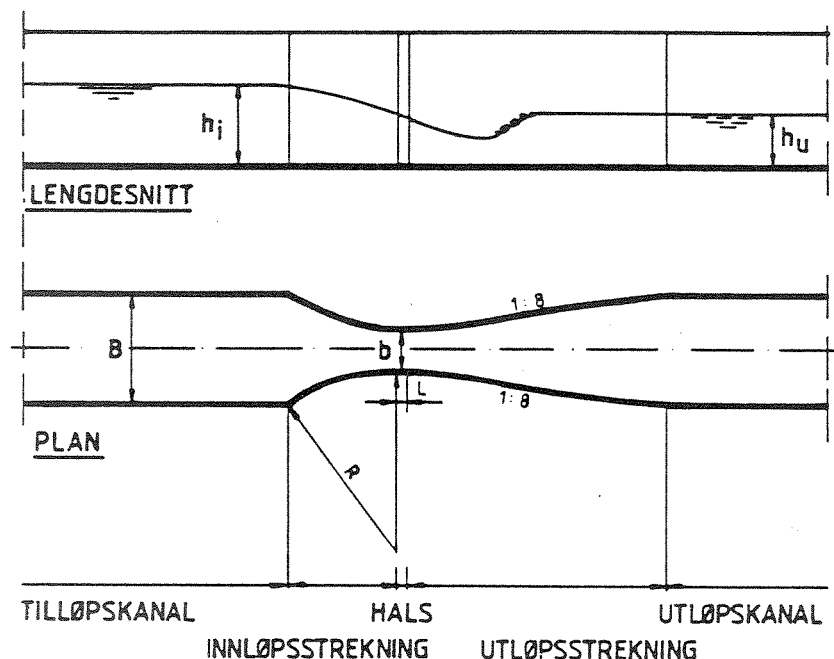
Ved høyt innhold av papir, filler o.l. i avløpsvannet vil prøvetakerens inntaksslange lett tilstoppes. Ved delvis tilstopping kan prøvene bli utsatt for en form for siling og dermed gi et feil bilde av vannkvaliteten.

Under første delen av en regnhendelse (first flush) vil det være store konsentrasjonsendringer i avløpsvannet. Bølgefronter med sterkt forurenset vann vil "ubemerket" kunne passere en prøvetaker, men vil kunne "fanges inn" ved manuell prøvetaking. Ved en tilsvarende undersøkelse utført i Tyskland (Statz, 1984) valgte man å ta ut manuelle prøver hvert 15. sekund nettopp for å fange opp disse bølgefrontene.



## 4.2. Målerenner

Ved begge stasjonene er det installert standard Khafagi-venturi målerenner. Bunnen i målerennen er vannrett og falltaper er lite. Prinsippskisse av rennen er vist i figur 4.



Figur 4. Prinsippskisse av Khafagi-venturi målerenne.

For å oppnå tilstrekkelig grad av målenøyaktighet, kreves det at strømningsbildet foran målerenna skal være mest mulig ensformet og stabilt. Dette innebærer at tilløpskanalen skal være rettlinjert uten endringer i tverrsnittformen over en lengde på minimum 10 ganger kanalens bredde ( $B$ ). Ved vannstandssprang i tilløpskanalen bør videre avstanden fra målerennen til vannstandsspranget være minst 30 ganger maksimal vannstand i tilløpskanalen (Mosevoll og Wedum, 1985).

Tabell 2 viser nøkkeldata og krav til installasjon for de to Khafagi-målerennene (jfr. figur 4).

Tabell 2. Nøkkeldata og krav til installasjon for målerennene.

Stasjon	Renne	Bredde B (m)	1) Høyde h (m)	Krav til geometri	
				Rett kanal 10 B (m)	Avst. til vannst. sprang 30 h (m)
EB	QV 308	0,8	0,65	8,0	19,5
SJ	QV 306	0,6	0,91	6,0	27,3

1) Høyeste vannstand for registrert episode i 1986.

For EB er det 180° retningsendring på tilløpskanalen 3,5 m foran målerennen. For SJ kommer innløpsledningen inn i et nivå ca. 0,3 m over tilløpskanalen 2,0 m oppstrøms målerenna. Som det fremgår tilfredsstillende ingen av målerennene installasjonskravene.

I tilløpskanalen ved EB var det normalt med slam/sand avsetninger. Slamlaget kunne enkelte ganger komme opp i en tykkelse på 5 cm. Ved en vannføring på 210 l/s vil den registrerte vannføringen da være ca. 15 % høyere enn den virkelige.

#### 4.3. Måling av vannføringen

##### Eckersbergs gt.

Systemet for måling av vannføringen i EB besto av en ultralydføler type Endress & Hauser DU 213/Q koplet til en mikroprosessorstyrt enhet, type Endress & Hauser Flowsonic DMU 2160. Instrumentet har innstillbare grensebrytere for nivå og vannføring. Følgende funksjon ble benyttet for beregning av vannføring:

$$Q = C (h^\alpha + \delta h^\beta)$$

$$Q = \text{vannføring (m}^3/\text{h)}$$

$$h = \text{vann-nivå (m)}$$

$$C, \alpha, \delta \text{ og } \beta = \text{konstanter}$$

For målerenna oppgir Endress & Hauser følgende verdier for konstantene:

$$C = 0,01744$$

$$\alpha = 1,5$$

$$\delta = 0,000161$$

$$\beta = 2,5$$

Utstørsprodusenten oppgir en feil på under  $\pm 2$  mm for nivåmålingen, og at registrert vannføring vil ligge mellom 2 % og 8 % av aktuell vannføring ved riktig bruk av utstyret.

Ved Chalmers Tekniska Högskola (CTH) er vannføringen gjennom en Palmer-Bowlers målerenne målt under kontrollerte betingelser (Bäckman og Svensson, 1983). Det ble benyttet ekkolodd for nivåmåling. Den relative målefeilen lå i området  $\pm 25$  % for vannmengder større enn 20 % av maksimal vannføring. Ved justering av linjariseringsformelen ble den relative målefeilen redusert ned til  $\pm 10$  % for samme måleområde. Det ble hevdet at man i utgangspunktet må regne med en feil i nivåmålingen på  $\pm 2,5$  mm.

Garantert måleområde for målerenna i EB er satt til 25 mm - 550 mm (2,2 - 248 l/s). Tørrvørsavrenningen for avløpsfeltet ligger i området 90 l/s. Samtlige registrerte regnskyll høsten 1986 hadde en maksimal avrenning på over 300 l/s.

Ved besøk av stasjonen under en regnhendelse ble det observert at ved en vannføring på ca. 565 l/s startet vann å gå i et nødoverløp foran målerenna.

#### Søren Jaabæks gt.

Systemet for måling av vannføringen i SJ bestod av en trykksonde type Ulma Elektro CTR-B-300 montert i en målebrønn lokalisert ved siden av målerenna. Føleren var koplet sammen med en analog linjariseringsenhet type Ulma Elektro FLO-200. Trykksonden bestod av en membran som registrerer trykkendringer. Trykket omformes mekanisk til et elektrisk signal (4-20 mA).

Linjariseringsenheten var basert på funksjonen  $Q = A(h)^{1.5}$ . A er en konstant som er knyttet til dimensjonene på målerenna, og h er vann-nivå foran målerenna.

Q/h tabell utarbeidet av OVA ble benyttet ved kalibrering av måleutstyret. Tabell 3 viser avviket mellom Q basert på OVA's tabell og Q basert på formel brukt av Endress & Hauser (E+H) for tilsvarende renne (QV 306).

Tabell 3. Forskjell i målt vannføring basert på OVA og E+H.

h mm	Q(OVA) l/s	Q(E+H) l/s	$\Delta Q$ %
200	36,5	39,0	7
400	101	115,0	14
<sup>1</sup> 500	140,1	163,9	17

<sup>1</sup> Utenfor måleområder spesifisert av E+H.

For målerenne QV 306 oppgir E+H et garantert måleområde på 20-400 mm (1,2-115 l/s). Maksimal tørrværsavrenning for avløpsfeltet ligger i området 40 l/s. 5 av 8 registrerte regnskyll våren/sommeren 1986 hadde en maksimal avrenning på over 115 l/s.

For kontroll av vannføringen var det i tillegg installert en limnigraf. Tabell 4 viser avvik ved tilfeldige målinger med limnigrafen og utstyret fra Ulma Elektro. Største registrerte forskjell var 12 %.

Tabell 4. Forskjell mellom vannføring målt med limnigraf og utstyr levert av Ulma Elektro.

Dato	Limnigraf l/s	Ulma Elektro l/s	Avvik %
15.05	30	30	0
16.05	237	233	2
28.05	48	43	12
04.07	158	167	- 6
07.07	39	42	- 8
30.07	60	61	- 2
07.08	42	43	- 2
15.08	46	46	0

#### 4.4. Registrering av vannføringen

Eckersbergs gt.

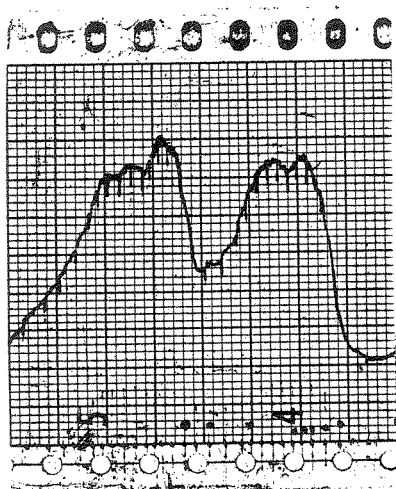
Telletrykker av typen E+H VP 9550 ble benyttet. Telletrykkeren gikk

kontinuerlig med innslag hver tredje time under tørrværsforhold. Utskriften viser dato, tid, akkumulert vannmengde og vannføring ved innslag. En gang pr. døgn fås i tillegg utskrift av middelvannføringen og akkumulert mengde. Tellertrykkeren registrerer også mindre regnhendelser o.l. ved at den aktiviseres hyppigere når vannføringen stiger over en viss grense. Ved fortsatt økende vannføring gis impuls for prøvetaking når vannføringen overstiger en øvre grense. Det ble tatt ut vannprøver proporsjonalt med vannmengden.

#### Søren Jaabæks gt.

Skriver basert på termopapir prinsippet (MFE Corp) ble benyttet. Ved en viss vannmengde ble det gitt signal til prøvetakeren for uttak av prøve. Samtidig ble tidspunktet markert ved en strek på skriveren. Det ble tatt ut vannprøver proporsjonalt med vannmengden.

Eksempel på utskrift ved uttak av prøver er vist i naturlig størrelse i figur 5. Kurven angir prosent vannføring i forhold til maksimal vannføring (254 l/s). Spesielt ved rask vannføringsendring er metodene relativt unøyaktig med en usikkerhet på anslagsvis  $\pm 2,5\%$  av maksimal vannføring. Dette innebærer at ved 126 l/s vil den virkelige vannføringen ligge i området 120-132 l/s ( $\pm 5\%$ ).



Figur 5. Søren Jaabæks gt. Eksempel på utskrift ved uttak av prøver.

#### 4.5. Prøvetakere

Ved beregning av røravlagring som spyles ut i forbindelse med nedbør er det nødvendig å bestemme tidspunktet når utspylingsfasen av episoden går over i fortynningsfasen. Dette forutsetter uttak av en serie

enkeltprøver for analyse.

Ved hver stasjon ble det montert dobbelt sett med prøvetakere:

EB: 1 stk. E+H, ASP-9461 (12 flasker)  
1 stk. Manning S4040 (24 prøveflasker)  
SJ: 2 stk. Manning S4040 (24 prøveflasker).

Både E+H og Manning prøvetakerne arbeider etter vakuumpriippet med "utblåsing" av prøveslanger før prøve blir tatt.

Ved EB ble prøveslangene ført ned i vannstrømmen ca. 1,5 m foran målerenna og ca. 1,5 m etter et 90° bend på tilløpskanalen. Ved SJ ble begge prøveslangene ført ned i vannstrømmen ca. 0,3 m foran målerenna og ca. 1,5 m etter overgang fra sirkulært til rektangulært kanalverrsnitt.

Ved begge stasjonene ble prøveslangene festet med tape på et rør (felles for de to slangene) som ble ført i en vinkel på 30-45° (medstrøms) ned i vannstrømmen. Prøveslangene sto neddykket i vannstrømmen 100 % av tiden.

For å redusere risikoen for at filler o.l. skulle hefte seg på prøveslangen, ble det vurdert å la den "flyte" i vannstrømmen. Man antok at denne metoden ville gi for lave verdier av suspendert stoff.

Ved EB var prøveinntaket for Manning prøvetakeren ca. 12 cm fra bunnen og ca. 7 cm for E+H prøvetakeren.

Ved SJ ble prøveslangene ført ned på forskjellig nivå over kanalbunnen instrument, for å undersøke om mengden suspendert stoff (SS) var jevnt fordelt i vannmassene. For samtlige prøveuttak lå de to inntakene i området 5-35 cm fra bunnen.

## 5. FORENKLET FEILANALYSE

### 5.1. Vannmåling

Endress & Hauser oppgir at ved korrekt installasjon og jevnlig kalibrering vil måleutstyret som ble benyttet i EB, gi en måleusikkerhet på  $\pm 4 \%$ . Utstyret montert i SJ er eldre (mekanisk) og har trolig en mindre nøyaktighet. Undersøkelser ved CTH indikerer at måleusikkerheten er betydelig større. Anslagsvis vil "basisusikkerheten" for EB trolig være i størrelsesorden  $\pm 10 \%$  og for SJ  $\pm 15 \%$ . Tabell 5 viser "lokale" forhold som påvirker måleusikkerheten ytterligere i negativ retning.

Tabell 5. Ulike feilkilder ved vannføringsmålinger.

Nr.	Type feilkilde	EB	SJ
1	Basis-usikkerhet	$\pm 10 \%$	$\pm 15 \%$
2	Tilløpskanal (krav til rett kanal og avstand fra vannstandssprang)	*	*
3	Maksimal vannføring overstiger garantert vannføring for renna	*	*
4	Forstyrrelse fra prøveslanger (filler o.l.)	*	*
5	Slam på trykkløser		*
6	Avsetninger i tilløpskanal	*	
7	Beregning av vannføring (avlesning fra kurve)		*

Feilkilde nr. 5 og 6 innebærer at registrert vannføring er høyere enn virkelig vannføring. Det er ikke kjent i hvilken retning (+ eller -) feilkilde nr. 3 vil virke. De øvrige feilkildene er av mer tilfeldig karakter og kan virke begge veier ( $\pm$ ).

Ut fra de vannføringene man tar sikte på å måle, er målerennene ved begge de to stasjonene for små. Store målefeil som det ikke er mulig å anslå størrelsen av uten ved kalibrering, vil opptre ved middelsstore og store regnskyll. Nødoverløp foran målerenna i EB gjør at det ikke mulig å anslå vannføringer over 565 l/s.

## 5.2. Uttak av vannprøver

Ved begge stasjonene hadde man store problemer med filler o.l. som førte til gjentetting av prøveslangen. Delvis fylte og tomme prøveflasker var vanlig ved inspeksjon etter regnskyll. Ikke ved noen av episodene med stasjonene i drift var samtlige prøveflasker fulle. Problemene var størst i EB. Dette kan bl.a. skyldes at for SJ var ca. 20 % av personbelastningen tilknyttet septiktanker.

Vannhastigheten i prøveslangen er den viktigste faktoren som virker inn på prøvetakingen (Shelly, 1976). Den bør være større enn vannhastigheten i kanalen der prøven blir tatt fra. Det forutsettes at inntaket er vendt mot vannstrømmen.

Økt risiko for tilstopping gjorde at kravet om at prøveslangens inntak skulle vendes mot vannstrømmen, ikke kunne oppfylles ved noen av stasjonene.

Den 10.10.86 ble vannhastigheten i prøveslangen til de to prøvetakerne som ble benyttet, målt. Tabell 6 viser vannhastighet i kanalen der prøven ble tatt ut ved tørrværstilrenning og ved største registrerte vannføring i forbindelse med prøveuttak.

Tabell 6. Vannhastighet i prøveslangen sammenlignet med vannhastighet i tilløpskanal.

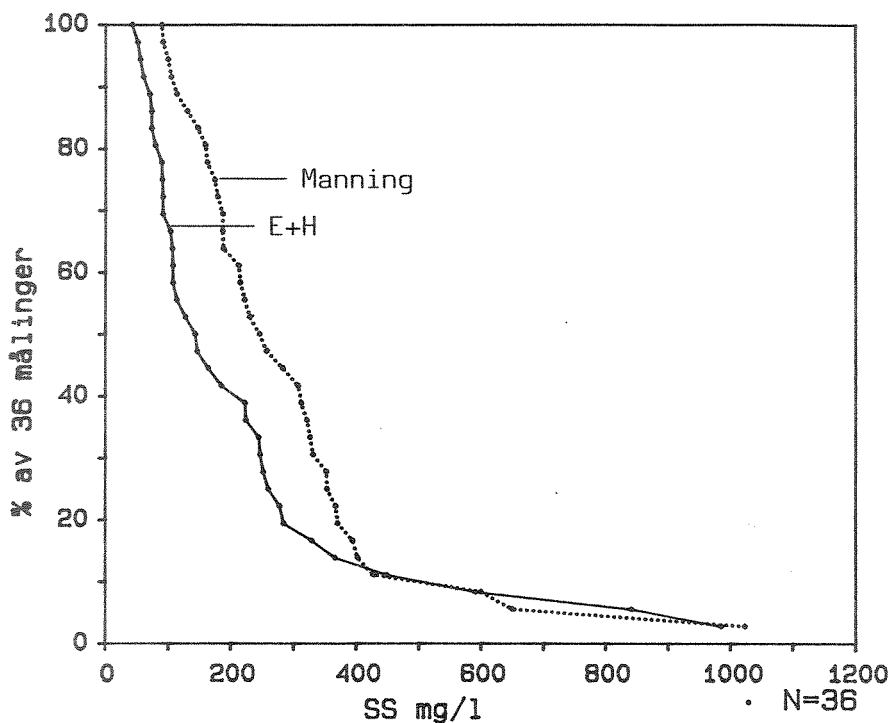
Prøvetakere	Prøveslanger		Stasjon	Hastighet i kanal	
	Diameter (mm)	Vannhast. (m/s)		Tørrvær (m/s)	Maks. vannføring (m/s)
E+H	11,7	0,5	EB	0,4	0,8
Manning	9,5	1,3	SJ	0,3	0,5

E+H prøvetakeren i EB tilfredsstiller ikke krav til vannhastighet i prøveslangen. Manning-prøvetakeren tilfredsstiller kravet både i EB og i SJ.

For EB foreligger det 36 vannprøver der begge de to prøvetakerne tok ut prøver samtidig. Summasjonskurve for SS konsentrasjonen for disse prøvene er vist i figur 6. Den lave inntakshastigheten til E+H prøvetakeren er trolig årsaken til at SS-konsentrasjonen ligger lavere enn

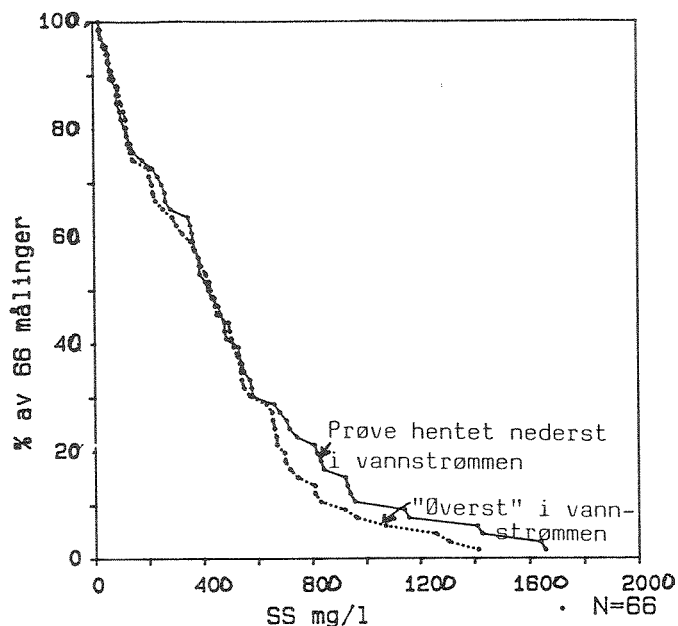


for vannprøver tatt med Manning prøvetakeren. Figuren viser f.eks. at bare 40 % av prøvene tatt med E+H prøvetakeren har en SS-konsentrasjon på over 200 mg/l. For Manning prøvetakeren har derimot over 60 % av prøvene en SS-konsentrasjon på over 200 mg/l. De to kurvene går sammen ved konsentrasjoner over 400 mg/l SS. Dette kan skyldes tilfeldigheter da det bare foreligger 4 enkeltmålinger i dette området.



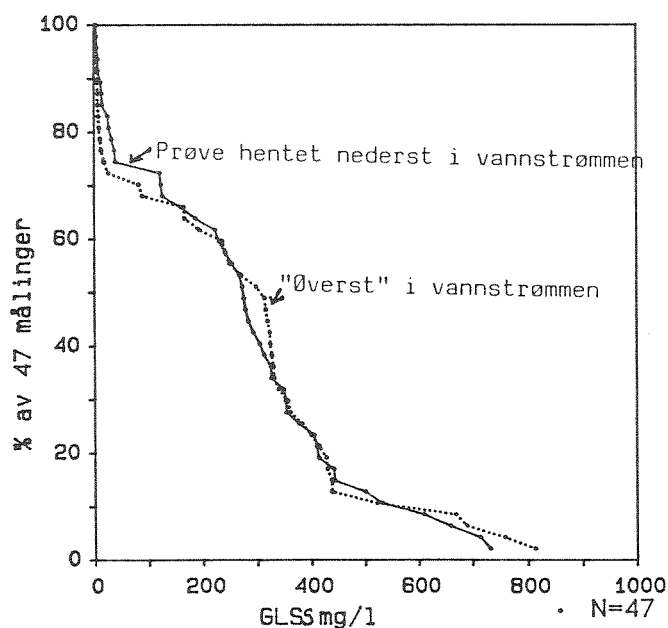
Figur 6. Eckersbergs gt. Prøver tatt ut samtidig med Endress & Hauser prøvetaker og Manning prøvetaker. Summasjonskurve for suspendert stoff.

Tilsvarende sammenligning er gjort for de to Manning prøvetakere i SJ. Analysen bygger på 66 parallelle prøver og er vist i figur 7. Vi ser at inntaksnivået innen de grenser som ble utprøvet, ikke betyr noe når  $SS < 600$  mg/l. Ved SS-konsentrasjonen over 600 mg/l er det en tendens til at prøvetakeren med prøveslangen montert nærmest kanalbunnen tar ut prøver med høyere SS-innhold enn den som tar prøver høyere opp i vannstrømmen. Høye SS-konsentrasjoner opptrer i forbindelse med utspyling av ledningsnett ved høye vannføringer. Vannkvaliteten endres på en slik måte at en større andel av SS-transporten følger kanalbunnen ved prøvestedet til tross for en høyere grad av turbulens.



Figur 7. Søren Jaabæks gt. Prøver tatt ut samtidig med to forskjellige Manning prøvetakere på ulikt nivå i vannstrømmen. Summasjonskurve for suspendert stoff (SS).

Summasjonskurve for gløderest (GLSS) er vist i figur 8. Det ser ikke ut som om den samme tendensen gjør seg gjeldende for avløpsvannets innhold av uorganisk materiale. Dette tyder på at økningen av uorganisk materiale skyldes leirepartikler fremfor sand.

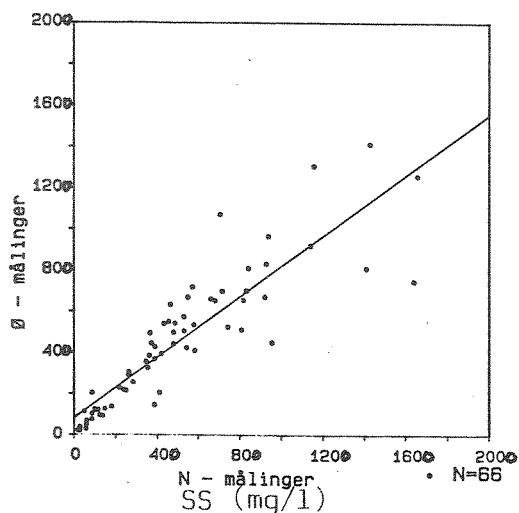


Figur 8. Søren Jaabæks gt. Prøver tatt ut samtidig med to forskjellige Manning prøvetakere på ulikt nivå i vannstrømmen. Summasjonskurve for gløderest (GLSS).

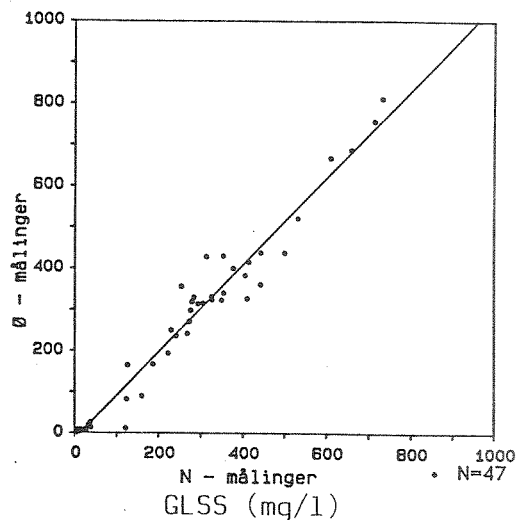
Lineær regresjonsanalyse for parametrene SS, GLSS, KOF og Tot-P er utført for parallelle prøver fra de to Manning prøvetakerne. Resultatene er presentert i figur 9 og viser at innholdet av uorganisk materiale målt som gløderest (GLSS), og fosfor er best fordelt i vannmassene ved at regresjonslinjen har en stigningsvinkel på  $45^{\circ}$  og krysser akse nær origo. Uorganisk materiale og fosfor viser også best korrelasjon mellom de to prøvetakerne. Vi ser at spredningen er størst for høye konsentrasjoner av suspendert stoff og organisk materiale.

Tilsvarende analyse er gjort for målingene i EB og vist i figur 10. Datagrunnlaget er noe mindre enn for SJ. Konsentrasjonene for de ulike forurensningsparametrene ligger noe lavere enn for SJ. Korrelasjonsanalysene viser en større spredning i analyseresultatene enn for SJ.

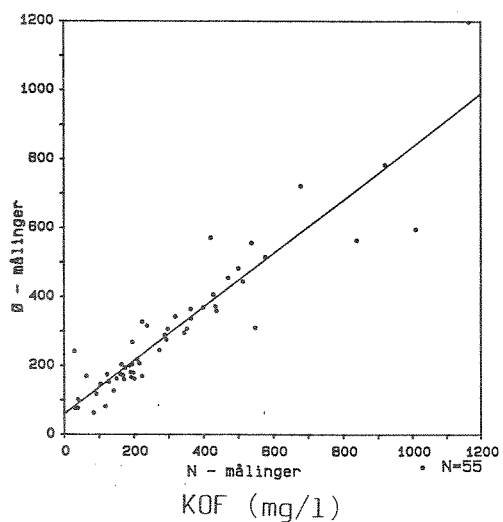
Usikkerheten ved forurensningsmålinger av denne karakter vil i stor grad påvirkes av at man mister bølgefronter med store forurensningstransporter. I hvilken grad nevnte forhold spiller inn på resultatene, vet man svært lite om.



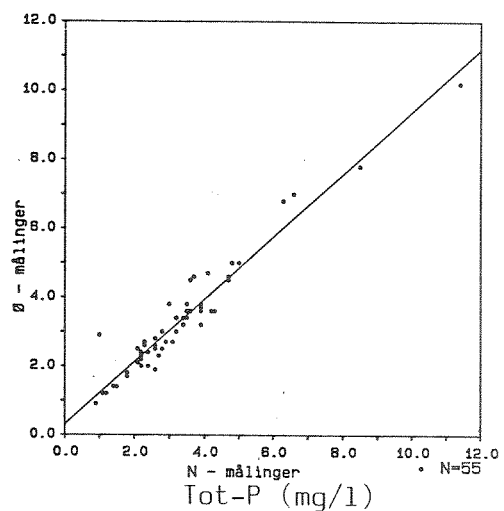
$$Y = 0.74X + 81.55 \quad R=0.89 \quad P_{\leq} 0.001 \quad SD=0.16$$



$$Y = 1.06 X - 14.86 \quad R=0.98 \quad P_{\leq} 0.001 \quad SD=0.11$$



$$Y = 0.78X + 59.20 \quad R=0.93 \quad P_{\leq} 0.001 \quad SD=0.15$$



$$Y = 0.91X + 0.30 \quad R=0.96 \quad P_{\leq} 0.001 \quad SD=0.12$$

Figur 9. Søren Jaabæks gt. Prøver tatt ut samtidig med Manning prøvetakere på ulikt nivå i vannstrømmen.

## 6. DATAGRUNNLAG FOR BEREGNING AV RØRAVLAGRINGER

### 6.1. Undersøkelsens omfang

Fra SJ ble det foretatt målinger under en snøsmeltingsepisode våren 1986, 8 regnepisoder og 3 tørrværsdøgn våren/sommeren 1986. Fra EB ble det foretatt målinger under en snøsmeltingsepisode våren 1986 og 9 regnepisoder høsten 1986. I tillegg fikk man ut prøver fra deler av ytterligere 3 regnhendelser fra EB høsten 1986. Resultatene fra disse 3 regnhendelsene gir ikke grunnlag for videre bearbeiding.

Vannanalysene er foretatt ved OVAs laboratorium på Bekkelaget. Tabell 7 gir en oversikt over utførte analyser for prosjektet i 1986.

Tabell 7. Oversikt over antall analyser.

STASJON	Antall utførte analyser				
	SS	GLSS	KOF	Tot-P	SUM
Søren Jaabæks gt.	289	169	241	241	940
Eckersbergs gt.	188	0	188	188	564
SUM	477	169	429	429	1504

Vannførings- og analysedata er lagt inn på database på NIVAs NORD 530 maskin, hvor ulike plottprogrammer og programmer for statistisk bearbeiding av dataene er lett tilgjengelig.

Analyseresultatene er vist tabellarisk i appendiks 1 og grafisk i appendiks 2. Lineær regresjonsanalyse mellom de ulike parametrene er vist i appendiks 3.

Det ble ikke utført målinger under tørrværsforhold for EB. I denne fremdriftsrapporten er bare resultatene fra målingene i SJ behandlet i detalj.

## 6.2. Søren Jaabæks gt. Måling av massetransport under tørrvær

For SJ er det tatt ut prøver fra 3 tørrværsdøgn i 1986:

Tirsdag 17.10.86 - onsdag 19.06.86

Onsdag 02.07.86 - torsdag 03.07.86

Onsdag 06.08.86 - torsdag 07.08.86

Før tørrværsepisode 17.-18. juni var det 5 døgn uten nedbør og for 2.-3. juli var det 4 døgn uten nedbør. Tilsammen 13 mm nedbør falt i løpet av de to døgnene før tørrværsepisode 6 - 7 august.

Vannføringsmålingene viser at selv etter betydelig nedbør stabiliserte nattavrenningen seg meget raskt på tørrværsnivå. Nattavrenningen er lik for de tre døgnene (kl. 0400; 22,5 l/s, 21,5 l/s og 22 l/s). Den totale døgnavrenningen er også nær lik (2773 m<sup>3</sup>, 2732 m<sup>3</sup> og 2753 m<sup>3</sup>). Minstevannføringen om natten er meget høy i forhold til gjennomsnittsavrenningen over døgnet (ca. 70 %) og tyder på store fremmedvannsmengder, eventuelt jevn belastning fra næringsvirksomhet.

Oslo kommune oppgir at det er bosatt 7232 personer i avløpsområdet, og at totalt 12.386 personekvivalenter (hydraulisk) drenerer til feltet. Tørrværsavrenningen 17.-18. juni var 2.773 m<sup>3</sup>. Legges en fremmedvannsmengde på 20 l/s til grunn, fåes en spesifikk avrenning på 145 l/d pr. bosatt i området. Johansen og Wedum (1981) oppgir et vannforbruk på 130 l/p.d for landsgjennomsnittet.

Når det gjelder forurensningstransporter, viser resultatene som forventet, at de transporterte mengder under fellesferien (2.-3. juli) er betydelig lavere enn før ferien (17.-18. juni). Forurensningsmønsteret for 6.-7. august da trolig fortsatt en del av befolkningen var på ferie, avviker noe fra de to andre tørrværsdøgnene, ved at SS-transporten er høy, og Tot-P transporten er lav.

I tabell 8 er forurensningsproduksjonen for befolkningen i området og målte mengder sammenstilt for tørrværsdøgnet 17.-18. juni. Spesifikke tall anbefalt av Vråle (1987) for "rådende pendlerforhold" er lagt til grunn for produksjonstallene.

Tabell 8. Søren Jaabæks gt. Produserte og målte mengder under tørrværsdøgnet 17.-18. juni 1986.

Parameter	Spesifikke tall	Prod. av befolkningen (kg)	Målt 17.-18.juni (kg)	Målt i forhold til produsert (%)
SS	37 g/p.d	268	390	146
KOF	85 g O/p.d	615	540	88
Tot-P	1,8 gP/p.d	13	11,4	88

Produserte mengder KOF og Tot-P virker høye tatt i betraktning av at næringsvirksomhet o.l. ikke er inkludert i beregningene. Den "høye" SS-tilførselen kan ha sammenheng med dette forhold.

Den 17.-18. juni ble vannprøvene også analysert for gløderest (GLSS). Andelen GLSS var ca. 18 % av SS. Vråle (1987) "anbefaler" 17 % for husholdningsavløpsvann.

Forurensningstransporten under tørrvær ble målt fra SJ i perioden torsdag 18. august til torsdag 25. august 1983. Midlere massetransport (mg/s) pr. dag er vist i tabell 9.

Tabell 9. Søren Jaabæks gt. Forurensningstransporter under tørrvær 18 - 25 august 1983 (Wedum, 1984).

Dato	Vannf. l/s	SS		KOF		TOC		Tot-N		Tot-P		COP		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	
		mg/\$	% <sup>1)</sup>	mg/\$	%	mg/\$	%	mg/\$	%	mg/\$	%	mg/\$	%	mg/\$	%
18.-19.	34,88	4151	116	8371	109	1479	110	921	112	192	105	11,79	109	377	100
19.-20.	31,46	3303	92	6921	90	1331	99	717	87	160	88	8,27	76	355	94
20.-21.	27,19	2529	71	4894	64	982	73	674	82	120	66	6,12	56	310	82
21.-22.	31,98	3870	108	7355	96	1094	81	857	104	173	95	14,81	136	397	105
22.-23.	33,80	3042	85	7774	101	1785	133	811	99	193	106	10,14	93	385	102
23.-24.	33,94	3903	109	8824	115	1392	103	910	111	210	115	12,73	117	377	100
24.-25.	37,49	4274	119	9747	127	1365	101	855	104	225	124	12,18	112	439	116
Midl.	32,96	3582	100	7698	100	1347	100	821	100	182	100	10,86	100	377	100

1) Forurensningsmengder i % av midlere forurensningsmengde.

Som det fremgår av tabellen, ligger massetransporten for døgnet 23.-24. august (tirsdag-onsdag) noe over ukemiddelet:

SS : 109 % av ukemiddelet

KOF : 115 % av ukemiddelet

Tot-P: 115 % av ukemiddelet

Justeres målingene utført den 17.-18. 1986 med disse verdiene for å beregne ukemiddelet, vil SS transporten stemme bedre overens med beregnet mengde produsert av befolkningen (jfr. tabell 8). Det motsatte vil være tilfellet for KOF og Tot-P-transporten.

I tabell 10 er forurensningstransporten for målingene utført 23.-24. august 1983, 17.-18. juni 1986 (samme ukedag) og ukemiddelet for 18.-25. august 1983 sammenstilt.

Tabell 10. Tørrværsmålinger i august 1983 og juni 1986.

Tørrværsdøgn	Massetransport pr. døgn i kg		
	SS	KOF	Tot-P
23.-24. aug. 1983 (ons./tors.)	337,2	762,4	18,1
17.-18. juni 1986 (ons./tors.)	390	540	11,4
Ukemiddel 18.-25. aug. 1983	309,5	665,1	15,7

De relativt høye massetransportene av KOF og Tot-P i 1983 kan skyldes at skoleferien nettopp er slutt (stor aktivitet i hjemmene).

Dersom målingene i tabell 10 er representative for gjennomsnittet, har det skjedd en reduksjon av forurensningsproduksjonen (KOF og Tot-P) i området. Det er ikke kjent om det har foregått noen aktivitetsendring av betydning i området i perioden 1983-1986.

Målinger basert på døgnblandprøver for perioden 28.10.81 til 23.11.81 fra et boligfelt i Sydslogen, Røyken kommune (Vråle, 1983), viste at for gjennomsnittet av 5 tirsdag/onsdag målinger lå KOF-transporten på 97 % og Tot-P transporten på 106 % av døgnmiddelet for perioden. Døgntransporten for nevnte døgn varierte i forhold til døgnmiddelet i området 65-159 % for KOF og i området 92-131 % for Tot-P.

### 6.3. Massetransport i overvannet

Det er ikke utført forurensningsmålinger av overvannet i forbindelse med undersøkelsen.



Overvannets kvalitet ved ulike nedbørtilfeller er høyst variabel. Generelt er det slik at regn med høy intensitet gir høyere konsentrasjoner enn regn med lav intensitet. Avspylingseffekten er altså sterkere enn fortynningseffekten. I et år med normale intensitetsvariasjoner kan man regne at det kraftigste nedbørstilfellet har en middelkonsentrasjon som er mer enn 3 ganger høyere enn middelkonsentrasjonen for året (Reinertsen, 1981).

Reinertsen oppgir et variasjonsområde for SS på 80-400 mg/l. De lave konsentrasjonene representerer utpregede småhusområder med lite trafikk og de høye tallene høybelastede trafikkområder. For boligområder større enn 50 p/ha ligger middelverdien for KOF på 120 mg/l og Tot-P på 0,4 mg/l.

For beregninger av overvannsbidraget for SJ benyttet Lindholm (1983) følgende verdier:

SS : 300 mg/l  
KOF : 120 mg/l  
Tot-P: 0,4 mg/l

## 7. SØREN JAABÆKS GT. BEREGNING AV RØRAVLAGRING

### 7.1. Forutsetninger

Røravlagring som avsettes under tørrvær og spyles ut under regnvær, beregnes ved å subtrahere tørrværs- og overvannsbidraget fra totale massetransporter under regneperioden. Tørrværsavrenningen den 17.-18. juni 1986 vil bli lagt til grunn ved beregning av spillvannsandelen og anbefalte verdier av Lindholm (1983) ved beregning av overvannsbidraget. Tabell 11 viser gjennomsnittlige konsentrasjoner som benyttes.

Tabell 11. Middelkonsentrasjon for spillvann og overvann.

Tid på døgnet	Spillvann		Overvann
Parameter	0600-0000	0000-0600	Hele døgnet
SS (mg/l)	160	50	300
KOF (mg/l)	230	60	120
Tot-P (mg/l)	4,8	1,2	0,4
Vannføring (l/s)	35	25	varierer

Som en følge av prøvemetodikken har man ikke fått vannprøver under de første minuttene av regneperioden. Transporterte mengder er beregnet fra det tidspunktet den første prøven ble tatt. Beregning av akkumulerte mengder under episoden er ført frem til det tidspunktet da forskjellen i tallverdi mellom transporterte mengder (g/s) og summen av spillvanns- og overvannsdelen er minst. Nevnte forhold gjør at mengden røravlagring blir noe underestimert.

### 7.2. Røravlagring for registrerte episoder

Røravlagring er beregnet for 6 av de 8 registrerte nedbørsepisodene og vist i tabell 12. Under episode 860510 og 860513 var registrerte forurensningstransporter høyere enn spillvanns- og overvannsbidraget bare over et kort tidsrom (ca. 10 minutter). Massetransporten var også lav under denne perioden. Andelen røravlagring var derfor lav og av liten interesse kvantitativt.

Tabell 12. Beregning av røravlagring, kg pr. episode.

Episode	Transporterte mengder (kg)											
	Registrert			Beregnet fordeling								
	SS	KOF	Tot-P	Spillvann			Overvann			Røravlagring		
SS				KOF	Tot-P	SS	KOF	Tot-P	SS	KOF	Tot-P	
860430	82,9	60,0	0,70	9,4	18,0	0,38	33	16,3	0,05	40,5	25,7	0,27
860508	181,3	111,1	1,40	17,8	24,3	0,51	75,7	28,8	0,09	87,8	58,0	0,8
860527	133,3	93,5	1,68	24,5	35,5	1,22	64,3	25,7	0,11	44,5	32,3	0,35
860706	291,7	190,4	1,48	28,6	41,3	0,69	79,9	32,0	0,12	183,2	117,1	0,67
860729	358,5	331,8	2,46	31,8	69,5	1,46	140,1	103,1	0,34	186,6	159,2	0,66
860815	152,8	81,4	0,33	20,5	29,6	0,15	52,5	21,0	0,03	79,8	30,8	0,15
SUM	1200,5	868,2	8,05	132,6	218,2	4,41	445,5	226,9	0,74	622,4	423,1	2,9

Basert på resultatene i tabell 12 er masseandelen i spillvann, overvann og røravlagring i % presentert i tabell 13.

Tabell 13. Massefordelingen i %.

Episode	Andel i %								
	Spillvann			Overvann			Røravlagring		
	SS	KOF	Tot-P	SS	KOF	Tot-P	SS	KOF	Tot-P
860430	11,3	30	54,3	39,8	27,2	7,1	48,9	42,8	38,6
860508	9,8	21,9	36,4	41,8	25,9	6,4	48,4	52,2	57,2
860527	18,4	38,0	72,6	48,2	27,5	6,5	33,4	34,5	20,9
860706	9,8	21,7	46,6	27,4	16,8	8,1	62,8	61,5	45,3
860729	8,9	20,9	59,3	39,1	31,1	13,8	52,0	48,0	26,9
860815	13,4	36,4	45,5	34,4	25,8	9,0	52,2	37,8	45,5
SUM	11,0	25,1	54,8	37,1	26,2	9,2	51,9	48,7	36,0

### 7.3. Røravlagring som funksjon av maksimal vannføring

Maksimal vannføring under avrenning for registrerte episoder, antall døgn med tørrværsavrenning før episoden og maksimal avrenning under siste nedbørsperiode er vist i tabell 14.

Tabell 14. Oversikt maksimal vannføring under avrenning og antall døgn med tørrværstilrenning før registrerte episoder.

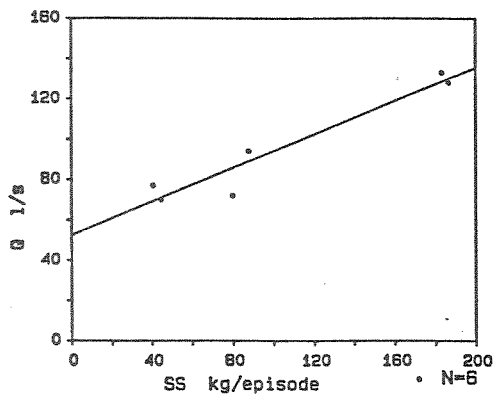
Episode	Maksimal avrenning (l/s)	Døgn med tørrværstilrenning (dager)	Maks. avrenning ved forrige nedbørsperiode	Anmerkninger	
860319	78	10	85	Snøsmelting	
860430	112	6	120		
860508	129	8	110		
860510	120	2	150		
860513	97	2	205		
860527		<sup>1</sup> 5	200		
860527	105	1	85		
860706	168/140	8	180		To avrenningstopper
860729	163/192/206	5	115		Tre avrenningstopper
860815	107/135	6	150		To avrenningstopper

<sup>1</sup> Inkludert fordi maksimal avrenning 26 mai var bare 85 l/s.

Resultatene fra de enkelte episodene (jfr. appendiks 1 og 2) viser bl.a.:

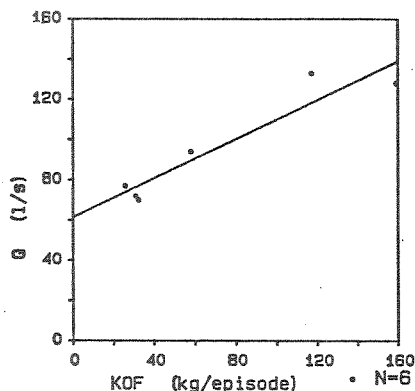
- Avrenningen under snøsmeltingen den 19. mars gir en indikasjon på at utspyling av tørrværavsetningene starter når vannføringen kommer opp i området 70 - 80 l/s.
- Maksimal konsentrasjon opptrer nær samtidig med maksimal vannføring under flomtoppen for episoden.
- Ved flere flomtopper under samme episode er effekten av første flomtopp dominerende når det gjelder utspylingen. Dette tyder på at maksimal avrenning betyr mer enn volumavrenningen for utspylingen.

Det er foretatt en lineær regresjonsanalyse for sammenhengen mellom røravlagring og maksimal vannføring (overvannsdelen) for de registrerte episoder. Ved flere enn en flomtopp er den første flomtoppen lagt til grunn. Episode 860319, 860510 og 860513 er ikke inkludert i analysen. Resultatene er vist i figur 10, 11, 12 og tabell 15.



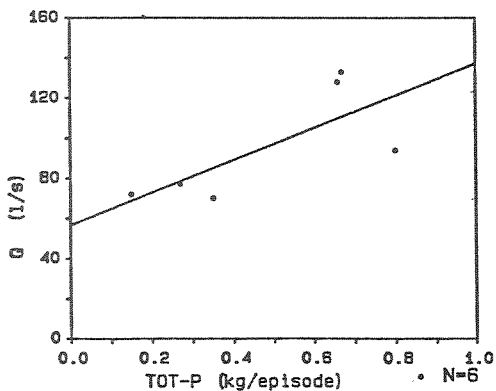
$$Y = 0.42X + 52.57 \quad R = 0.96 \quad P \leq 0.010 \quad SD = 0.27$$

Figur 10. Røravlagring. Massetransport i kg SS/episode som funksjon av maksimal vannføring (overvannsdelen). Lineær regresjonsanalyse.



$$Y = 0.48X + 61.49 \quad R = 0.94 \quad P \leq 0.010 \quad SD = 0.39$$

Figur 11. Røravlagring. Massetransport i kg KOF/episode som funksjon av maksimal vannføring (overvannsdelen). Lineær regresjonsanalyse.



$$Y = 80.55 X + 56.73 \quad R = 0.74 \quad P \leq 0.100 \quad SD = 77.37$$

Figur 12. Røravlagring. Massetransport i kg Tot-P/episode som funksjon av maksimal vannføring (overvannsdelen). Lineær regresjonsanalyse.

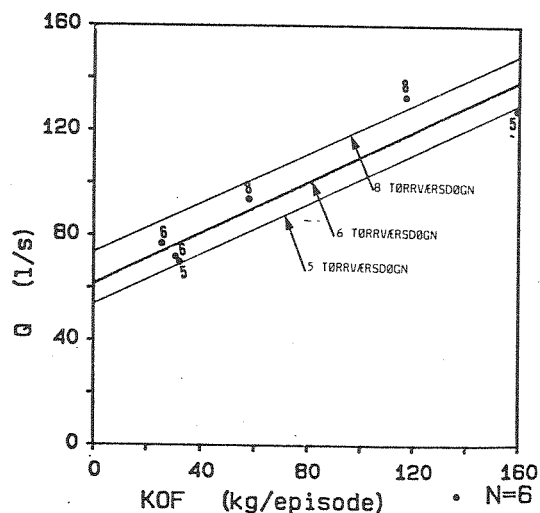
Tabell 15. Røravlagring som funksjon av maksimal vannføring (overvannsdelen).

	Korrelasjonskoeff.(r)
SS = 2,23 Qmaks - 109,6	0,96
KOF = 1,84 Qmaks - 105,7	0,94
Tot-P = 0,0068 Qmaks - 0,17	0,74

ANM.: Qmaks innsettes i l/s og gir røravlagring i kg.

Regresjonsanalysen viser at det er meget god korrelasjon mellom maksimal vannføring og røravlagring for SS og KOF.

Ved å trekke "middel-linjer" for episoder med samme tørrværsperiode parallelt med regresjonslinjen, fremgår det at utspylte mengder for SS og spesielt for KOF øker med økende tørrværsperiode. Dette er illustrert i figur 13 for KOF.



Figur 13. Tørrværsperiodens innvirkning på utspylte mengder organisk materiale.

#### 7.4. Episode 830615

Det ble foretatt målinger i SJ 15. juni 1983 (Lindholm, 1983). Før dette regnet hadde det vært en tørrværsperiode på 11 dager. Den 3 juni var det et regn som medførte en vannføring på 84 l/s, mens det den 4.

juni var et regn som medførte en vannføring på 80 l/s. Maksimal vannføring den 15. juni ble registrert til 70 l/s.

Utspylte røravlagringer i løpet av de 12 minuttene prøvetakingen foregikk, er beregnet (Lindholm, 1983). Tørrvørsbidraget er basert på følgende standardverdier for spesifikk produksjon; SS = 75 g/pd, KOF = 150 g/pd og Tot-P = 2,5 g/pd. Overvannsbidraget er estimert på tilsvarende måte som for undersøkelsen i 1986. Tabell 16 viser analyseresultatene og tabell 17 transporterte mengder under regnværet 15. juni 1983.

Tabell 16. Analyseresultater for målinger 15. juni 1983 (Lindholm, 1983).

Klokkeslett	Suspendert stoff mg/l	Organisk stoff mg KOF/l	Fosfor mg Tot-P/l	Q l/s
1343	346	430	5,8	70
1346	942	650	8,6	65
1349	1392	1080	11,0	63
1352	1188	1080	40,0	58
1355	970	690	13,0	51
Tørrvørsavr.				32

Tabell 17. Transporterte mengder 15. juni 1983 (Lindholm, 1983).

Parameter	Total transport kg	Tørrvørsbidraget kg	Sannsynlig bidrag fra overflater kg	Utspylte røravlagringer i kg
SS	45,83	7,69	6,4	31,7
KOF	36,77	15,38	2,5	18,9
Tot.P	0,74	0,26	0,01	0,5
Q	44,2 m <sup>3</sup>	23,0 m <sup>3</sup>	21,2 m <sup>3</sup>	

De spesifikke tall som er lagt til grunn ved beregning av spillvannsandelen, synes høye. I tabell 18 er resultatene fra tabell 17 sammenstilt med massetransporten, basert på en spillvannsandel tilsvarende den som er benyttet for registreringen i 1986 og gjennomsnittlige resultater fra 1986.

Tabell 18. Andel røravlagring i forhold til total massetransport for episode 830615 og målinger i 1986.

Episode	Røravlagring i %		
	SS	KOF	Tot-P
830615 (tabell 17)	69,2	51,4	65,5
830615 (tabell 11)	78,1	70,0	83,7
Gj.sn. målinger 1986 (tabell 13)	51,9	48,7	36,0

Målingene den 15. juni 1983 harmonerer svært dårlig med målingen utført i 1986. Målinger under snøsmeltingen i 1986 tyder på at utspyling av røravlagring i systemet ikke finner sted før vannføringen overstiger 70 l/s, og at utspylingen øker med økende maksimal vannføring. Den 15. juni 1983 var største vannføring 70 l/s, og betydelige mengder røravlagringer ble spylt ut. Konsentrasjonsnivået den 15. juni 1983 for SS tilsvarte de høyeste registreringene i 1986 og for KOF og spesielt Tot-P betydelig høyere enn i 1986. Dette ved en maksimal vannføring som bare var ca. 50 % av gjennomsnittlig maksimal vannføring for de seks episodene som gav utspyling i 1986.

For episodene i 1986 varierte tørrvårsperioden fra 2 - 8 dager. Før 15. juni 1983 hadde det vært en tørrvårsperiode på 11 dager. De to siste regnene før denne tørrvårsperioden hadde en relativt lav maksimal vannføring. Noe av forklaringen til at målingene den 15. juni 1983 skiller seg ut fra målingene i 1986, kan ligge i at tørrvårsperioden foran regnskylllet var betydelig lenger enn for episodene i 1986.

#### **7.5 Beregning av røravlagring for perioden 30.04 - 13.12.**

Utskrift av pluviografbåndet fra Meteorologisk Institutt (MI) sin målestasjon på Blindern (1870) for perioden 30.04. - 13.12.86 er benyttet som grunnlag for beregning av avrenningskoeffisienten for området. Ved vurdering av nedbørsdata for de regnbygene avrenningsmålinger er foretatt, har man tatt utgangspunkt i middelintensiteten for et regn med 10 min. varighet. Tabell 19 viser gjennomsnittlig intensitet, tid fra nedbørens start til maksimal avrenning ("konsentrasjonstiden"), maksimal vannføring (overvannsbidraget) og forholdet mellom maksimal vannføring og regnintensiteten.



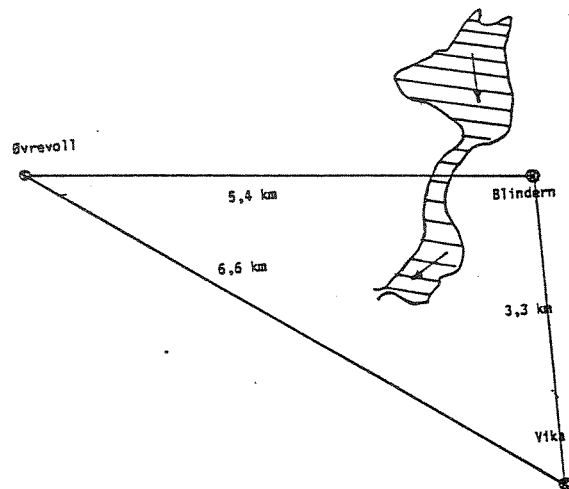
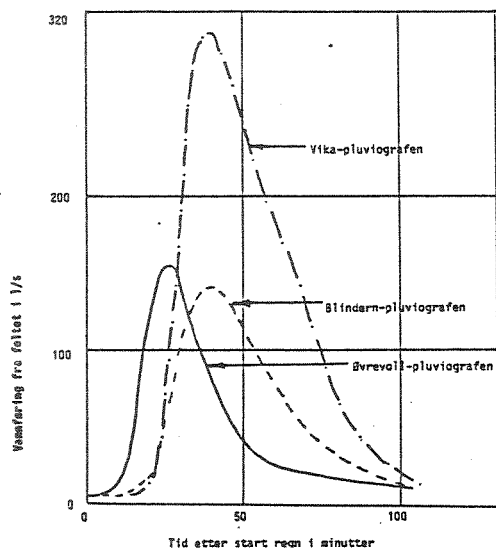
Tabell 19. Sammenligning av regnintensitet og maksimal avrenning.

Episode	10 min. regn		Maksimal avrenning		"Konsentra- sjonstid" min.	Qov/i
	Tidspunkt start	Intensitet (i) l/s ha	Tidspunkt	Avrenning overvann (Qov) l/s		
860508	1313	10	1344	92	31	9,2
860510	1852	10	1942	85	50	8,5
860513	0028	10	0108	82	40	8,2
860527	2051	10	2139	75	48	7,5
860706	1654	10	1731	133	37	13,3
860706	1756	20	1825	104	29	5,2
860729	1231	20	1245	124	14	6,2
860729	1333	30	1358	155	25	5,2
860729	1348	23,4	1442	170	54	7,3
860815	2137	13,4	2224	75	47	5,6
860815	2259	10	2332	100	31	10

Lineær regresjonsanalyse av Qov og Qov/i gir "ingen" korrelasjon ( $r = 0,02$ ). Forholdet Qov/i er et mål for avrenningskoeffisienten for feltet. Normalt øker avrenningskoeffisienten når regnintensiteten øker. Når dette ikke er tilfellet for SJ, kan det bero på at overløpene på ledningsnett i Oslo trer i funksjon ved en relativt lav vannføring. Dette forhold trenger nødvendigvis ikke å avspeiles tydelig på utløpshydrogrammet for feltet, dersom overløpene har dårlig hydraulisk virkningsgrad.

Basert på teoretiske beregninger utført av OVA skal ingen av overløpene i området tre i funksjon før vannføringen overstiger 25 ganger tørrværsavrenningen. "Fortynningsfaktorene" under episodene som gav størst avrenning i 1986, var ca. 6. Målinger utført av OVA viser at enkelte overløp som er undersøkt, trer i funksjon ved betydelig lavere vannføring enn teoretisk beregnet (Moland og Saltveit, 1986). Eksempelvis nevnes at et overløp ved Griniveien "trer i funksjon" (starter med vannsprut) ved en fortynningsfaktor på 3 og overløpet ved Lyseskrenten ved en fortynningsfaktor på 5. Teoretisk var fortynningsfaktoren beregnet til 15 respektive 18 for disse overløpene.

Et annet forhold kan være at nedbørsdataene fra Blindern ikke er representative for SJ avløpsområde. Lindholm (1985) har påvist at i Oslo-området kan det være stor variasjonen i nedbørsintensiteten over relativt korte avstander. Eksempelvis for et avløpsfelt like vest for Blindern gir beregnet utløpshydrogram for et regn (8. juni 1977) basert på Vika pluviografen dobbelt så høy maksimalavrenning og 3 - 4 ganger større avrenningsvolum enn ved bruk av pluviografdata fra Øvre-voll og Blindern. Lengdeaksen til SJ-feltet går i retning nord/syd og ligger ca. 2,5 km rett øst for Blindern. Det vises til figur 14.



Utløpshydrograf basert på data fra 3 pluviografstasjoner i Oslo-området.

Lokalisering av avløpsfeltet relativt pluviografstasjonene.

Figur 14. Eksempel på stor lokal variasjon av nedbørsintensiteten i Oslo-området for et regn 8. juni 1977 (Lindholm, 1985).

Gjennomsnittsverdien for forholdet  $Q_{ov}/i$  er 7,8. Ut fra den rasjonelle metoden er maksimal avrenning bestemt ved:

$$Q = \varphi A i$$

der  $\varphi$  = avrenningskoeffisienten  
 $A$  = avløpsområdets areal  
 $i$  = regnintensiteten

for SJ blir avrenningskoeffisienten:

$$\varphi = \frac{Q_{ov}}{i A} = \frac{7,8}{57,6} = 0,135$$

Ved beregning av røravlagring for perioden 30.04. - 13.12. benyttes en avrenningskoeffisient på 0,135. Den midlere avrenningskoeffisienten er basert på nedbør med relativt lav intensitet. Da avrenningskoeffisienten vanligvis øker med økende intensitet, vil de beregnede mengder røravlagring bli underestimert.

I følge MIs nedbørsstatistikk falt all nedbør av betydning i perioden 30.04. - 13.12.86 som regn.

For å beregne røravlagringen for perioden 30.04. - 13.12. er nedbørsstatistikken vurdert. Følgende kriterier er lagt til grunn ved valg av regn som gir utspyling:

1. 10 minutters regn med en intensitet på minimum 10 l/s ha er valgt som basis.
2. Ved flere regn samme dag velges regnet med størst intensitet.
3. Minimum tørrvårsperiode på 3 døgn. Velger eventuelt største regn for perioden dersom regn med intensitet på over 10 l/s ha kommer i "tørrvårsperioden".

Ut fra nevnte kriterier vil 38 regn gi utspyling. Tabell 20 viser utspylte røravlagringer for perioden.

Tabell 20. Utspylte røravlagringer for periode 30.04. - 13.12.86.

Intensitet (i) (l/s ha)	Ant. regn	Maksimal vannfører overvann l/s	Røravlagring pr. regn (kg)			Sum røravlagring (kg)		
			SS <sup>2</sup>	KOF <sup>3</sup>	Tot-P <sup>4</sup>	SS	KOF	Tot-P
10	7	78.2	64.8	38.2	0.36	453.6	267.4	2.52
13.4	9	104.8	124.1	87.1	0.54	1116.9	783.9	4.86
16.7	3	130.6	181.6	134.6	0.72	544.8	403.8	2.16
20	4	156.4	239.2	182.1	0.89	956.8	728.4	3.56
23.4	5	183.0	298.5	231.0	1.07	1492.5	1155.0	5.35
26.7	4	208.8	356.0	278.5	1.25	1424.0	1114.0	5.00
30.1	2	235.4	415.3	327.4	1.43	830.6	654.8	2.86
40.1	1	313.6	589.7	471.3	1.96	589.7	471.3	1.96
43.4	1	339.4	647.3	518.8	2.14	347.3	518.8	2.14
83.5	1	653.0	1346.6	1095.8	4.47	1346.6	1095.8	4.47
187.0	1	1462.3	3151.3	2584.9	9.77	3151.3	2584.9	9.77
Sum røravlagring for perioden						12554.1	9778.1	44.65

1

$Q = \varphi A i$  der  $\varphi = 0,135$  og  $A = 57,6$  ha

2

$SS = 2,23 Q - 109,6$

3

$KOF = 1,84 Q - 105,7$

4

$Tot-P = 0,0068 Q - 0,17$

Mengde utspylte røravlagringer for perioden 30. april - 13. desember tilsvarer:

SS = 218 kg/ha

KOF = 170 kg/ha

Tot-P = 0,8 kg/ha

Perioden 30. april - 13. desember representerer 226 døgn hvorav 30 dager forutsettes å være feriedager. Ved å legge tørrværsmålingene for 860617/18 og 860702/03 til grunn er spillvannsbidraget beregnet og sammenstilt med røravlagringer for perioden. Sammenstillingen er vist i tabell 21.

Tabell 21. Forholdet mellom røravlagring og spillvann for perioden 30.04. - 13.12.86.

	Spillvann kg	Røravlagring kg	Røravlagring i % av spillvann
SS	83640	12554	15 (11,2)
KOF	117720	9778	8 (6,1)
Tot-P	2483	44,7	2 (1,4)

Inkludert i beregningen er regnbygen den 29. juli 1986. Maksimal gjennomsnittlig intensitet for nedbøren under 10 min av dette regnet var 187 l/s ha. Ut fra nedbørintensitet - varighet - frekvens- kurven for Blindern for perioden 1941 - 1983 har dette regnet et gjentakelsesintervall på ca. hvert 6. år. I tabell 21 representerer tallene i parentes røravlagring i % av spillvann uten at dette regnskyellet er inkludert i beregningene.

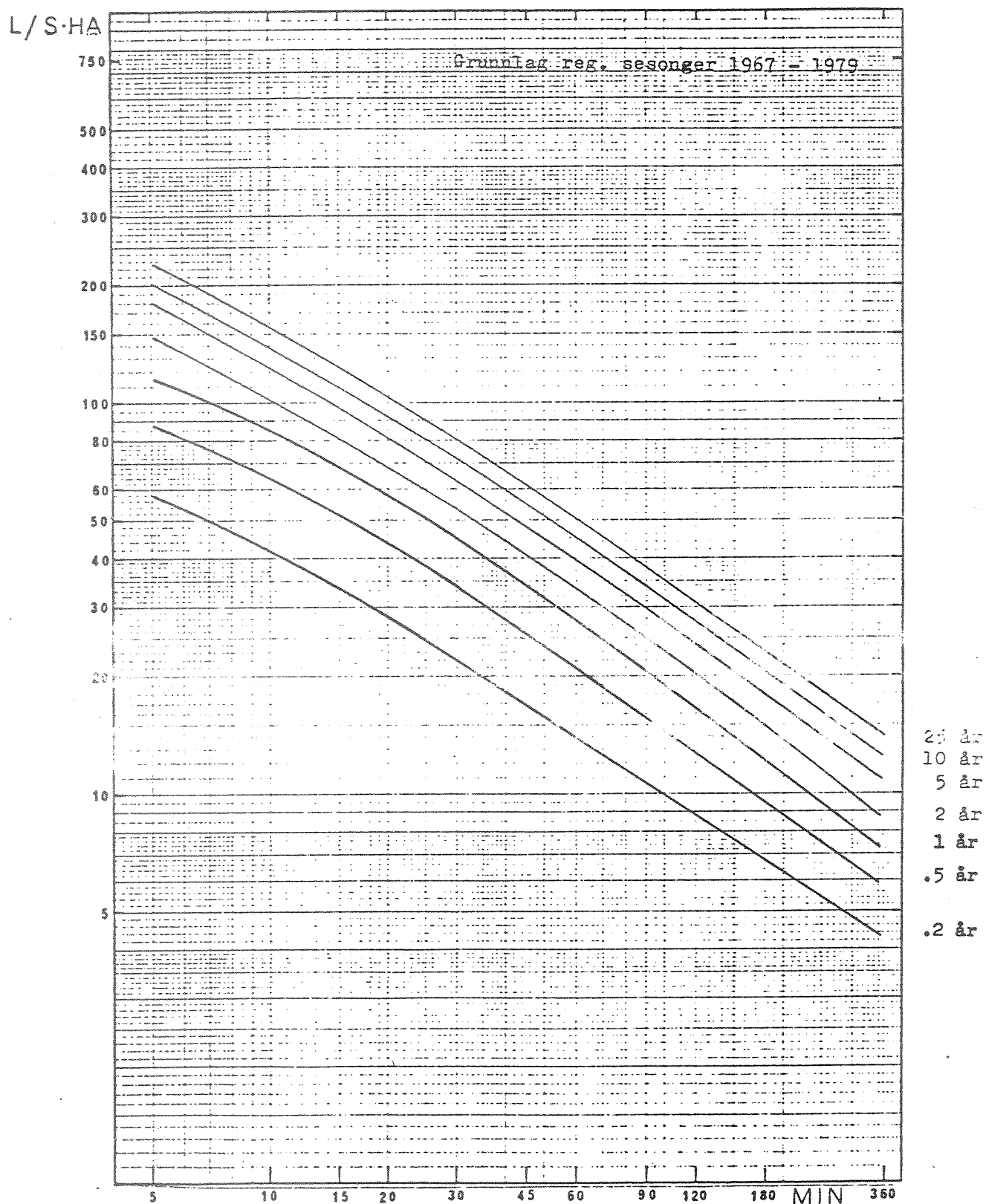
Det nest største 10 minutters regnet i 1986 tilsvarer, ut fra nedbørintensitet - varighet - frekvenskurven for nedbørsesongene 1967 - 1979 (jfr. figur 15), ett års regnet for Blindern. Utspylingseffekten for dette regnet er også stipulert og inkludert for perioden.

Inkludert i beregningene er videre 2 regn (ca. 40 l/s ha) som etter figur 15 normalt opptrer 5 ganger pr. år. Dette regnet er derfor under-representert i beregningsgrunnlaget. 3 regn av denne kategori representerer tilsammen ca. 60 % av utspylingene (SS, KOF og Tot-P) for det største regnet (6 års regnet).

Normalnedbøren for perioden 1974 - 1984 under målesesongen 15.04. - 15.11. er 511 mm. Under perioden 30.04. - 30.11.86 viser pluviograf-utskriften en nedbørhøyde på 438 mm. Selv om den totale nedbørhøyden ikke har direkte betydning, kan nedbørhøyden for 1986 gi en indikasjon på at regn med intensiteter i området 20 - 40 l/s ha er under-representert i beregningsgrunnlaget. Forutsatt at disse regnene kompenseres

# NEDBØRINTENSITET - VARIGHET - FREKVENNS

Kurver for 1870 Oslo - Blindern



Figur 15. Nedbørsintensitet i varighet-frekvenskurver for Blindern (1967-1979).

av utspylingen fra 6-års regnet (40 %), kan vi anta at målesesongen i 1986 representerer et normal år med hensyn til røravlagring.

Spillvannsandelen i beregningene er basert på tørrværsmålingene den 17. - 18. juni 1986. Dersom disse verdiene justeres for ukemiddelet funnet av Wedum (jfr. tabell 9), vil røravlagringsandelen øke med 1,5 % for SS, 2 % for KOF og med ca. 0,5 % for tot-P.

Alle episodene som beregningene er basert på, skjedde i løpet av "dagtid" (0600 - 2400), og spillvannsandelen er basert på dagtid. Ved beregning av totale utspylingsmengder vil i gjennomsnitt nedbøren som gir utspyling, bare falle i 75 % av tiden (18 timer) på dagtid. I 25 % av tiden (om natten) vil spillvannsandelen være betydelig mindre. Andelen røravlagringer for perioden vil øke lite (1 % for SS, 1,3 % for KOF og 0,5 % for Tot-P) dersom en forutsetter jevn fordeling av regnhendelser over døgnet.

Ved beregning av røravlagringen er overvannsandelen stipulert. Spesielt for episoder med lav regnintensitet vil overvannsbidraget utgjøre en relativt stor andel av den totale massetransporten. Usikkerheten i beregningsgrunnlaget vil være stor og vil være av betydning for årsgjennomsnittet på grunn av at antallet slike episoder er høyt. Konsekvensen av å redusere middelkonsentrasjonen i overvannet for de tre forurensningsparametrene med 50 % er vist i tabell 22. Det er forutsatt jevn fordeling av regnhendelsene over døgnet.

Tabell 22. Konsekvensen av redusert middelkonsentrasjon på overvannsbidraget.

	Konsentrasjon i overvannet (mg/l)	Røravlagring i % av spill- vannet	Konsentrasjon i overvannet (mg/l)	Røravlagring i % av spill- vannet
SS	300	16,0	150	21,4
KOF	120	9,3	60	11,8
Tot-P	0,4	2,5	0,2	2,8

I tillegg til feil i forbindelse med registrering av vankvalitet og vannmengde (jfr. kap. 5) er det en rekke usikkerheter knyttet til beregningen av årlige røravlagringsmengder. Følgende forhold gjør at røravlagringsmengdene vist i tabell 20 er underestimert:

- Regn med intensitet mindre enn 10 l/s ha gir utspyling (jfr. episode 830615), men er ikke inkludert.
- Store regn med en tørrvårsperiode på mindre enn 3 døgn gir utspyling, men er ikke inkludert.
- Overvannsbidraget ved mindre regn er trolig overestimert.
- Avrenningskoeffisienten er basert på relativt små regn og er trolig underestimert for store regn.
- Massetransporten under første del av episodene er ikke inkludert. Beregningsmåten for siste del av episoden innebærer også en underestimert (jfr. avsnitt 7.1).

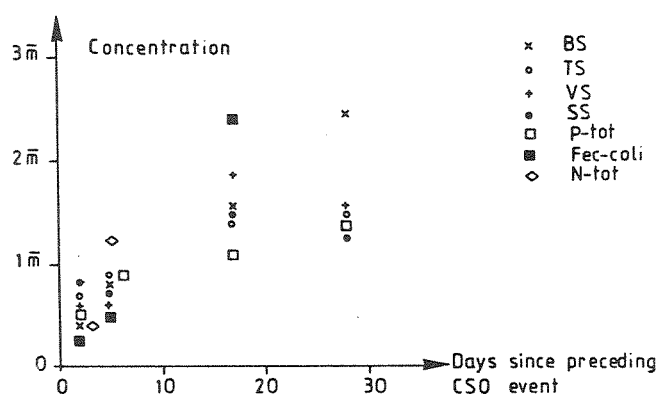
Dersom avlastning fra ett eller flere av overløpene i feltet har skjedd, kan røravlagringene være betydelig underestimert. Den lave avrenningskoeffisienten ( $\varphi = 0,135$ ) kan tyde på dette.

Systematiske feil av betydning som innebærer en underestimert av den beregnede røravlagringsmengden, har man ikke kjennskap til.

#### **7.6. Resultater fra andre undersøkelser**

Hogland et al. (1984) utførte målinger av forurensningstransporter fra overløp i Malmø i perioden juni 1982 - oktober 1983. Han fant at middelkonsentrasjonen for forurensningsparametre som er typiske for spillvann, økte med antall tørrvårsdøgn før regnepisodene. Sammenhengen mellom middelkonsentrasjonen for hendelsen (uttrykt ved middelkonsentrasjon for alle målingene) og dager før siste regnskyll er vist i figur 16. For parametre som er mer typiske for overflateforurensninger, ble det ikke funnet tilsvarende sammenheng.

Etter Hoglands tolkning av resultatene fra Malmø undersøkelsen vil systemet stabilisere seg etter 10-12 dager dvs. at erosjonshastigheten av tidlige avsatt materiale tilsvarer mengden materiale som avsettes.



Figur 16. Gjennomsnittlig konsentrasjon for typiske forurensningsparametre for spillvann som funksjon av antall tørrværsdøgn (Hogland et al., 1984).

Målingene fra SJ viser at rørvlagringen øker med antall tørrværsdøgn (jfr. figur 13). Resultatene gir ikke grunnlag for å bestemme hvor lang tid det tar før systemet har stabilisert seg.

Middelkonsentrasjonen for tre episoder fra Malmø undersøkelsen er vist i tabell 23. De oppgitte konsentrasjonene representerer summen av overvanns- og rørvlagringsdelen for episoden (middelkonsentrasjonen av overløpsvannet minus spillvannsandelen). Gjennomsnittstall for målingene i SJ er ført opp i tabellen for sammenligning.

Tabell 23. Middelkonsentrasjonen ved tre episoder fra Malmø-undersøkelsen sammenlignet med resultatene fra SJ.

Middelkonsentrasjon (mg/l)	Malmø			SJ Gjennomsnitt av 6 episoder
	821007	821020	830201	
<sup>1</sup> BOF <sub>7</sub> /(KOF)	150	60	160	343
Tot-P	3,6	2,6	4,0	1,9
SS	540	220	360	720

<sup>1</sup> BOF<sub>7</sub> verdi for Malmø og KOF for SJ.

Fosforkonsentrasjonen er i størrelsesorden dobbelt så høy for Malmø-undersøkelsen sammenlignet med SJ. Derimot for SS er verdiene for SJ ca. dobbelt så høye. De "lave" SS-verdiene for Malmø kan skyldes en viss SS-gradient i overløpskammeret der prøvene er tatt.



Basert på resultatene fra PRA-prosjektet "Forurensninger i overvann" (Lindholm, 1977) er årlige mengder tørrværsavsetning beregnet (Lindholm, 1977) for fire avløpsområder med fellessystem. Tabell 24 viser fysiske data for de fire feltene.

Tabell 24. Fysiske data for fire fellessystem undersøkt under PRA-perioden.

Feltbetegnelse	Areal ha	% tette flater	Antall p.e. pr. ha	Midlere helning i feltet i ‰/‰	Type felt
Bislettbekken, Oslo	219	69	342	28	Leiegårder, sentr.omr.
Rukklabekken, Sandefjord	380	12	25	25	Boliger spredt
Øya, Trondheim	21	37	93	11	Leiegårder, bystrøk
Solvik, Bærum	175	11	17	22	Apen villabebyggelse

Sentral parameter i forbindelse med sedimentering/erosjon i ledningsnett er skjærspenninga mellom vannet og rørveggen. Kvaliteten på ledningsnett (svanker), dårlige skjøter o.l.) vil også være avgjørende faktorer i denne sammenheng.

Skjærspenninga langs bunnen er et direkte mål for evnen til å transportere partikler i vannet langs ledningsbunnen. Jevnt fordelt skjærspenning langs den våte periferien i røret,  $\tau_0$  er definert av uttrykket:

$$\tau_0 = \gamma R i$$

der  $\tau_0$  = jevnt fordelt skjærspenning

$\gamma$  = vannets spesifikke vekt

R = hydraulisk radius

i = energilinjas helning (ved normalstrømning i røret er i lik rørets helning).

I tabell 25 er kumulativ fordeling av fallene for tre av feltene og S<sub>U</sub> vist.

Tabell 25. Kumulativ fordeling av fallene mht. total rørlengde.

Avløpsfall	Tot. rørlengde (m)	Del av ledningsanlegget (%) med fall mindre enn		
		5 <sup>0</sup> / <sub>00</sub>	10 <sup>0</sup> / <sub>00</sub>	20 <sup>0</sup> / <sub>00</sub>
Bislett bekken	24 158	4	12	35
Ruklabekken	10 815	0	5	17
Øya	2 946	37	60	94
Søren Jaabæks gt.	10 287	8	12	43

Avlagret mengde stoff i ledningen i prosent av årlig stoffmengde i spillvannet er vist i tabell 26.

Tabell 26. Avlagret mengde stoff i ledningene i prosent av årlig stoffmengde i spillvannet

Fellssystemfelt	Årlig avlagring i rør i % av spillvannet		
	SS	KOF	Tot-P
Bislettbekken	13,0	4,1	1,1
Ruklabekken	64,0	20,0	20,0
Øya	49,0	19,0	10,0
Solvik	73,0	16,5	25,2
Søren Jaabæks gt. <sup>1</sup>	15,0	8,0	2,0

<sup>1</sup> Røravlagring for perioden 30. april - 13. desember 1986.

Lindholms resultater er basert på middelkonsentrasjoner for registrerte episoder og gjennomsnittlig årlig nedbør. For sammenligning er de samme forutsetningene lagt til grunn ved beregning av årlige mengder røravlagring for SJ og vist i tabell 27. Det er forutsatt en nedbørshøyde på 740 mm pr. år og en avrenningskoeffisient på 0,14 for feltet.

Under vinterforhold vil det være stabil tørrvæsavrenning i avløpssystemet. Etter en viss tid vil systemet stabilisere seg slik at netto avlagring i ledningsnett blir null. Dette innebærer en overestimering av årlige røravlagringer dersom årsnedbøren legges til grunn ved beregningen. I tillegg forutsetter metoden basert på årsnedbøren at

all nedbør som faller som regn gir utspyling. Dette innebærer en ytterligere overestimering.

Tabell 27. Årlige mengder røravlagring i kg/ha år.

FELT	Årlig beregnede røravlagringer kg/ha år		
	SS	KOF	Tot-P
Bislettbekken	1 219	773	3,4
Ruklabekken	443	280	4,7
Øya	1 255	960	8,8
Solvik <sup>1</sup>	340	154	3,9
Søren Jaabæks gt.	419	224	1,5
Søren Jaabæks gt. <sup>2</sup>	(218)	(170)	(0,8)

<sup>1</sup> For Solvik-feltet ligger stoffavstrømningene noe for høyt, da målingene ble påvirket av et V-overløp i ugunstig retning.

<sup>2</sup> Røravlagring for perioden 30. april - 13. desember (jfr. tabell 20).

Sammenligner vi fallforholdene til de fem avløpsområdene i tabell 27 (jfr. tabell 25), ser vi at Øya har spesielt lite fall. For fosfor delen i røravlagringene ser vi at de tre andre "PRA-områdene" ligger 2 - 3 ganger høyere enn for SJ. For SS og KOF delen er resultatene fra SJ i samme størrelsesorden som for Ruklabekken og Solvik.

## 8. ECKERSBERGS GT. MÅLINGER HØSTEN 1986

Datagrunnlaget fra målingene i EB er betydelig dårligere enn fra SJ. Det skyldes spesielt store problemer med gjentetting av prøveslanger pga. filler, papir o.l. for stasjonen i EB.

Det er ikke utført målinger under tørrvørsforhold for EB. Tørrvørsavrenningen ligger på ca. 90 l/s. Støtutslipp trolig ca. 1 gang pr. dag fra næringsvirksomhet gjør at vannføringen går opp i 120 - 140 l/s. Topper helt opp i 180 l/s under tørrvørsforhold er registrert.

Analysedata for 12 episoder er vist i appendiks 1. Resultatene fra 9 av episodene er vist grafisk i appendiks 2. 3 av de 12 registrerte episodene var mangelfulle og er ikke presentert grafisk.

De 9 resterende episodene kan grovt deles inn i 3 kategorier etter maksimal SS-konsentrasjon i avløpsvannet:

1. Episode 861027, 861028 og 861030, maksimal SS-konsentrasjon overstiger ikke 300 mg/l (antatt middelkonsentrasjon for overvannsdelen).
2. Episode 861005, 861025 og 861123, maksimal SS-konsentrasjon i området 400 - 500 mg/l.
3. Episode 861010, 861105 og 861108, maksimal SS-konsentrasjon i området 800 - 1000 mg/l.

Ved vurdering av resultatene framgår det at for episoder med definerte toppe på vannføringen opptrer maksimale konsentrasjoner og massetransport nær samtidig med maksimal vannføring. Pollutografene er noe mindre jevn i sin form sammelignet med pollutografene for SJ. Støtutslipp fra næringsvirksomhet kan være noe av årsaken til dette.

Datagrunnlaget fra EB er ikke bearbeidet utover det som framgår av appendiks 2.

## 9. DIREKTE MÅLING AV TØRRVÆRSAVSETNINGER

For å få en bedre forståelse av hva som skjer i avløpssystemet under tørrværsforhold, foreligger det planer om å undersøke slamoppbygging i en avløpsledning i Oslo. OVA har valgt ut et ledningsanlegg i Dalsveien nær Slemdal skole, som ut fra praktiske hensyn (tilgjengelighet, trafikkforhold, avstengningsmuligheter o.l.) egner seg godt til formålet. 2 sammenhengende kumstrekninger ( $L_1=60$  m,  $i_1=45\text{ ‰}$  og  $L_2=55$  m,  $i_2=6,3\text{ ‰}$ ) med en  $D = 400$  mm betongledning vil bli undersøkt. Mengder avsatt slam skal måles etter forskjellige tørrværsintervall.

Overliggende felt til ledningsanlegget som skal undersøkes er på ca. 20 ha. Det er et villaområde med ca. 70 eneboliger. Antall personer pr. ha i området er trolig 15 - 20. Like oppstrøms kumstrekningen er det mulig å lede avløpsvannet til et annet ledningssystem. Mellom denne "by-pass" kummen og kummen nedstrøms kumstrekningen som skal undersøkes, er det tilknyttet 6 boliger og en 9" grenledning.

De to kumstrekningene ble TV-undersøkt 2. februar 1987. TV-undersøkelsen viste at ledningsanlegget er av meget god kvalitet uten synlige svanker. Det så ut som om alle skjøter var forskriftsmessig utført. Sannsynlig soppvekst ble observert. Soppveksten var tydeligere på rørets sider enn langs rørets bunn. Videre ble det registrert mørke områder med avsatt materiale (lite i mengde).

16. februar ble kumstrekningen avstengt fra resten av feltet v.h.a. sandsekker. Deretter ble ledningsanlegget høytrykkspylt. 3. mars ble sandsekkene fjernet, og 6. mars ble det foretatt en utskraping av ledningsanlegget. En 0,7 m lang børste ble dratt gjennom avløpsledningen. Det ble tatt ut en blandprøve (bestående av ca. 20 delprøver) fra vannstrømmen i løpet av den tiden utskrapingen varte (ca. 8 minutter). Den totale vannmengden ble grovt anslått til 300 l. Etter utskrapingen ble sandsekkene fjernet.

Den 17. mars ble det foretatt en utskraping av ledningsanlegget på nytt. Denne gangen ble det benyttet ballonger istedenfor sandsekker for avstenging. Børsten ble dratt gjennom ledningsanlegget to ganger. Slamsuger ble benyttet for oppsamling av slam. Under 2. gangs utskraping var det tydelig at vannet som ble sugd opp, fortsatt hadde et høyt SS innhold. Under utskrapingen ble totalt 330 l sugd opp i slamsugeren. Det ble tatt ut blandprøve.

I tabell 28 er utskrapte mengder den 3. og 17. mars vist.

Tabell 28. Utskrapte mengder 6. og 17. mars 1987.

DATO	Utskrapte mengder (g)		Tørrværsperiode døgn
	KOF	Tot-P	
6. mars	540	6,7	3
17. mars	792	8,3	11

Basert på målingene den 17. mars, spesifikke tall som oppgitt i tabell 8 og en middel-lengde på 8,7 m avøpsledning pr. person tilknyttet (Nordisk ministerråd, 1985), gjøres følgende betraktning:

Kumstrekningen representerer en avløpsledning tilsvarende (115 m/8,7 m pr. pers.) 13,2 personer tilknyttet. Forurensningsproduksjonen over 11 dager for 13,2 personer blir:

$$\text{KOF: } 13,2 \cdot 85 \cdot 11 = 12\,342 \text{ g}$$

$$\text{Tot-P: } 13,2 \cdot 1,8 \cdot 11 = 262 \text{ g}$$

Utskrapt mengde organisk stoff og fosfor utgjør 6 % respektive 3 % av den totale produksjonen.

Undersøkelser med kunstig spyling av 3 mindre avløpsområder over en 5 måneders periode i Stuttgart (Stotz og Kranth, 1984) viste følgende sammenheng:

$$Y = ax^k$$

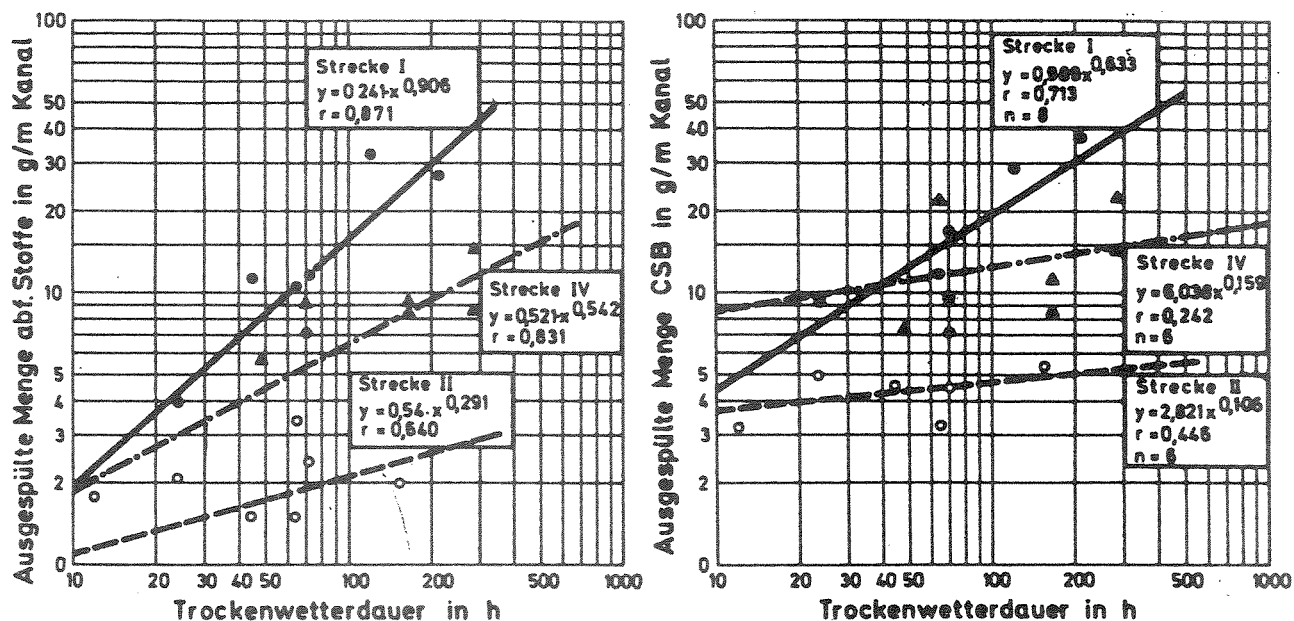
der Y = mengde utspylt materiale i g/m rørledning

x = tørrværsperiode i timer

k = koeffisient for tiden

a = rørkonstant

Gjennomsnittlige ledningsfall for de tre undersøkte områdene var 8,6 ‰ (I), 21,9 ‰ (II) og 18,5 ‰ (III) respektive. Ledningsdimensjonene lå i området 250 - 600 mm. Utspylte mengder som funksjon tørrværsperioden er vist i figur 17.



Figur 17. Utspülte mengder som funksjon av tørrværsperiode. Undersøkelser i Stuttgart (Stotz, 1984).

Resultatene fra utskrapningene utført i Dalsveien er av samme størrelsesorden som funnet av Stotz.

Slamavsetning i en separat spillvannsledning i Trondheim er undersøkt av A. Berg (1986). Ledningen som fører avløpet fra et boligområde med et folketall på 250, hadde et fall i gjennomsnitt på  $6,6 \frac{0}{00}$ . Ledningens fall var ujevnt, vekslende med partier uten fall, motfall og partier med stort fall ( $>20 \frac{0}{00}$ ). TV-undersøkelsen av ledningsanlegget viste at alle slamavsetninger hadde sammenheng med svanker, dvs. parti med motfall.

OVA har ved gjennomgåelse av kloakkstopprapporter fra 1983 bl.a. funnet at (Baade-Mathiesen, 1984) alle ledninger der avsetninger skaper problemer, er endeledninger. I tillegg har disse endeledningene enten kumstrekninger med svanker eller tendens til slamoppnopning ved 1. uttrekket. Over 80 % av disse kumstrekningene har fall lavere enn  $15 \frac{0}{00}$ .





slått:

1. Nyttiggjøring av resultater fra Tyskland, England og Sverige.
2. Direkte måling av avsetninger på nettet (Dalsveien v/Slemdal skole).
3. Utspyling i forbindelse med snøsmelting.

## LITTERATURHENVISNINGER

- (1) Reinertsen, T.R. Dr.ing. (1981): Forurensninger i overvann. PTV15. Trondheim august 1981. ISBN 82-90328-17-6.
- (2) Layer, J.A. og Smith, W.C. (1974): Urban Storm Water Management - An Assessment. Environmental Protection Technology Series EPA-670/2-74-040.
- (3) Hogland et al. (1984): Hogland, W., Berndtsson, R., Larson, M. Estimation of quality and Pollution Load of combined Sewer Overflow Discharge, Third International Conference on Urban Storm Drainage, June 4 - 8, Chalmers University of Technology, Göteborg.
- (4) Lindholm, O. (1983): Tørrvørsavsetninger i fellessystemrør. Fase II. NIVA, VA-rapport 27/83.
- (5) Wedum, K. (1984): Ammonium som forurensningsparameter. NIVA, VA-rapport 15/84.
- (6) Vråle, L. (1983): Spillvannstap fra oppsamlingsnett. Delrapport nr. 1. forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett oppsamlingsnett i Sydsbogen, Røyken kommune. NIVA, VA-rapport 11/83.
- (7) Lindholm O. (1986): Reiserapport 20.10.86. Studiereise til Hannover, Bremen og Hamburg 12. - 16. oktober 1986. Norsk Hydrologisk Komites urbanhydrologiske arbeidsgruppe (UHA).
- (8) Henderson, R.J. and Moys, G.D. (1987): Development of Sewer Flow Quality Model for United Kingdom. Paper to the fourth International Conference on Urban Storm Drainage, Lanson 1987.
- (9) Lindholm, O. (1982): Tørrvørsavsetninger i fellessystemrør. NIVA, VA-rapport 10/82.
- (10) Lindholm, O. (1986): Følsomhetsanalyse for parametre i avløpsnettregninger. Fase 1. NIVA, VA-rapport 11/86.
- (11) Lindholm, O. (1987): Avløpsnettregninger med EDB. NIVA, VA-rapport 7/87.

- (12) Stotz, G. og Kh. Kranth (1984): Factors affecting first flush in Combined Sewers. Proceedings of the Third International Conference on Urban Storm Drainage. Göteborg June 4-8, 1984.
- (13) Shelly, P.E. (1976): Design and Testing of a Prototype Automatic Sewer Sampling System. EPA-600/2-76-006.
- (14) Mosevoll, G. og K. Wedum. (1985): Håndbok for vannføringsmåling i vann og avløpsanlegg. 28.05.85. Program for VAR-teknikk. ISBN 82-7337-034-8.
- (15) Vråle, L. (1987): Forurensningsmodell for avløpsvann fra boliger. Bestemmelse av spesifikke tall. NIVA, VA-rapport 6/87.
- (16) Stene-Johansen, S.S. og K. Wedum. (1987): Analyse av vannbehov. NIVA, VA-rapport 13/81.
- (17) Reinertsen, A.R. (1981): forurensninger i overvann. PTV 15. september 1981.
- (18) Lindholm, O. (1985): Arealfordeling og regnhastigheter ved korttidsnedbør. NTNFS program for VAR-teknikk. Rapport nr. 24/85. ISBN 82-7337-026-7.
- (19) Lindholm, O. (1977): Forurensning i overvann. PRA-rapport nr. 7. Oslo april 1977.
- (20) Moland T. og Saltveit N. (1986): Avløpssone UMAL-1 (Lilleaker påslipp). Vurdering av avløpsnett og overløpene. Forslag til tiltak. Versjon 14.02.86. Oslo vann- og avløpsverk.
- (21) Berg A.(1986): Undersøking av naturlig sjølrensing i to avløpsledninger i Trondheim. NHL-rapport nr. STF60 A86048. ISBN nr. 82-595-4333-8.
- (22) Baade-Mathiasen, T.(1984): Driftproblemer som følge av avsetninger i avløpsledninger i Oslo. Dok. nr. 1564S. Oslo vann- og avløpsverk, August 1984.
- (23) Nordisk ministerråd, 1985: Avloppsnett i Norden. VA-prosjekt. Komitéen för miljöskyddsfrågor, Helsingfors 1985.

**APPENDIKS 1.****DATABASE**

aab-overlop (LIS/GUM)

## Sted : Søren Jaabæksgate

Dato	Kl.	Kl. des.	K o n s e n t r a s j o n e r			M a s s e t r a n s p .			T r a n s p o r t e r t e m e n g d e r			KOF	kg					
			Vannf. l/s	SS mg/l	GLSS mg/l	TOT-P mg/l	KOF g/s	SS g/s	GLSS g/s	TOT-P mg/s	KOF g/s			VANNF. kbm/s	SS kg	GLSS kg	TOT-P g	KOF kg
860319	11.22	11.37	54.0	330.0	.	3.5	353.0	17.82	.	189.00	19.06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
860319	11.26	11.43	55.0	275.0	.	3.5	275.0	15.13	.	192.50	15.13	13.1	4.0	45.8	4.1	4.1	4.1	4.1
860319	11.34	11.57	57.0	356.0	.	3.6	310.0	20.29	.	205.20	17.67	40.0	12.5	141.2	12.0	12.0	12.0	12.0
860319	11.45	11.75	60.0	321.0	.	3.6	322.0	19.26	.	216.00	19.32	78.6	25.5	280.2	24.2	24.2	24.2	24.2
860319	12.05	12.08	62.0	368.0	.	.	.	22.82	.	.	.	151.8	50.8	.	.	.	.	.
860319	12.18	12.30	65.0	298.0	.	.	.	19.37	.	.	.	201.3	67.2	.	.	.	.	.
860319	12.40	12.67	68.0	320.0	.	.	.	21.76	.	.	.	289.1	94.3	.	.	.	.	.
860319	13.15	13.25	71.0	349.0	.	.	.	24.78	.	.	.	435.0	143.2	.	.	.	.	.
860319	13.45	13.75	73.0	.	.	2.9	292.0	.	.	211.70	21.32	564.6	.	1819.9	170.5	170.5	170.5	170.5
860319	14.00	14.00	75.0	452.0	.	3.9	334.0	33.90	.	292.50	25.05	631.2	222.4	2046.8	191.3	191.3	191.3	191.3
860319	14.10	14.17	78.0	488.0	.	2.9	368.0	38.06	.	226.20	28.70	677.1	244.0	2202.4	207.5	207.5	207.5	207.5
860319	14.10	14.17	78.0	527.0	.	.	.	41.11	.	.	.	677.1	244.0	.	.	.	.	.
860319	14.13	14.22	76.0	449.0	.	3.3	273.0	34.12	.	250.80	20.75	691.0	250.8	2245.4	211.9	211.9	211.9	211.9
860319	14.13	14.22	76.0	660.0	.	.	.	50.16	.	.	.	691.0	250.8	.	.	.	.	.
860319	14.17	14.28	73.0	671.0	.	5.0	621.0	48.98	.	365.00	45.33	708.9	262.7	2319.3	219.8	219.8	219.8	219.8
860319	14.17	14.28	73.0	796.0	.	3.6	563.0	58.11	.	262.80	41.10	708.9	262.7	2319.3	219.8	219.8	219.8	219.8
860319	14.21	14.35	73.0	579.0	.	2.6	245.0	42.27	.	189.80	17.89	726.4	274.7	2373.6	226.9	226.9	226.9	226.9
860319	14.21	14.35	73.0	483.5	.	.	.	35.30	.	.	.	726.4	274.7	.	.	.	.	.
860319	14.24	14.40	73.0	513.0	.	2.6	226.0	37.45	.	189.80	16.50	739.5	281.3	2407.7	230.0	230.0	230.0	230.0
860319	14.24	14.40	73.0	518.0	.	.	.	37.81	.	.	.	739.5	281.3	.	.	.	.	.
860319	15.10	15.17	70.0	355.0	.	.	.	24.85	.	.	.	936.9	367.8	.	.	.	.	.
860319	15.55	15.92	68.0	256.0	.	.	.	17.41	.	.	.	1123.2	424.8	.	.	.	.	.

Sted : Søren Jaabæksgate

Dato	Kl.	Kl. des.	Konsentrasjoner			Masseransp.			Transporterte mengder							
			Vannf. 1/s	SS mg/l	GLSS mg/l	TOT-P mg/l	KOF g/s	SS g/s	GLSS g/s	TOT-P mg/s	KOF g/s	VANNF. kbm/s	SS kg	GLSS kg	TOT-P g	KOF kg
860430	11.45	11.75	86.0	496.5	255.0	3.7	429.5	42.70	21.93	328.12	37.58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
860430	11.46	11.77	87.5					45.75	26.61			5.2				0.0
860430	11.47	11.78	89.0	514.0	299.0			64.50	39.15			10.5	5.3	2.9		
860430	11.49	11.82	100.0	645.0	391.5							21.8	11.9	6.9		
860430	11.50	11.83	104.5			4.4	463.5	72.65	45.18	459.80	48.44	28.0			94.6	10.3
860430	11.51	11.85	109.0	666.5	414.5			68.21	43.51			34.4	20.2	11.9		
860430	11.54	11.90	112.0	609.0	388.5							54.3	32.8	19.9		
860430	11.55	11.92	109.5			3.5	330.0	67.78	42.96	388.72	36.14	60.9			221.8	23.0
860430	11.56	11.93	107.0	633.5	401.5			57.54	38.90			67.4	41.0	25.1		
860430	11.59	11.98	105.0	548.0	370.5							86.5	52.3	32.5		
860430	12.00	12.00	104.0			2.8	259.0			291.20	26.94	92.8			323.8	32.5
860430	12.01	12.02	103.0	429.0	305.0			44.19	31.41			99.0	58.4	36.7		
860430	12.04	12.07	100.0	406.5	272.0			40.65	27.20			117.2	66.0	42.0		
860430	12.05	12.08	98.5			3.4	277.0			334.90	27.28	123.2			417.7	40.6
860430	12.07	12.12	97.0	372.5	240.0			36.13	23.28			134.9	72.9	46.5		
860430	12.13	12.22	89.0	218.0	137.0	3.3	180.0	19.40	12.19	293.70	16.02	168.4	82.9	52.9	568.6	51.0
860430	12.22	12.37	77.0	173.0	88.0	2.7	225.0	13.32	6.78	207.90	17.33	213.2	91.7	58.0	704.0	60.0
860430	12.33	12.55	64.0	103.0	62.0	2.3	139.0	6.59	3.97	147.20	8.90	259.8	98.3	61.5	821.2	68.7
860430	12.46	12.77	66.0	158.0	81.0	2.4	143.0	10.43	5.35	158.40	9.44	310.5	105.0	65.2	940.4	75.8



Sted : Søren Jaabaeksgate

Dato	Kl.	Kl. des.	Konsentrasjoner			Massetransp.			Transporterte mengder			KOF kg						
			Vannf. l/s	SS mg/l	GLSS mg/l	TOT-P mg/l	KOF g/s	SS g/s	GLSS g/s	TOT-P mg/s	KOF g/s		VANNF. km/s	SS kg	GLSS kg	TOT-P g		
860510	19.21	19.35	51.0	.	.	.	.	.	.	.	0.0	.	.	.	.	.	.	.
860510	19.30	19.50	63.0	.	.	.	.	.	.	.	30.8	.	.	.	.	.	.	.
860510	19.36	19.60	92.0	208.0	53.0	.	.	19.14	4.88	.	58.7	0.0	0.0	.	.	.	.	.
860510	19.37	19.62	100.0	.	.	2.6	179.0	.	.	260.00	17.90	.	.	0.0	.	.	.	0.0
860510	19.38	19.63	107.0	270.0	87.0	.	.	28.89	9.31	.	70.6	2.9	0.9	.	.	.	.	.
860510	19.40	19.67	115.0	336.0	119.0	.	.	38.64	13.69	.	84.0	6.9	2.2	.	.	.	.	.
860510	19.41	19.68	117.5	.	.	2.3	219.0	.	.	270.25	25.73	.	.	63.6	.	.	.	5.2
860510	19.42	19.70	120.0	309.0	133.0	.	.	37.08	15.96	.	98.1	11.5	4.0	.	.	.	.	.
860510	19.45	19.75	119.0	336.0	130.0	.	.	39.98	15.47	.	119.6	18.4	6.8	.	.	.	.	.
860510	19.46	19.77	118.0	.	.	2.7	154.0	.	.	318.60	18.17	.	.	152.0	.	.	.	11.8
860510	19.47	19.78	117.0	258.0	112.0	.	.	30.19	13.10	.	133.7	22.6	8.6	.	.	.	.	.
860510	19.49	19.82	110.0	190.0	91.0	.	.	20.90	10.01	.	147.4	25.7	9.9	.	.	.	.	.
860510	19.50	19.83	107.5	.	.	1.7	126.0	.	.	182.75	13.55	.	.	212.1	.	.	.	15.6
860510	19.52	19.87	105.0	156.0	78.0	.	.	16.38	8.19	.	166.6	29.0	11.6	.	.	.	.	.
860510	19.55	19.92	102.0	238.0	98.0	.	.	24.28	10.00	.	185.3	32.7	13.2	.	.	.	.	.
860510	19.56	19.93	101.0	.	.	1.7	143.0	.	.	171.70	14.44	.	.	275.9	.	.	.	20.7
860510	19.57	19.95	100.0	195.0	85.0	.	.	19.50	8.50	.	197.4	35.3	14.3	.	.	.	.	.
860510	20.01	20.02	98.5	146.0	46.0	.	.	14.38	4.53	.	221.2	39.4	15.9	.	.	.	.	.
860510	20.02	20.03	100.0	.	.	1.5	110.0	.	.	150.00	11.00	.	.	333.8	.	.	.	25.2
860510	20.07	20.12	104.0	176.0	41.0	.	.	18.30	4.26	.	257.8	45.3	17.5	.	.	.	.	.
860510	20.10	20.17	107.0	.	.	1.7	107.0	.	.	181.90	11.45	.	.	413.5	.	.	.	30.6
860510	20.10	20.17	106.5	139.0	51.0	.	.	14.80	5.43	.	276.7	48.3	18.3	.	.	.	.	.
860510	20.16	20.27	101.0	114.0	43.0	.	.	11.51	4.34	.	314.1	53.0	20.1	.	.	.	.	.
860510	20.18	20.30	100.0	.	.	1.4	90.0	.	.	140.00	9.00	.	.	490.7	.	.	.	35.5
860510	20.22	20.37	95.5	75.0	39.0	.	.	7.16	3.72	.	349.6	56.4	21.6	.	.	.	.	.
860510	20.26	20.43	94.0	.	.	2.3	73.0	.	.	216.20	6.86	.	.	576.2	.	.	.	39.3
860510	20.28	20.47	95.5	135.0	50.0	.	.	12.89	4.78	.	383.7	60.0	23.1	.	.	.	.	.
860510	20.32	20.53	101.0	90.0	33.0	.	.	9.09	3.33	171.70	7.78	.	.	646.0	.	.	.	42.0



Sted : Søren Jaabæksgate

Dato	Kl.	Kl. des.	Konsentrasjoner			Masseransp.			Transporterte mengder						
			Vannf. 1/s	SS mg/l	GLSS mg/l	TOT-P mg/l	KOF g/s	SS g/s	GLSS g/s	TOT-P mg/s	KOF g/s	VANNF. kbm/s	SS kg	GLSS kg	TOT-P g
860513	45	0.75	59.0	.	.	.	.	.	.	.	0.0	.	.	.	.
860513	1.00	1.00	66.0	.	.	.	.	.	.	.	56.2	.	.	.	.
860513	1.06	1.10	94.0	256.0	1.3	90.0	24.06	122.20	8.46	85.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
860513	1.08	1.13	97.0	.	.	.	.	.	.	96.5	.	.	.	.	.
860513	1.10	1.17	95.0	227.0	1.5	120.0	21.57	142.50	11.40	108.0	5.5	31.8	31.8	2.4	2.4
860513	1.14	1.23	89.0	381.0	1.7	182.0	33.91	151.30	16.20	130.1	12.1	67.0	67.0	5.7	5.7
860513	1.18	1.30	79.0	205.0	1.7	36.0	16.20	134.30	2.84	150.3	18.1	101.3	101.3	8.0	8.0
860513	1.23	1.38	71.0	86.0	0.9	149.0	6.11	63.90	10.58	172.8	21.5	131.0	131.0	10.0	10.0
860513	1.28	1.47	62.0	90.0	.	.	5.58	.	.	192.7	23.2	.	.	.	.
860513	1.31	1.52	59.0	.	0.7	58.0	.	41.30	3.42	203.6	.	156.3	156.3	13.4	13.4
860513	1.34	1.57	56.0	135.0	.	.	7.56	.	.	214.0	25.6	.	.	.	.
860513	1.41	1.68	53.0	52.0	.	.	2.76	.	.	236.8	27.8	.	.	.	.
860513	1.48	1.80	48.0	46.0	.	.	2.21	.	.	258.1	28.8	.	.	.	.
860513	1.56	1.93	43.0	40.0	.	.	1.72	.	.	279.9	29.8	.	.	.	.
860513	1.56	1.93	43.0	40.0	0.7	41.0	.	30.10	1.76	279.9	.	209.8	209.8	17.2	17.2
860513	2.05	2.08	41.0	31.0	.	.	1.27	.	.	302.6	30.6	.	.	.	.
860513	2.14	2.23	39.0	25.0	.	.	0.97	.	.	324.2	31.2	.	.	.	.
860513	2.27	2.45	38.0	12.0	.	.	0.46	.	.	354.2	31.7	.	.	.	.
860513	2.36	2.60	38.0	16.0	0.6	25.0	.	22.80	0.95	374.7	32.3	273.3	273.3	20.5	20.5
860513	2.45	2.75	37.0	17.0	.	.	0.59	.	.	395.0	33.0	.	.	.	.
860513	3.05	3.08	36.0	17.0	.	.	0.61	.	.	438.8	33.0	.	.	.	.
860513	3.15	3.25	36.0	9.0	0.6	18.0	.	21.60	0.65	460.4	33.6	325.2	325.2	22.4	22.4
860513	3.25	3.42	35.5	9.0	.	.	0.32	.	.	481.8	33.6	.	.	.	.

7

Sted : Søren Jaabæksgate

Dato	Kl.	Kl. des.	Konsentrasjoner			Masseransp.			Transporterte mengder						
			Vannf. 1/s	SS mg/l	GLSS mg/l	TOT-P mg/l	KOF g/s	SS g/s	GLSS g/s	TOT-P mg/s	KOF g/s	VANNF. kbm/s	SS kg	GLSS kg	TOT-P g
860527	21.21	21.35	38.0	.	.	.	.	.	.	.	0.0	.	.	.	.
860527	21.32	21.53	48.0	.	.	.	.	.	.	.	28.4	.	.	.	.
860527	21.39	21.65	105.0	766.0	310.5	6.5	547.5	80.43	32.60	687.75	57.49	0.0	0.0	0.0	0.0
860527	21.44	21.73	102.0	660.5	336.0	5.0	479.0	67.37	34.27	510.00	48.86	22.2	10.0	179.7	16.0
860527	21.48	21.80	97.0	551.5	325.0	3.6	398.5	53.50	31.52	349.20	38.65	36.7	17.9	282.8	26.5
860527	21.51	21.85	96.0	377.5	208.5	2.5	284.5	36.24	20.02	240.00	27.31	44.8	22.6	335.8	32.4
860527	21.55	21.92	94.0	339.5	177.0	2.3	214.0	31.91	16.64	216.20	20.12	52.9	27.0	390.5	38.1
860527	22.04	22.07	84.0	.	.	.	.	.	.	.	.	203.7	.	.	.
860527	22.09	22.15	84.0	.	.	.	.	.	.	.	.	228.9	.	.	.
860527	22.28	22.47	81.0	.	.	.	.	.	.	.	.	322.9	.	.	.
860527	22.52	22.87	65.0	232.0	102.5	3.6	189.0	15.08	6.66	237.25	12.28	133.3	66.8	1165.9	93.5
860527	23.40	23.67	43.0	110.5	25.0	2.9	140.0	4.75	1.07	124.70	6.02	161.8	77.9	1687.1	119.8

Sted : Søren Jaabæksgate

Dato	Kl.	Kl. des.	K o n s e n t r a s j o n e r			M a s s e t r a n s p .			T r a n s p o r t e r t e m e n g d e r			KOF kg				
			Vannf. l/s	SS mg/l	GLSS mg/l	TOT-P mg/l	KOF g/s	SS g/s	GLSS g/s	TOT-P mg/s	KOF g/s		VANNF. kbm/s	SS kg	GLSS kg	TOT-P g
860617	10.15	10.25	40.0	248.0	43.0	5.1	307.0	9.9	1.7	204.0	12.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
860617	11.17	11.28	40.0	162.0	36.0	4.2	252.0	6.5	1.4	168.0	10.1	148.8	30.5	5.9	691.9	41.6
860617	12.17	12.28	40.0	142.0	39.0	4.5	387.0	5.7	1.6	180.0	15.5	292.8	52.4	11.3	1318.3	87.6
860617	13.16	13.27	38.0	111.0	24.0	3.6	169.0	4.2	0.9	136.8	6.4	430.9	69.9	15.7	1879.1	126.4
860617	14.25	14.42	36.0	152.0	42.0	4.8	217.0	5.5	1.5	172.8	7.8	584.0	90.0	20.7	2519.9	155.8
860617	15.28	15.47	36.0	143.0	46.0	3.6	144.0	5.1	1.7	129.6	5.2	720.1	110.0	26.7	3091.5	180.4
860617	16.40	16.67	35.0	185.0	37.0	4.2	216.0	6.5	1.3	147.0	7.6	873.5	135.1	33.0	3688.9	207.9
860617	17.48	17.80	35.0	152.0	33.0	4.6	241.0	5.3	1.2	161.0	8.4	1016.3	159.2	38.0	4317.2	240.5
860617	18.51	18.85	36.0	156.0	23.0	3.9	167.0	5.6	0.8	140.4	6.0	1150.5	179.9	41.8	4886.9	267.9
860617	19.54	19.90	35.0	162.0	22.0	3.6	178.0	5.7	0.8	126.0	6.2	1284.7	201.2	44.8	5390.4	291.0
860617	21.01	21.02	28.0	118.0	29.0	4.6	153.0	3.3	0.8	128.8	4.3	1411.3	219.2	48.0	5902.5	312.1
860617	22.10	22.17	31.0	157.0	23.0	4.6	189.0	4.9	0.7	142.6	5.9	1533.4	236.2	51.1	6464.3	333.1
860617	23.18	23.30	34.0	81.0	12.0	3.6	101.0	2.8	0.4	122.4	3.4	1666.0	251.7	53.4	7004.9	352.1
860618	1.59	25.98	23.0	44.0	4.0	1.2	57.0	1.0	0.1	27.6	1.3	1941.3	269.9	55.8	7729.4	375.0
*860618	4.00	28.00	22.5	50.0	.	1.2	60.0	1.1	.	27.0	1.3	2106.5	277.7	.	7927.6	384.7
860618	5.26	29.43	22.0	.	.	.	.	.	.	2221.3	.	.	.	.	.	.
860618	6.57	30.95	28.0	195.0	26.0	5.7	273.0	5.5	0.7	159.6	7.6	2357.8	312.6	63.2	8918.5	432.4
860618	8.03	32.05	34.0	200.0	31.0	6.3	214.0	6.8	1.1	214.2	7.3	2480.6	336.9	66.7	9658.6	462.0
860618	9.01	33.02	38.0	193.0	25.0	6.0	267.0	7.3	0.9	228.0	10.1	2605.8	361.5	70.2	10428.0	492.3
860618	9.59	33.98	38.5	152.0	18.0	6.3	312.0	5.9	0.7	242.5	12.0	2739.0	384.4	73.0	11246.8	530.8
860618	10.56	34.93	40.0	178.0	22.0	4.2	239.0	7.1	0.9	168.0	9.6	2873.2	406.6	75.7	11948.8	567.7
860618	11.56	35.93	40.0	157.0	29.0	3.9	194.0	6.3	1.2	156.0	7.8	3017.2	430.7	79.4	12532.0	598.9
860618	12.54	36.90	35.0	126.0	18.0	3.6	223.0	4.4	0.6	126.0	7.8	3147.7	449.3	82.5	13022.7	626.0

\* Simulert tilleggsverdi.

## Sted : Søren Jaabæksgate

Dato	Kl.	Kl. des.	K o n s e n t r a s j o n e r			M a s s e t r a n s p .			T r a n s p o r t e r t e			m e n g d e r				
			Vannf. l/s	SS mg/l	GLSS mg/l	TOT-P mg/l	KOF g/s	SS g/s	GLSS g/s	TOT-P mg/s	KOF g/s	VANNF. kbn/s	SS kg	GLSS kg	TOT-P g	KOF kg
860702	10.57	10.95	36.0	163.0	46.0	4.2	242.0	5.9	1.7	151.2	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
860702	11.49	11.82	35.5	150.0	34.0	4.1	217.0	5.3	1.2	145.6	7.7	111.5	17.5	4.5	462.9	25.6
860702	12.46	12.77	35.0	102.0	26.0	3.2	152.0	3.6	0.9	112.0	5.3	232.1	32.7	8.1	903.3	47.9
860702	13.48	13.80	35.0	78.0	20.0	2.7	132.0	2.7	0.7	94.5	4.6	362.3	44.4	11.1	1287.4	66.4
860702	14.48	14.80	33.5	110.0	44.0	2.8	154.0	3.7	1.5	93.8	5.2	485.6	55.9	15.0	1626.4	84.0
860702	15.45	15.75	36.0	87.0	15.0	2.3	95.0	3.1	0.5	82.8	3.4	604.4	67.6	18.4	1928.4	98.6
860702	16.42	16.70	33.5	111.0	31.5	2.9	148.5	3.7	1.1	97.1	5.0	723.3	79.3	21.2	2236.1	113.0
860702	17.41	17.68	34.0	114.0	26.0	3.9	194.0	3.9	0.9	134.3	6.6	842.8	92.8	24.6	2645.7	133.5
860702	18.39	18.65	33.5	118.0	17.0	3.8	184.0	4.0	0.6	129.0	6.2	960.2	106.4	27.1	3103.8	155.7
860702	19.33	19.55	36.0	108.0	16.5	4.0	185.0	3.9	0.6	145.8	6.7	1072.8	119.1	29.0	3549.0	176.5
860702	20.28	20.47	34.0	93.5	11.5	3.3	168.0	3.2	0.4	112.2	5.7	1188.3	130.7	30.6	3974.7	196.9
860702	21.25	21.42	36.0	80.0	7.0	3.3	156.5	2.9	0.3	118.8	5.6	1308.0	141.1	31.7	4369.7	216.3
860702	22.27	22.45	30.5	63.5	7.0	2.5	125.0	1.9	0.2	77.8	3.8	1431.7	150.1	32.6	4735.3	233.8
860702	23.30	23.50	33.0	82.0	9.0	3.0	123.0	2.7	0.3	99.0	4.1	1551.7	158.8	33.6	5069.4	248.7
860703	36.24	36.60	30.5	56.0	4.0	2.3	104.5	1.7	0.1	70.1	3.2	1677.4	167.6	35.2	5404.3	263.1
860703	1.49	25.82	25.0	32.5	4.0	1.8	70.0	0.8	0.1	45.0	1.7	1799.0	173.1	35.2	5656.5	273.9
860703	3.08	27.13	23.0	42.0	7.5	1.4	53.0	1.0	0.2	32.2	1.2	1912.7	177.3	35.9	5839.5	280.9
860703	4.33	28.55	21.5	19.5	3.5	0.9	135.5	0.4	0.1	19.3	2.9	2026.2	180.8	36.5	5970.9	291.4
860703	6.00	30.00	23.0	23.5	3.0	1.2	73.0	0.5	0.1	27.6	1.7	2142.4	183.3	36.9	6093.5	303.4
860703	7.18	31.30	28.0	53.0	10.0	2.6	57.5	1.5	0.3	74.2	1.6	2261.7	188.1	37.7	6331.7	311.1
860703	8.18	32.30	36.0	104.0	8.0	4.2	126.0	3.7	0.3	151.2	4.5	2376.9	197.5	38.7	6737.4	322.2
860703	9.10	33.17	39.0	94.0	14.0	4.2	230.0	3.7	0.5	163.8	9.0	2493.9	209.0	40.0	7228.8	343.3
860703	10.04	34.07	39.0	136.5	66.0	4.6	185.5	5.3	2.6	179.4	7.2	2620.3	223.6	45.1	7784.8	369.5
860703	11.01	35.02	31.0	144.5	35.0	3.9	275.5	4.5	1.1	120.9	8.5	2740.0	240.4	51.3	8298.3	396.5

## Sted : Søren Jaabæksgate

Dato	Kl.	Kl. des.	Konsentrasjoner			Massetransp.			Transporterte mengder							
			Vannf. 1/s	SS mg/l	GLSS mg/l	TOT-P mg/l	KOF g/s	SS g/s	GLSS g/s	TOT-P mg/s	KOF g/s	VANNF. kbm/s	SS kg	GLSS kg	TOT-P g	KOF kg
860706	17.00	17.00	30.0	.	.	.	.	.	.	.	0.0	.	.	.	.	.
860706	17.10	17.17	30.5	.	.	.	.	.	.	.	18.1	.	.	.	.	.
860706	17.15	17.25	36.0	.	.	.	.	.	.	.	28.1	.	.	.	.	.
860706	17.21	17.35	79.0	.	.	.	.	.	.	.	48.8	.	.	.	.	.
860706	17.25	17.42	81.0	880.0	328.0	8.1	852.5	71.28	26.57	660.15	69.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
860706	17.28	17.47	158.0	1421.0	674.0	10.8	1181.5	224.52	106.49	1706.40	186.68	26.6	12.0	213.0	23.0	23.0
860706	17.31	17.52	168.0	1457.5	736.0	6.8	701.0	244.86	123.65	1142.40	117.77	68.9	32.7	469.4	50.4	50.4
860706	17.33	17.55	163.0	1232.0	772.5	4.6	546.5	200.82	125.92	757.95	89.08	95.6	47.7	583.4	62.8	62.8
860706	17.35	17.58	153.0	952.0	639.5	3.8	491.5	145.66	97.84	581.40	75.20	116.4	61.1	663.8	72.7	72.7
860706	17.38	17.63	133.0	825.5	527.0	3.3	403.5	109.79	70.09	438.90	53.67	139.4	76.2	755.6	84.3	84.3
860706	17.41	17.68	120.0	736.0	440.5	3.1	384.5	88.32	52.86	372.00	46.14	157.2	87.3	828.6	93.3	93.3
860706	17.44	17.73	107.0	706.5	394.0	3.4	496.5	75.60	42.16	363.80	53.13	172.0	95.8	894.8	102.2	102.2
860706	17.48	17.80	89.0	503.0	307.0	2.5	351.0	44.77	27.32	222.50	31.24	186.4	104.2	965.1	112.3	112.3
860706	17.52	17.87	71.0	556.5	303.5	3.4	364.0	39.51	21.55	244.95	25.84	196.5	110.0	1021.2	119.2	119.2
860706	17.58	17.97	56.0	460.5	239.0	3.5	417.5	25.79	13.38	198.80	23.38	208.3	116.3	1101.1	128.0	128.0
860706	18.04	18.07	46.0	389.0	216.0	2.8	330.0	17.89	9.94	128.80	15.18	216.1	120.5	1160.1	135.0	135.0
860706	18.13	18.22	46.0	205.0	107.0	2.0	218.0	9.43	4.92	92.00	10.03	223.5	124.5	1219.7	141.8	141.8
860706	18.21	18.35	76.0	407.5	145.5	2.7	331.0	30.97	11.06	205.20	25.16	233.2	128.4	1291.0	150.2	150.2
860706	18.25	18.42	140.0	486.0	287.0	2.6	320.0	68.04	40.18	364.00	44.80	245.1	134.5	1359.3	158.6	158.6
860706	18.27	18.45	127.0	487.0	356.0	2.1	314.0	61.85	45.21	266.70	39.88	252.9	139.6	1397.2	163.7	163.7
860706	18.29	18.48	114.0	488.5	347.0	2.2	289.0	55.69	39.56	250.80	32.95	421.1	144.7	1428.2	168.1	168.1
860706	18.33	18.55	92.0	356.0	250.0	1.8	266.0	32.75	23.00	165.60	24.47	270.6	152.2	1478.2	175.0	175.0
860706	18.38	18.63	76.0	362.0	196.0	2.2	250.0	27.51	14.90	167.20	19.00	279.6	157.9	1528.1	181.5	181.5
860706	18.44	18.73	55.0	293.0	155.0	1.7	212.0	16.12	8.53	93.50	11.66	287.4	162.1	1575.0	187.0	187.0
860706	18.50	18.83	46.0	160.0	76.0	1.8	161.0	7.36	3.50	82.80	7.41	291.7	164.3	1606.8	190.4	190.4
860706	19.08	19.13	36.0	119.0	36.0	2.1	126.0	4.28	1.30	75.60	4.54	298.0	166.9	1692.3	196.9	196.9

## Sted : Søren Jaabæksgate

Dato	Kl.	Kl. des.	K o n s e n t r a s j o n e r				M a s s e t r a n s p .				T r a n s p o r t e r t e m e n g d e r			KOF kg					
			Vannf. l/s	SS mg/l	GLSS mg/l	TOT-P mg/l	KOF g/s	SS g/s	GLSS g/s	TOT-P mg/s	KOF g/s	VANNF. kbn/s	SS kg		GLSS kg	TOT-P g			
860729	12.15	12.25	34.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.0	.	.	.	.
860729	12.27	12.45	34.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24.5	.	.	.	.
860729	12.33	12.55	56.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	40.7	.	.	.	.
860729	12.38	12.63	48.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	56.3	.	.	.	.
860729	12.42	12.70	147.0	1193.5	368.5	4.9	803.0	175.44	54.17	720.30	118.04	.	.	0.0	79.7	0.0	0.0	0.0	0.0
860729	12.45	12.75	163.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	107.6	.	.	.	.
860729	12.46	12.77	160.0	989.0	458.0	7.3	831.0	158.24	73.28	1168.00	132.96	.	.	40.0	15.3	226.6	30.1	30.1	
860729	12.50	12.83	140.0	1110.0	469.0	4.1	701.5	155.40	65.66	581.00	98.21	.	.	77.7	32.0	436.5	57.9	57.9	
860729	12.55	12.92	117.0	453.0	207.0	1.9	329.0	53.00	24.22	222.30	38.49	.	.	108.9	45.4	557.0	78.4	78.4	
860729	13.01	13.02	97.0	753.0	233.0	4.2	627.0	73.04	22.60	407.40	60.82	.	.	131.6	53.9	670.3	96.2	96.2	
860729	13.08	13.13	100.0	520.0	236.0	2.8	400.0	52.00	23.60	280.00	40.00	.	.	157.9	63.6	814.7	117.4	117.4	
860729	13.12	13.20	108.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	296.7	.	.	.	.
860729	13.14	13.23	107.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	309.6	.	.	.	.
860729	13.28	13.47	61.0	703.0	124.5	2.1	302.0	42.88	7.59	128.10	18.42	.	.	214.8	82.3	1059.5	152.5	152.5	
860729	13.33	13.55	56.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	397.7	.	.	.	.
860729	13.40	13.67	56.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	421.2	.	.	.	.
860729	13.48	13.80	84.0	416.0	112.0	1.8	220.0	34.94	9.41	151.20	18.48	.	.	261.5	92.5	1227.1	174.6	174.6	
860729	13.52	13.87	163.0	508.0	134.0	1.6	235.0	82.80	21.84	260.80	38.30	.	.	275.6	96.2	1276.6	181.4	181.4	
860729	13.57	13.95	186.0	311.0	196.0	1.6	259.0	57.85	36.46	297.60	48.17	.	.	296.7	105.0	1360.3	194.4	194.4	
860729	13.58	13.97	192.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	548.1	.	.	.	.
860729	14.00	14.00	188.0	339.0	208.0	1.9	324.0	63.73	39.10	357.20	60.91	.	.	307.7	111.8	1419.2	204.2	204.2	
860729	14.03	14.05	183.0	318.0	227.0	1.7	261.0	58.19	41.54	311.10	47.76	.	.	318.7	119.0	1479.4	214.0	214.0	
860729	14.07	14.12	189.0	270.0	186.0	1.8	215.0	44.01	30.32	293.40	35.04	.	.	358.5	147.1	1715.1	246.3	246.3	
860729	14.16	14.27	163.0	241.0	163.0	1.6	222.0	28.20	19.07	187.20	25.97	.	.	386.7	166.3	1902.6	270.1	270.1	
860729	14.21	14.35	158.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	792.1	.	.	.	.
860729	14.29	14.48	117.0	241.0	163.0	1.6	222.0	28.20	19.07	187.20	25.97	.	.	858.1	166.3	1902.6	270.1	270.1	
860729	14.32	14.53	117.0	225.0	131.0	1.3	199.0	38.92	22.66	224.90	34.43	.	.	879.2	166.3	1902.6	270.1	270.1	
860729	14.36	14.60	173.0	225.0	131.0	1.3	199.0	38.92	22.66	224.90	34.43	.	.	914.0	175.1	1989.1	282.8	282.8	
860729	14.37	14.62	193.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	925.0	.	.	.	.	.
860729	14.42	14.70	206.0	338.0	76.0	1.8	166.0	69.63	15.66	370.80	34.20	.	.	984.8	182.0	2096.3	295.1	295.1	
860729	14.48	14.80	183.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1054.9	.	.	.	.	.
860729	15.00	15.00	182.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1186.3	.	.	.	.	.
860729	15.05	15.08	168.0	225.0	179.0	0.9	113.0	37.80	30.07	151.20	18.98	.	.	1238.8	213.6	2456.5	331.8	331.8	
860729	15.15	15.25	110.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1322.2	.	.	.	.	.
860729	15.30	15.50	70.0	133.0	8.0	1.9	166.0	9.31	0.56	133.00	11.62	.	.	529.8	236.5	2669.7	354.8	354.8	

## Sted : Søren Jaabæksgate

Dato	Kl.	Kl. des.	K o n s e n t r a s j o n e r			M a s s e t r a n s p .			T r a n s p o r t e r t e m e n g d e r			KOF kg				
			Vannf. l/s	SS mg/l	GLSS mg/l	TOT-P mg/l	KOF g/s	SS g/s	GLSS g/s	TOT-P mg/s	KOF g/s		VANNF. kbm/s	SS kg	GLSS kg	TOT-P g
860806	10.30	10.50	36.0	164.0	.	2.9	165.0	5.9	104.4	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
860806	11.32	11.53	39.0	171.0	.	2.6	197.0	6.7	101.4	7.7	139.5	23.4	382.8	25.3	382.8	25.3
860806	12.39	12.65	34.5	92.0	.	2.4	210.0	3.2	82.8	7.2	287.2	43.2	753.0	55.3	753.0	55.3
860806	13.50	13.83	34.0	134.0	.	1.8	159.0	4.6	61.2	5.4	433.1	59.6	1059.7	82.3	1059.7	82.3
860806	15.03	15.05	31.0	102.0	.	1.9	112.0	3.2	58.9	3.5	575.5	76.5	1322.8	101.7	1322.8	101.7
860806	16.21	16.35	31.5	127.0	.	2.1	184.0	4.0	66.2	5.8	721.7	93.3	1615.4	123.4	1615.4	123.4
860806	17.37	17.62	35.0	.	.	.	.	.	.	.	873.4	.	.	.	.	.
860806	18.45	18.75	35.0	184.0	.	2.8	220.0	6.4	98.0	7.7	1016.2	138.4	2324.5	181.7	2324.5	181.7
860806	19.53	19.88	35.0	265.0	.	2.2	196.0	9.3	78.8	6.9	1159.0	170.5	2685.1	211.4	2685.1	211.4
860806	21.03	21.05	30.0	.	.	1.7	137.0	4.8	52.7	4.2	1401.6	224.6	3189.9	254.1	3189.9	254.1
860806	23.29	23.48	31.0	156.0	.	.	.	.	.	.	1565.3	.	.	.	.	.
860807	.47	24.78	25.0	196.0	.	2.4	188.0	4.9	60.0	4.7	1696.3	273.1	3751.1	298.6	3751.1	298.6
860807	2.21	26.35	23.0	110.0	.	1.6	135.0	2.5	36.8	3.1	1831.7	294.1	4024.1	320.6	4024.1	320.6
860807	3.59	27.98	22.0	208.0	.	1.7	119.0	4.6	37.4	2.6	1964.0	315.0	4242.2	337.5	4242.2	337.5
860807	5.39	29.65	23.0	80.0	.	1.9	116.0	1.8	44.8	2.7	2099.0	334.2	4489.0	353.3	4489.0	353.3
860807	7.03	31.05	28.0	44.0	.	1.0	63.0	1.2	28.0	1.8	2227.5	342.0	4672.6	364.5	4672.6	364.5
860807	8.36	32.60	31.0	.	.	.	.	.	.	.	2392.1	.	.	.	.	.
860807	9.43	33.72	31.5	179.0	.	3.6	247.0	5.6	113.4	7.8	2517.7	374.9	5351.3	410.3	5351.3	410.3
860807	10.30	34.50	36.0	164.0	.	3.8	222.0	5.9	136.8	8.0	2612.9	391.2	5704.1	432.5	5704.1	432.5
860807	11.00	35.00	38.0	.	.	.	.	.	.	.	2679.5	.	.	.	.	.
860807	11.32	35.53	39.0	216.0	.	2.6	244.0	8.4	101.4	9.5	2753.4	417.9	6147.1	465.1	6147.1	465.1
860807	12.00	36.00	38.0	111.0	.	2.2	182.0	4.2	83.6	6.9	2818.1	428.5	6302.5	478.9	6302.5	478.9
860807	12.30	36.50	40.0	122.0	.	2.1	166.0	4.9	84.0	6.6	2888.3	436.7	6453.3	491.1	6453.3	491.1
860807	13.00	37.00	38.0	77.0	.	2.1	163.0	2.9	79.8	6.2	2958.5	443.7	6600.8	502.7	6600.8	502.7

Sted : Søren Jaabæksgate

Dato	Kl.	Kl. des.	Konsentrasjoner			Massetransp.			Transporterte mengder			KOF kg						
			Vannf. 1/s	SS mg/l	GLSS mg/l	TOT-P mg/l	KOF g/s	SS g/s	GLSS g/s	TOT-P mg/s	KOF g/s		VANNF. kbm/s	SS kg	GLSS kg	TOT-P g		
860815	22.00	22.00	30.5	.	.	.	.	.	.	.	0.0	.	.	.	.	.	.	.
860815	22.06	22.10	30.5	.	.	.	.	.	.	.	11.0	.	.	.	.	.	.	.
860815	22.18	22.30	43.0	.	.	.	.	.	.	.	37.4	.	.	.	.	.	.	.
860815	22.24	22.40	107.0	.	.	.	.	.	.	.	64.4	.	.	.	.	.	.	.
860815	22.29	22.48	107.0	1026.0	7.4	567.0	109.8	791.8	60.7	96.5	0.0	.	.	0.0	.	.	0.0	0.0
860815	22.35	22.58	92.0	609.0	3.2	296.0	56.0	294.4	27.2	132.4	29.8	.	.	195.5	.	.	15.8	15.8
860815	22.42	22.70	74.0	.	.	.	.	.	.	.	167.2	.	.	.	.	.	.	.
860815	22.49	22.82	56.0	.	.	.	.	.	.	.	194.5	.	.	.	.	.	.	.
860815	23.00	23.00	51.0	.	.	.	.	.	.	.	229.8	.	.	.	.	.	.	.
860815	23.16	23.27	84.0	184.0	1.6	118.0	15.5	134.4	9.9	294.6	117.8	.	.	722.9	.	.	61.5	61.5
860815	23.22	23.37	100.0	162.0	1.5	109.0	16.2	150.0	10.9	327.7	123.5	.	.	774.1	.	.	65.3	65.3
860815	23.27	23.45	122.0	242.0	1.5	134.0	29.5	183.0	16.3	361.0	130.3	.	.	824.1	.	.	69.3	69.3
860815	23.32	23.53	135.0	407.5	2.2	200.0	55.0	303.7	27.0	399.6	143.0	.	.	897.1	.	.	75.8	75.8
860815	23.36	23.60	127.0	350.5	1.7	232.0	44.5	222.3	29.5	431.0	155.0	.	.	960.2	.	.	82.6	82.6
860815	23.41	23.68	107.0	227.0	1.4	134.5	24.3	155.1	14.4	466.1	165.3	.	.	1016.8	.	.	89.2	89.2
860815	23.47	23.78	84.0	158.0	1.1	99.5	13.3	96.6	8.4	500.5	172.0	.	.	1062.1	.	.	93.3	93.3
860815	23.54	23.90	64.0	116.0	1.2	132.0	7.4	76.8	8.4	531.6	176.4	.	.	1098.6	.	.	96.8	96.8
860816	.03	24.05	51.0	83.0	1.0	708.0	4.2	51.0	36.1	562.6	179.5	.	.	1133.1	.	.	.	.
860816	.14	24.23	43.0	69.0	1.0	123.0	3.0	43.0	5.3	593.7	181.9	.	.	1164.1	.	.	.	.
860816	.27	24.45	36.0	.	.	.	.	.	.	624.5	.	.	.	.	.	.	.	.
860816	.40	24.67	36.0	53.0	1.4	79.0	1.9	50.4	2.8	652.6	185.7	.	.	1236.9	.	.	.	.
860816	.54	24.90	34.0	.	.	.	.	.	.	682.0	.	.	.	.	.	.	.	.
860816	1.24	25.40	31.0	67.0	1.5	101.0	2.1	46.5	3.1	740.5	191.0	.	.	1364.8	.	.	124.7	124.7
860816	2.15	26.25	31.0	67.0	2.1	129.0	2.1	65.1	4.0	835.3	197.3	.	.	1535.6	.	.	135.6	135.6

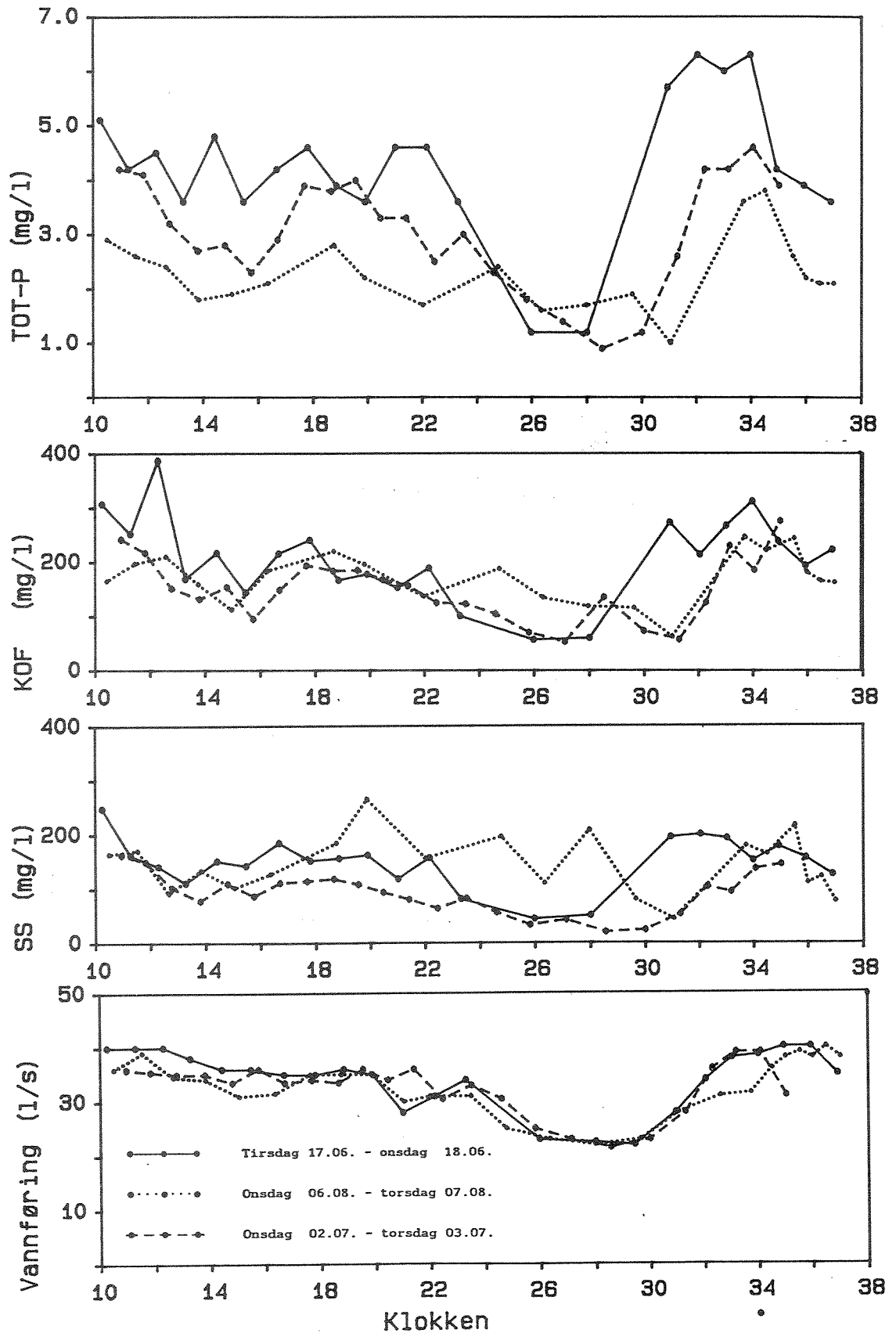


## APPENDIKS 2.

**GRAFISK FREMSTILLING; KONSENTRASJON, MASSETRANSPORT  
PR. SEKUND og AKKUMULERTE MASSER**

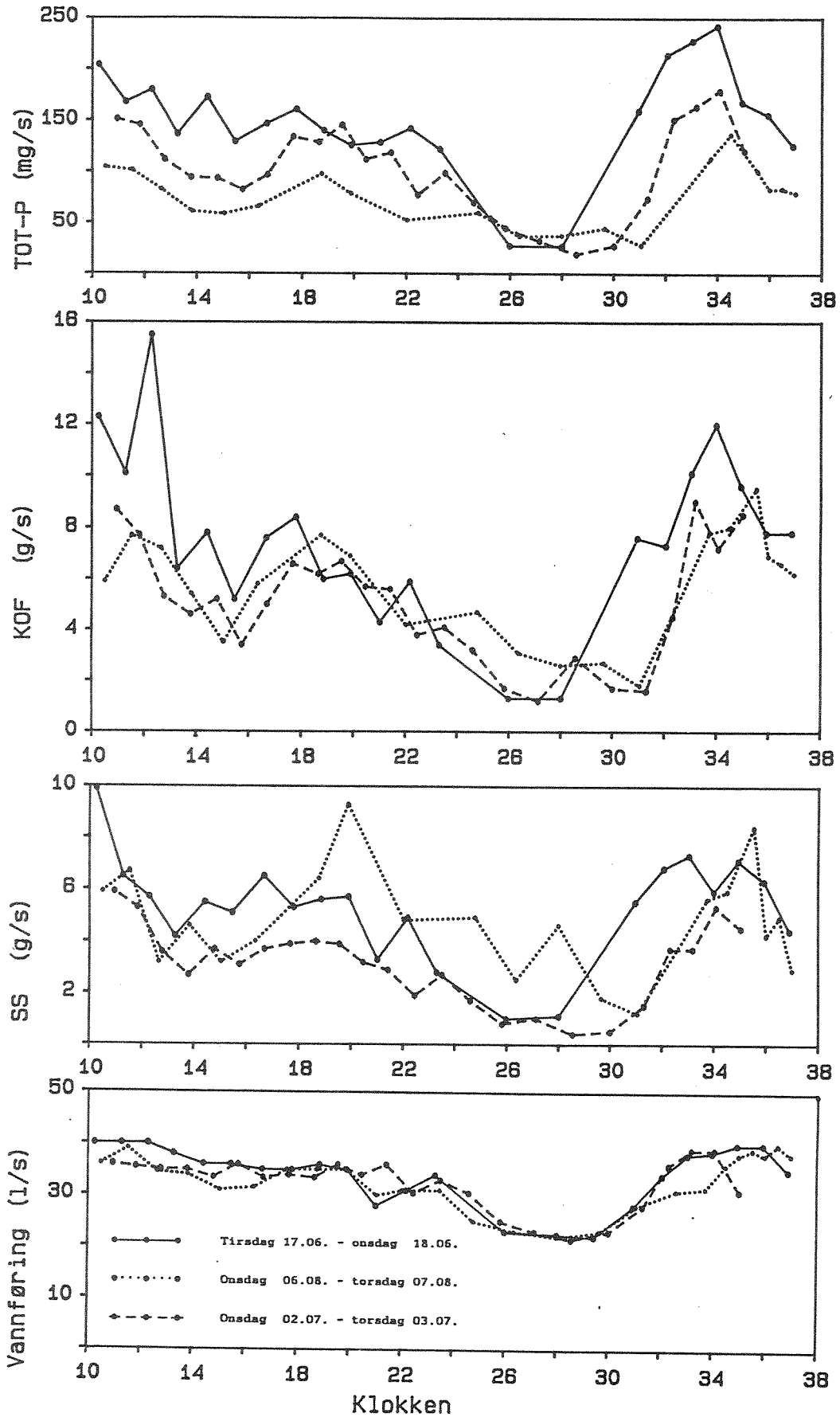
## Søren Jaabeksgate

Tørrvørsavrenning 860617/18, 860702/03, 860806/07



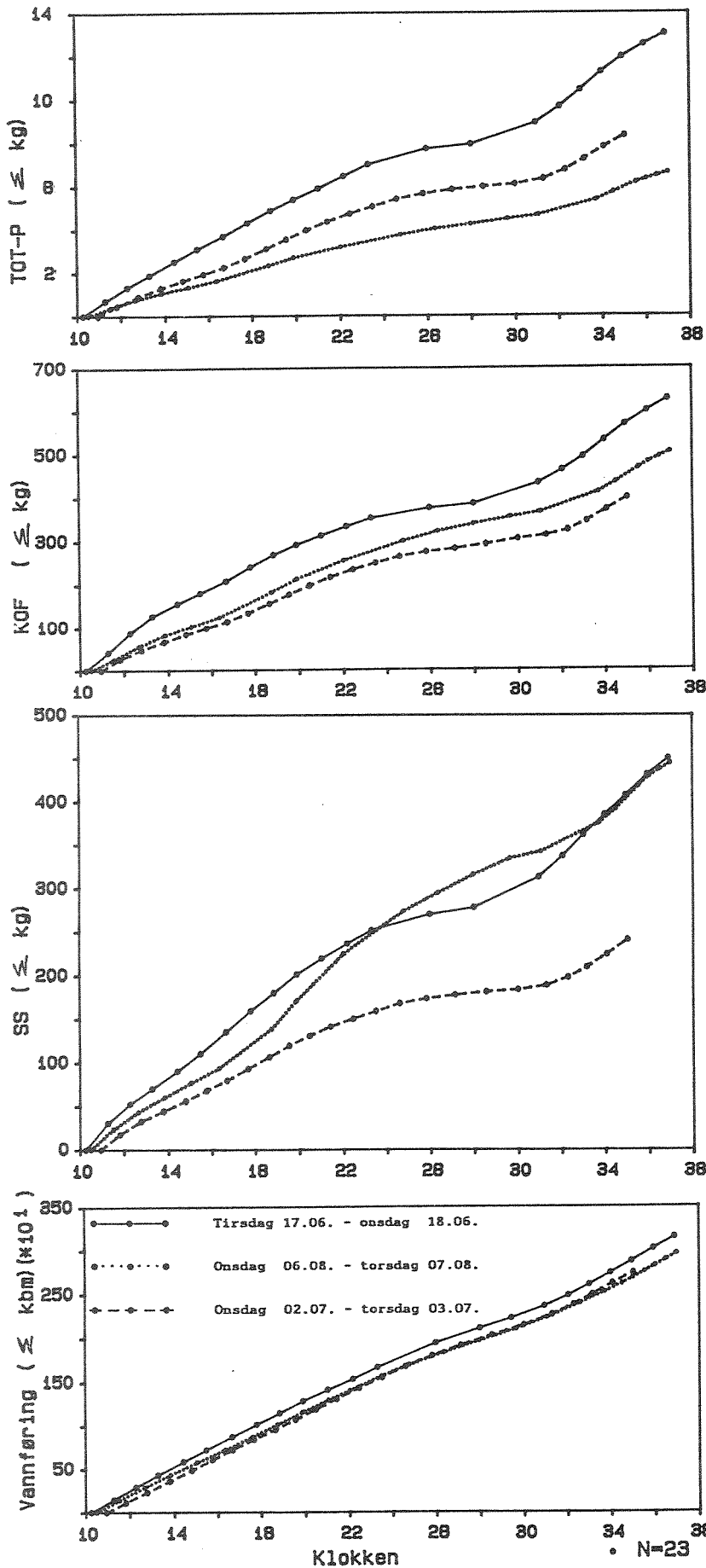
# Søren Jaabeksgate

Tørrvørsavrenning 860617/18, 860702/03, 860806/07



# Søren Jaabæksgate

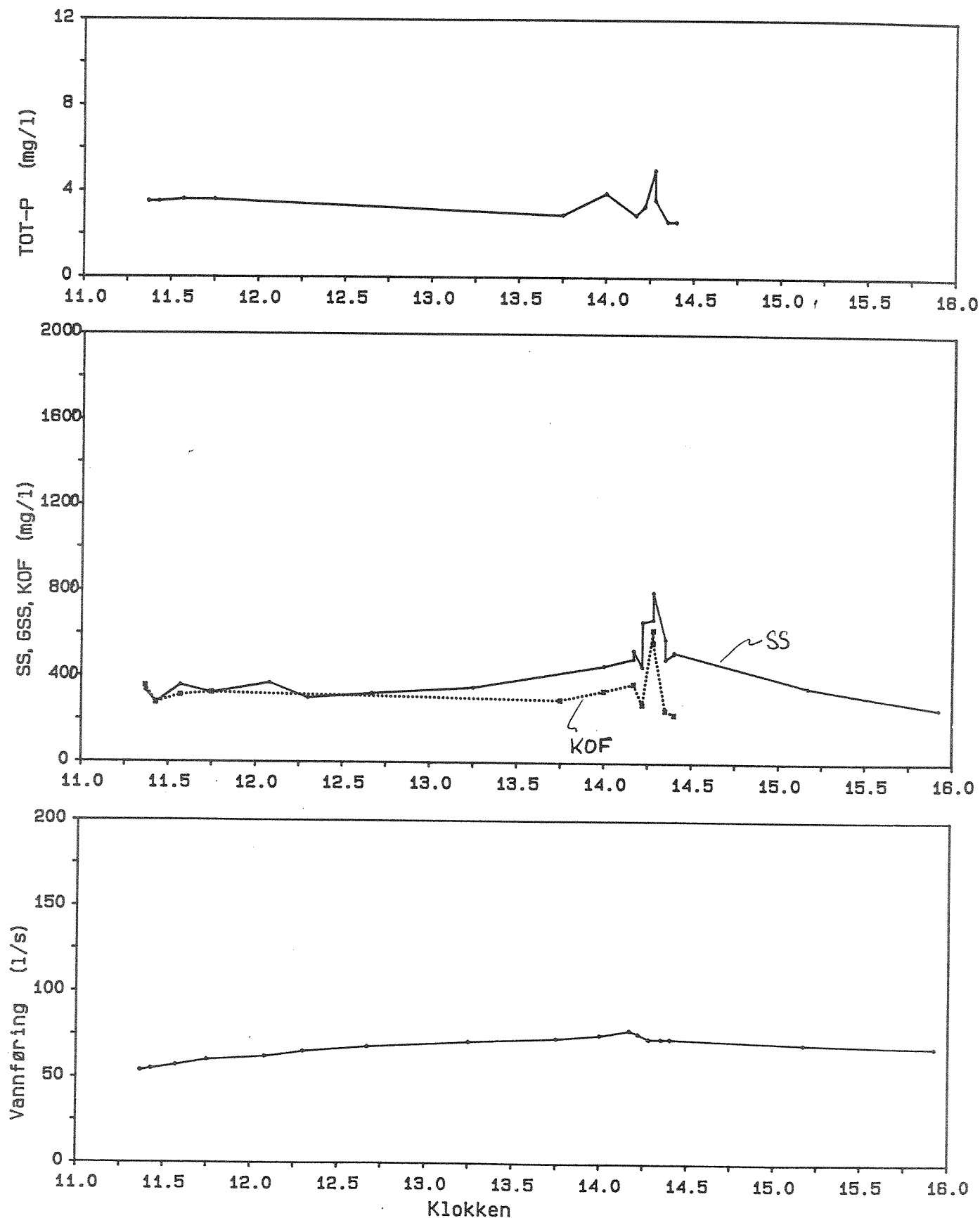
Tørrvarsavrenning 880817/18, 880702/03, 880808/07



NIVA: 1988-10-29

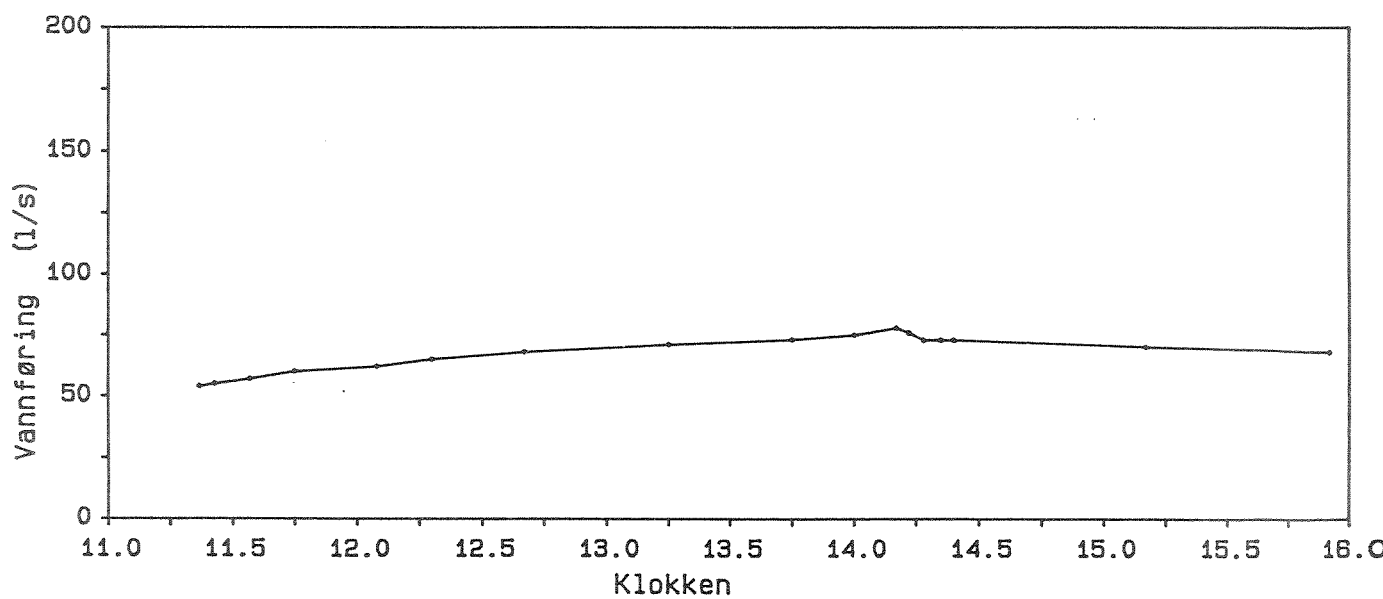
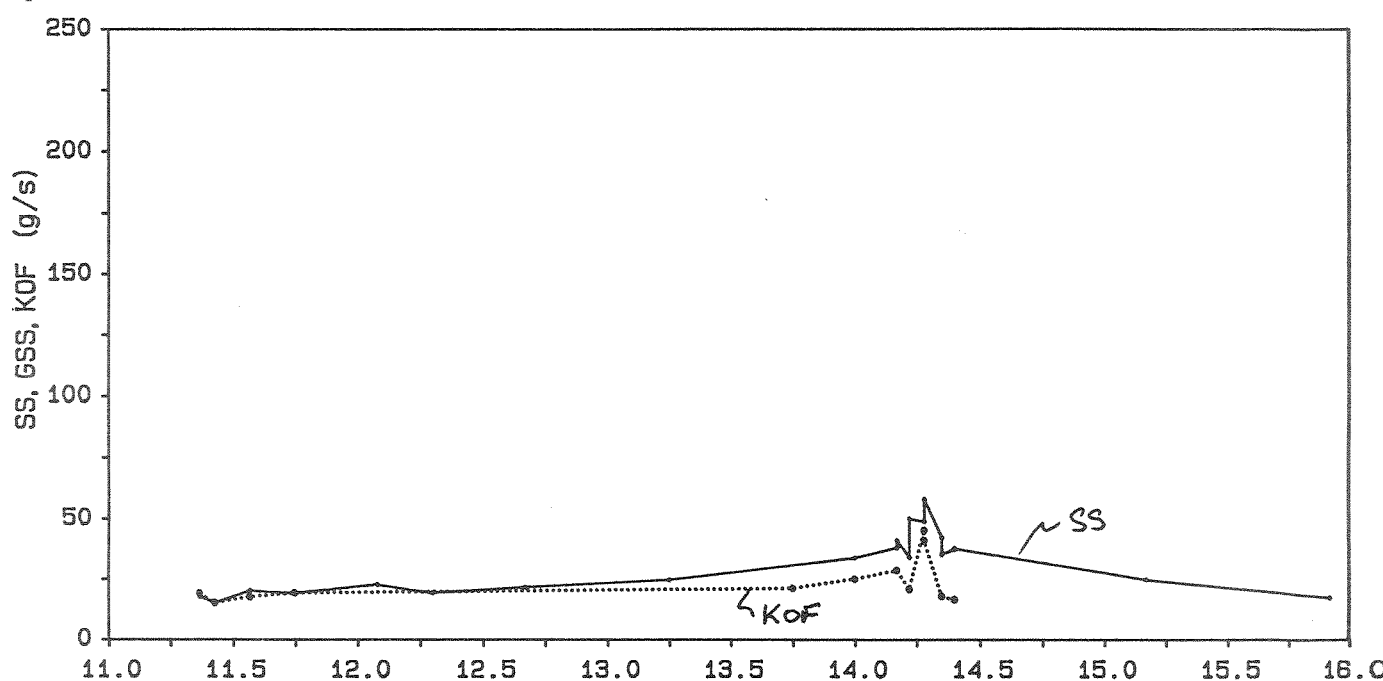
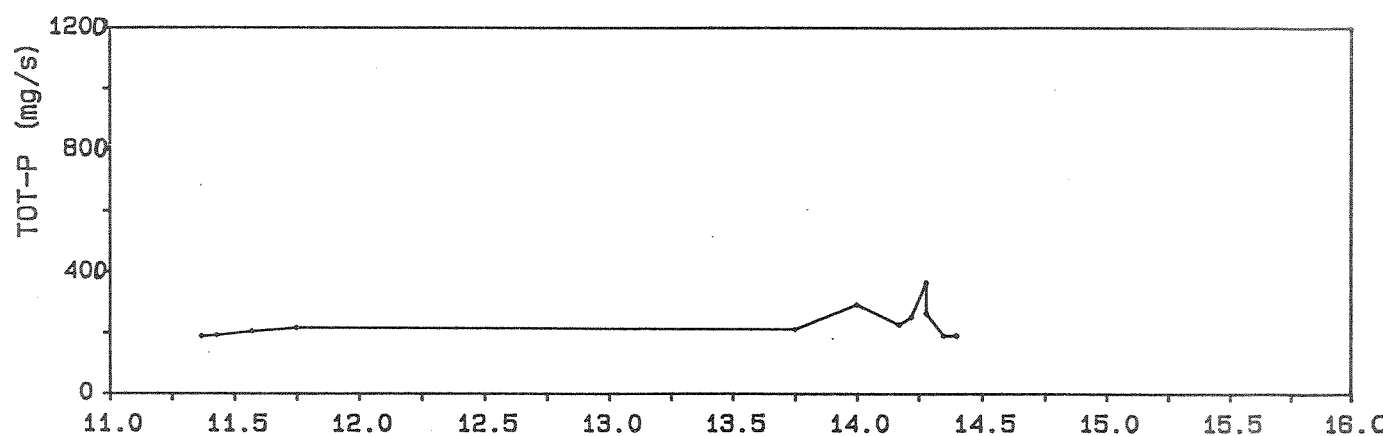
## Søren Jaabæksgate

Episode 860319



## Søren Jaabæksgate

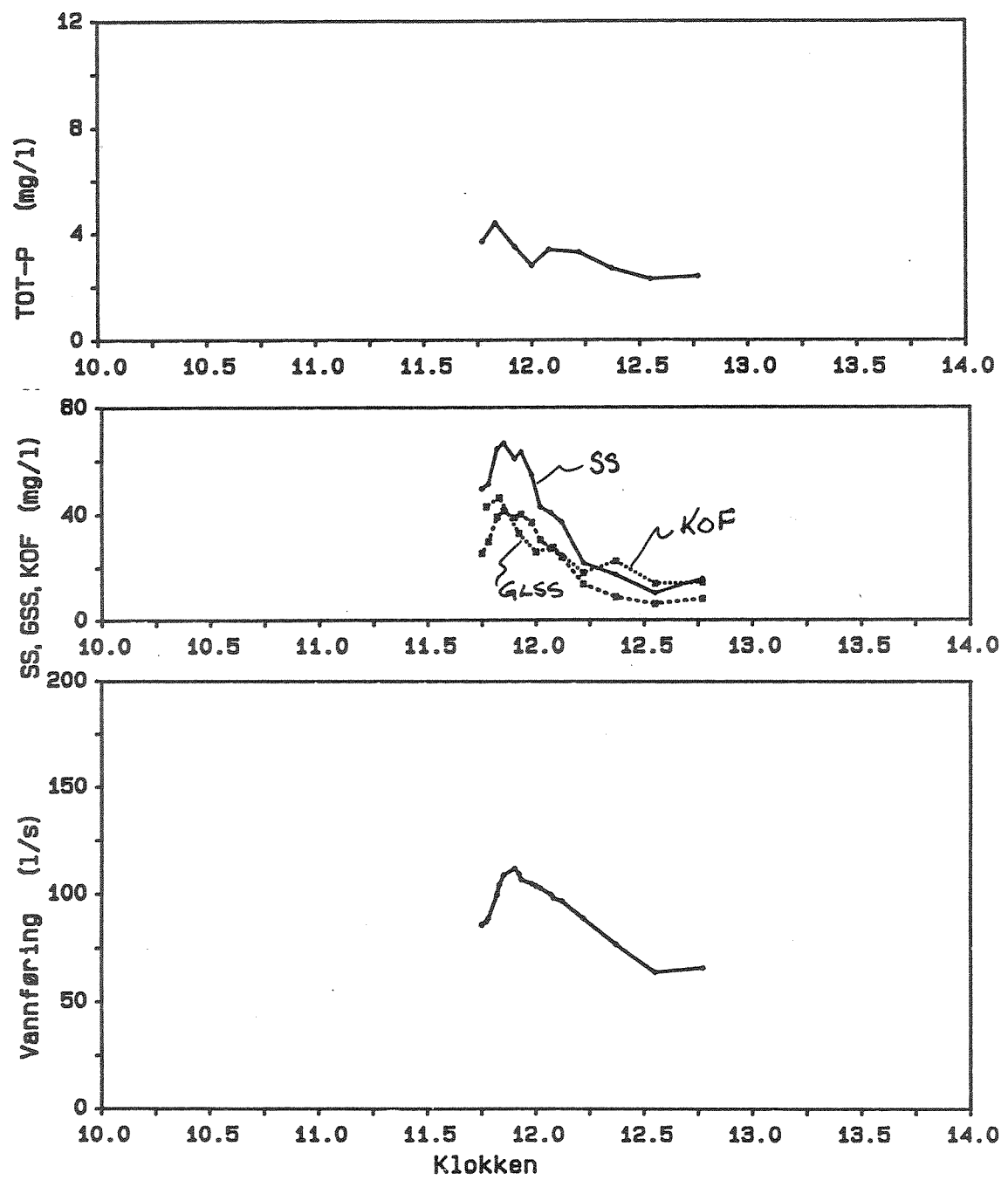
Episode 860319



NIVA: 1987-5 -29

# Søren Jaabæksgate

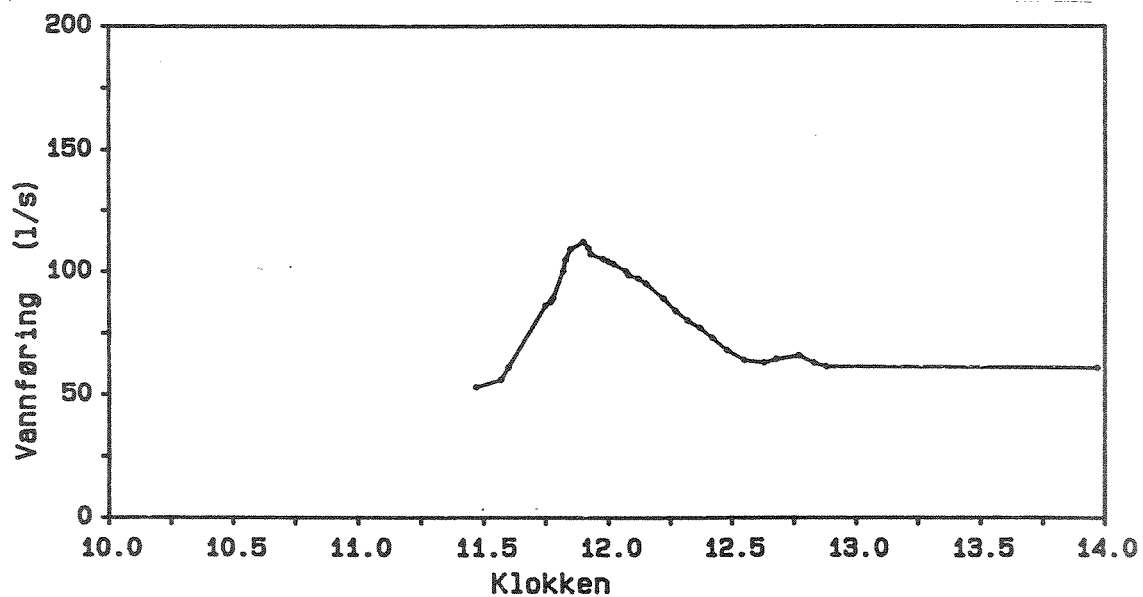
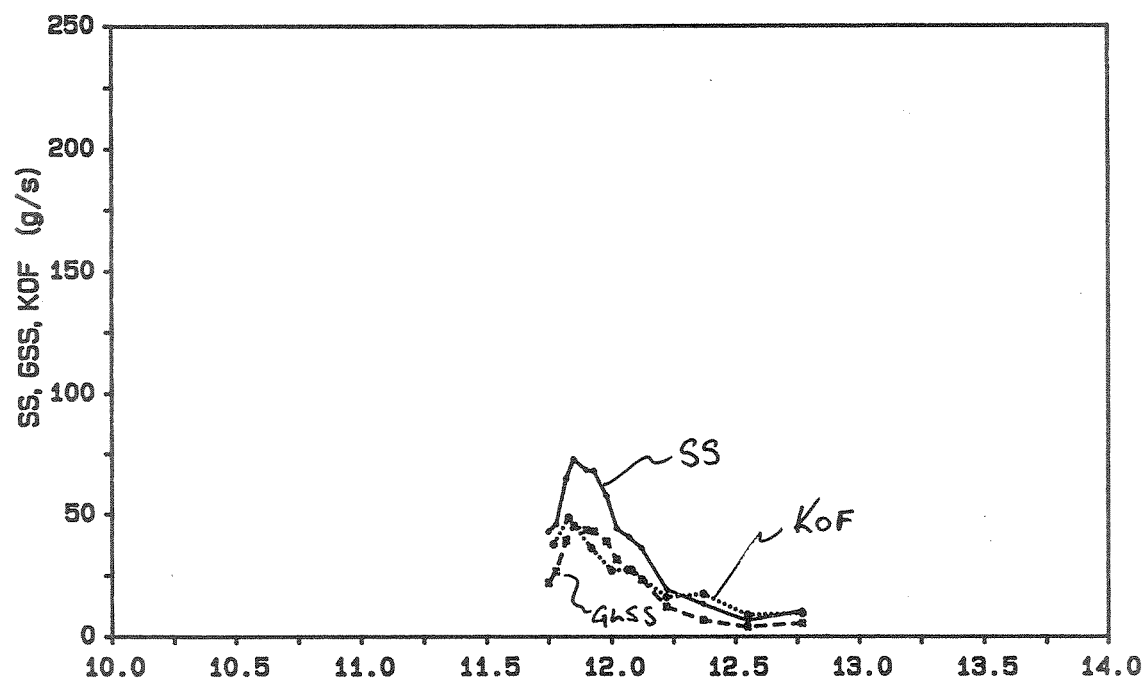
## Episode 860430



NIVA: 1998-11-3

# Søren Jaabæksgate

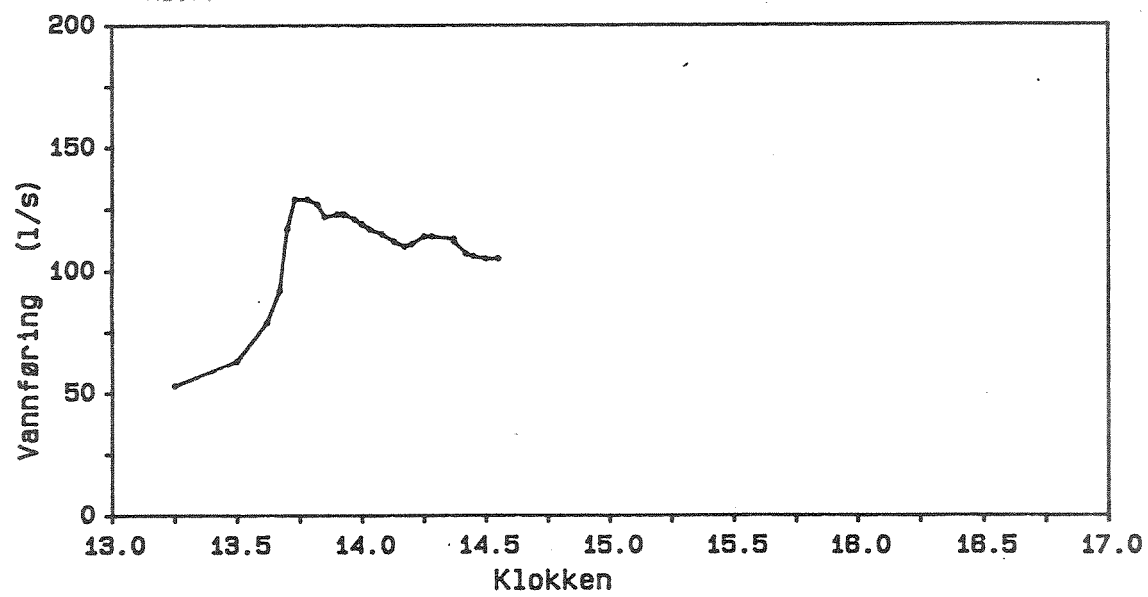
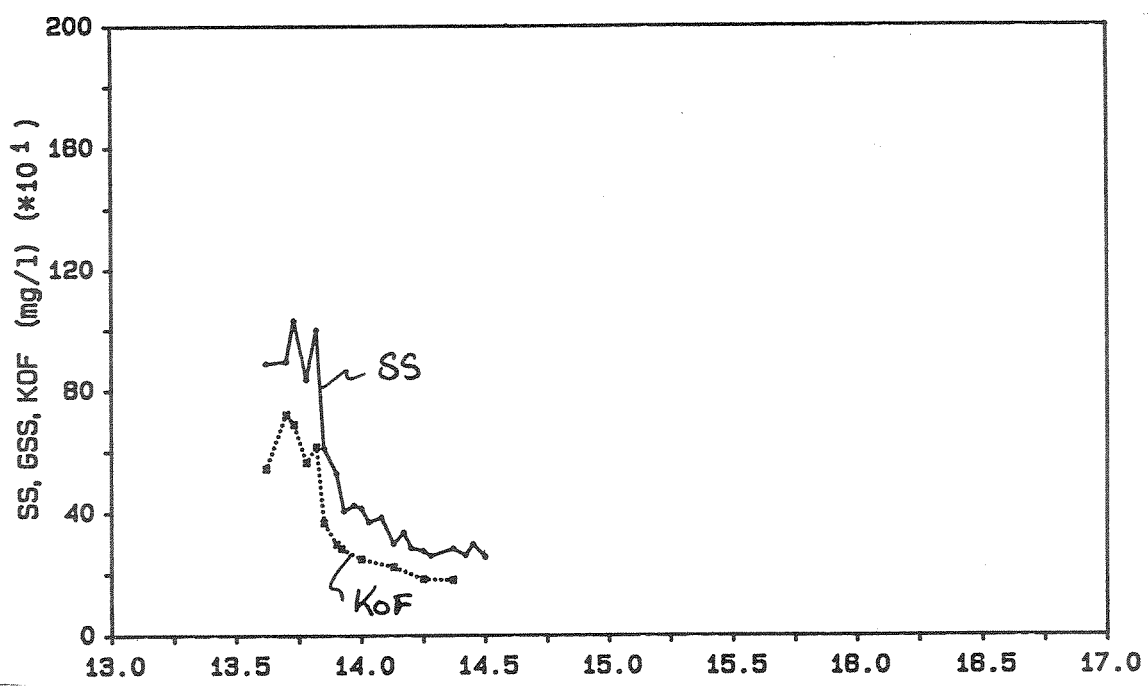
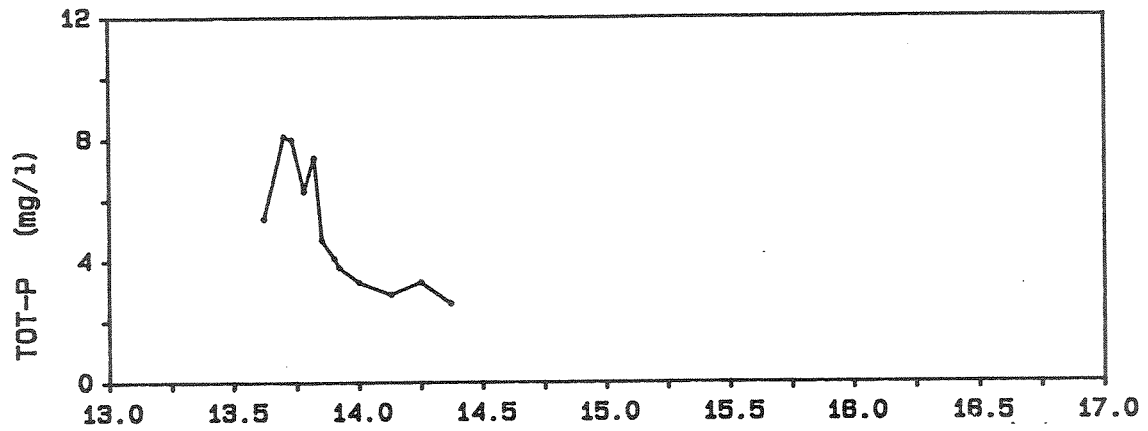
## Episode 860430





# Søren Jaabæksgate

## Episode 860508

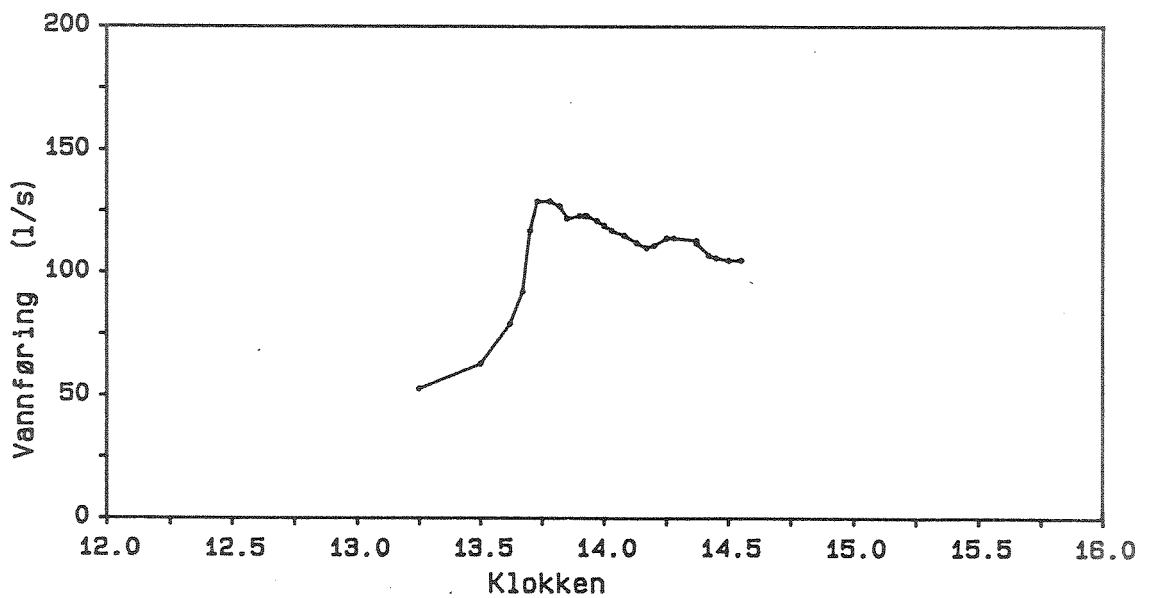
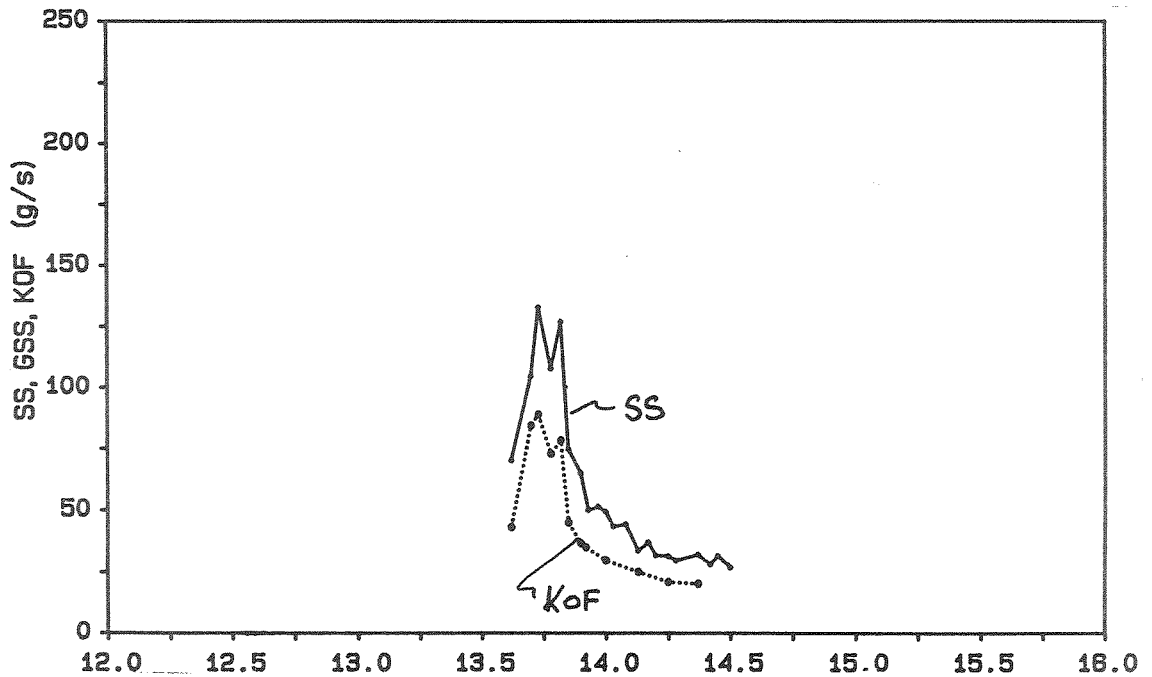
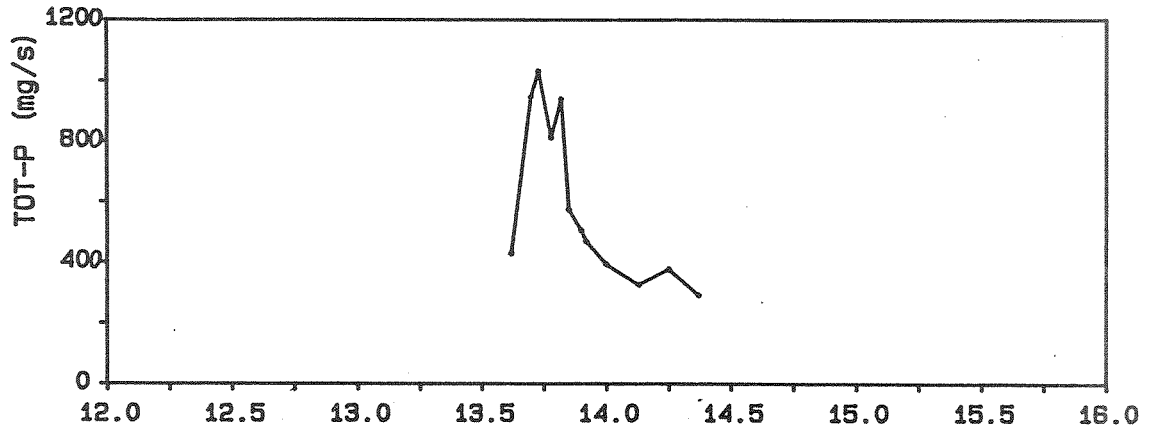


Klokken

NIVA: 1998-12-8

# Søren Jaabæksgate

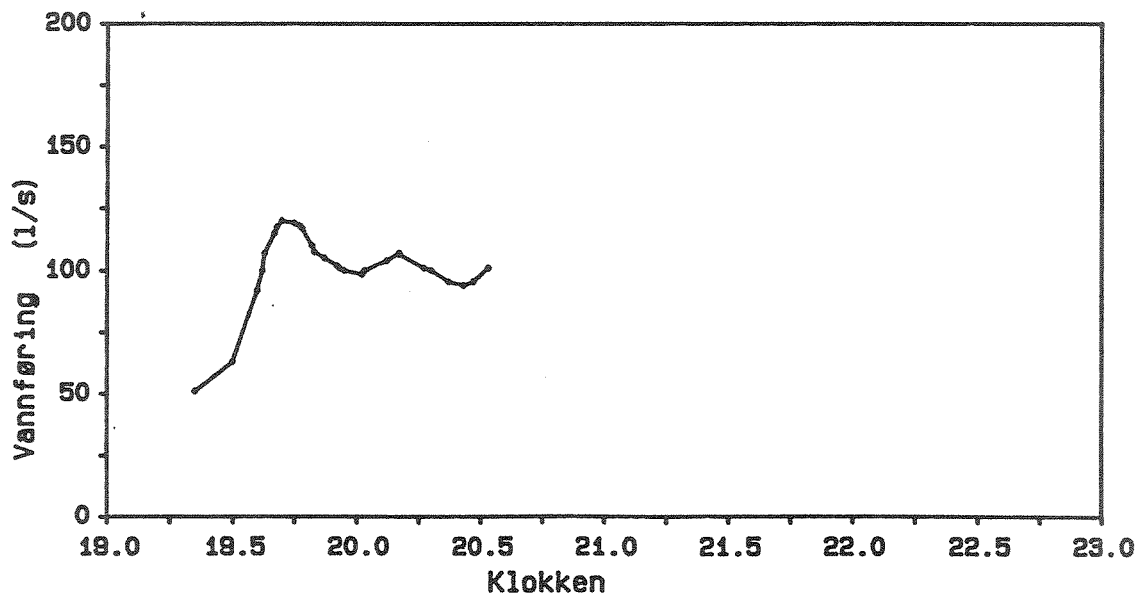
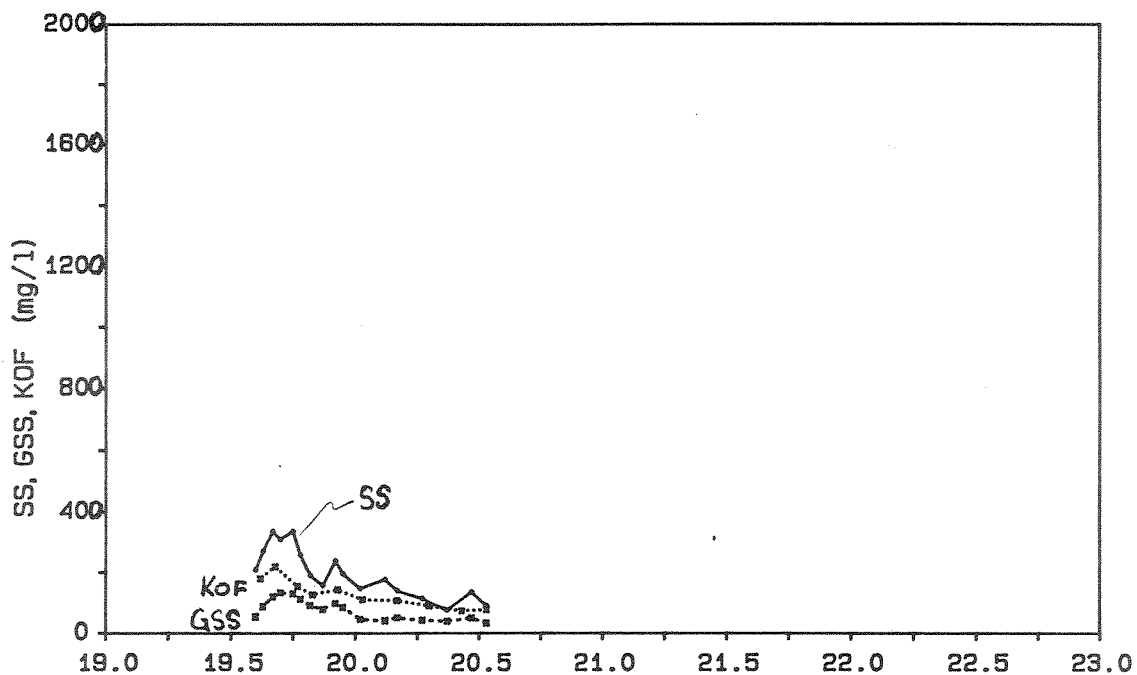
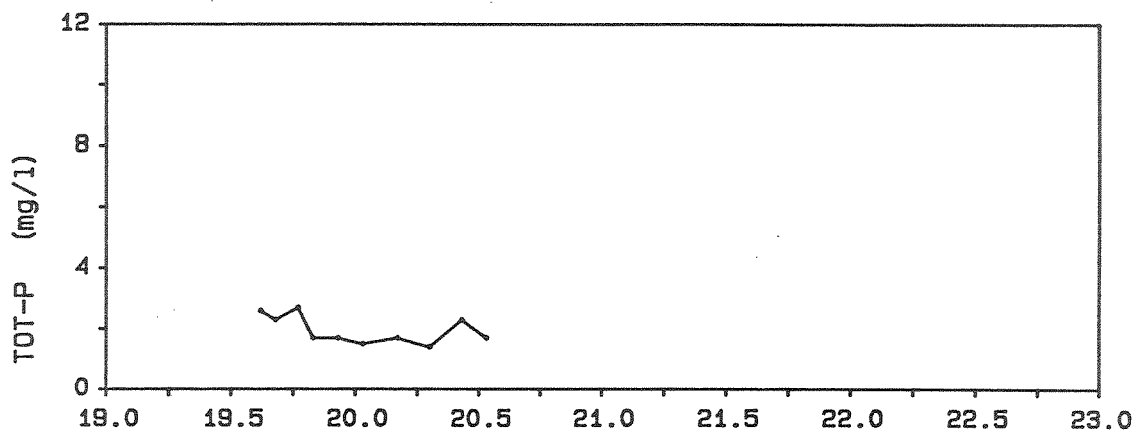
## Episode 860508



NIVA: 1988-10-24

## Søren Jaabæksgate

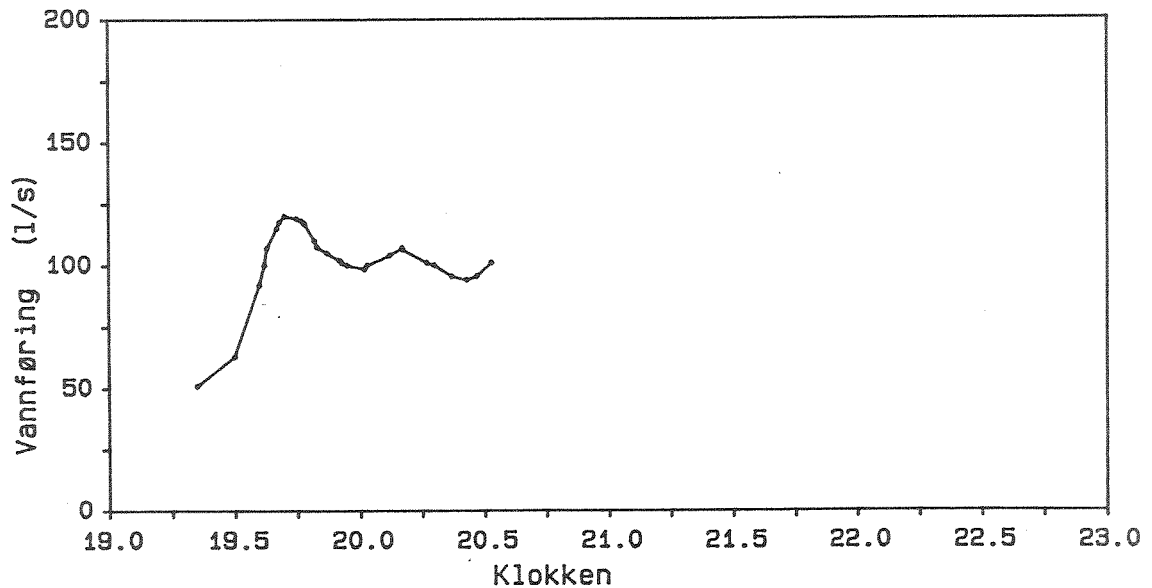
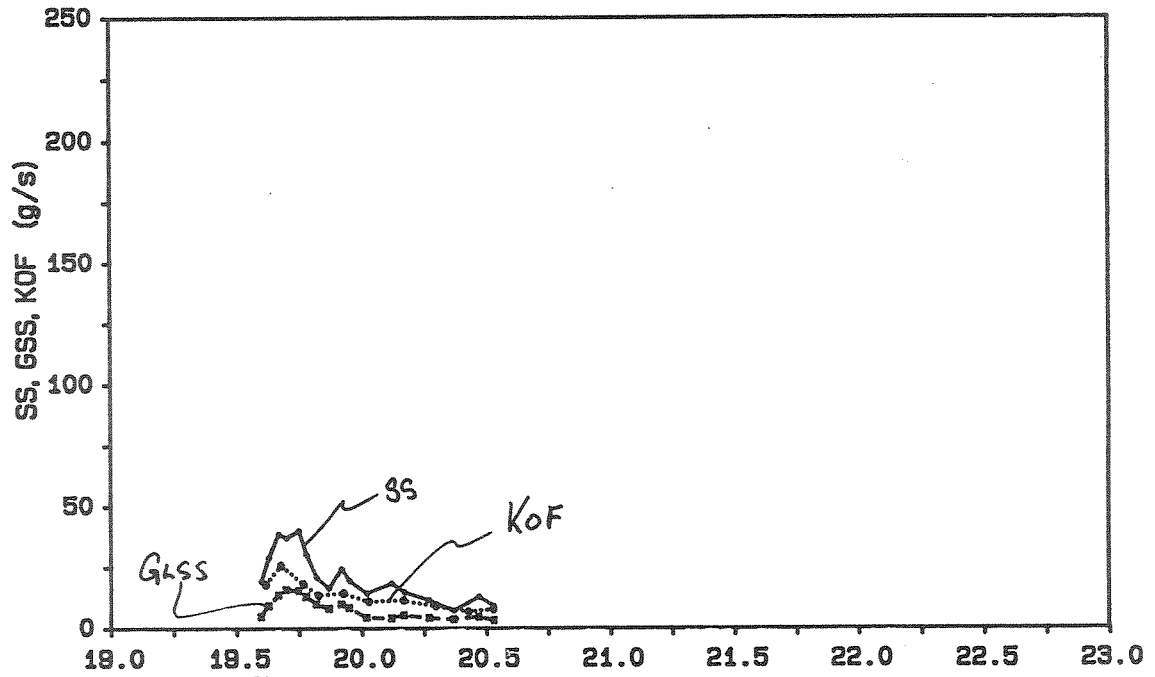
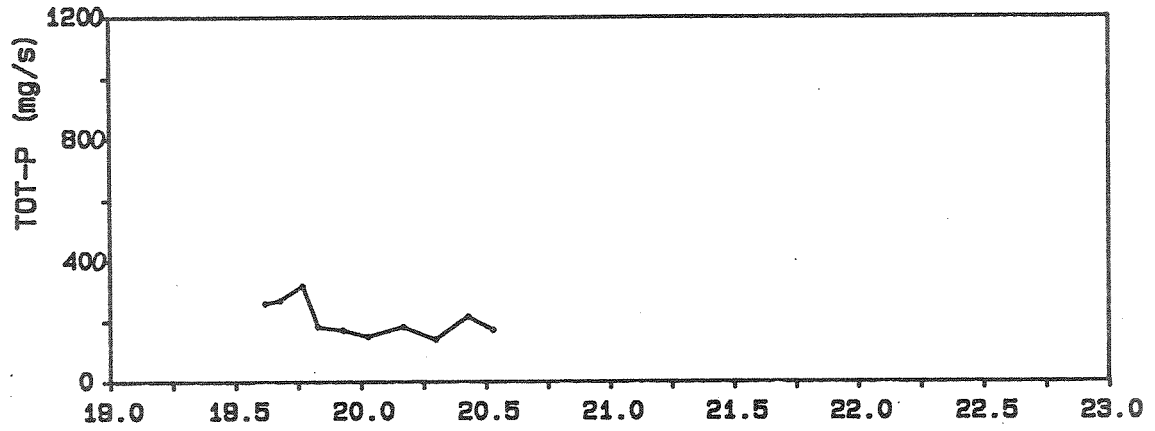
Episode 860510



NIVA: 1888-11-4

# Søren Jaabæksgate

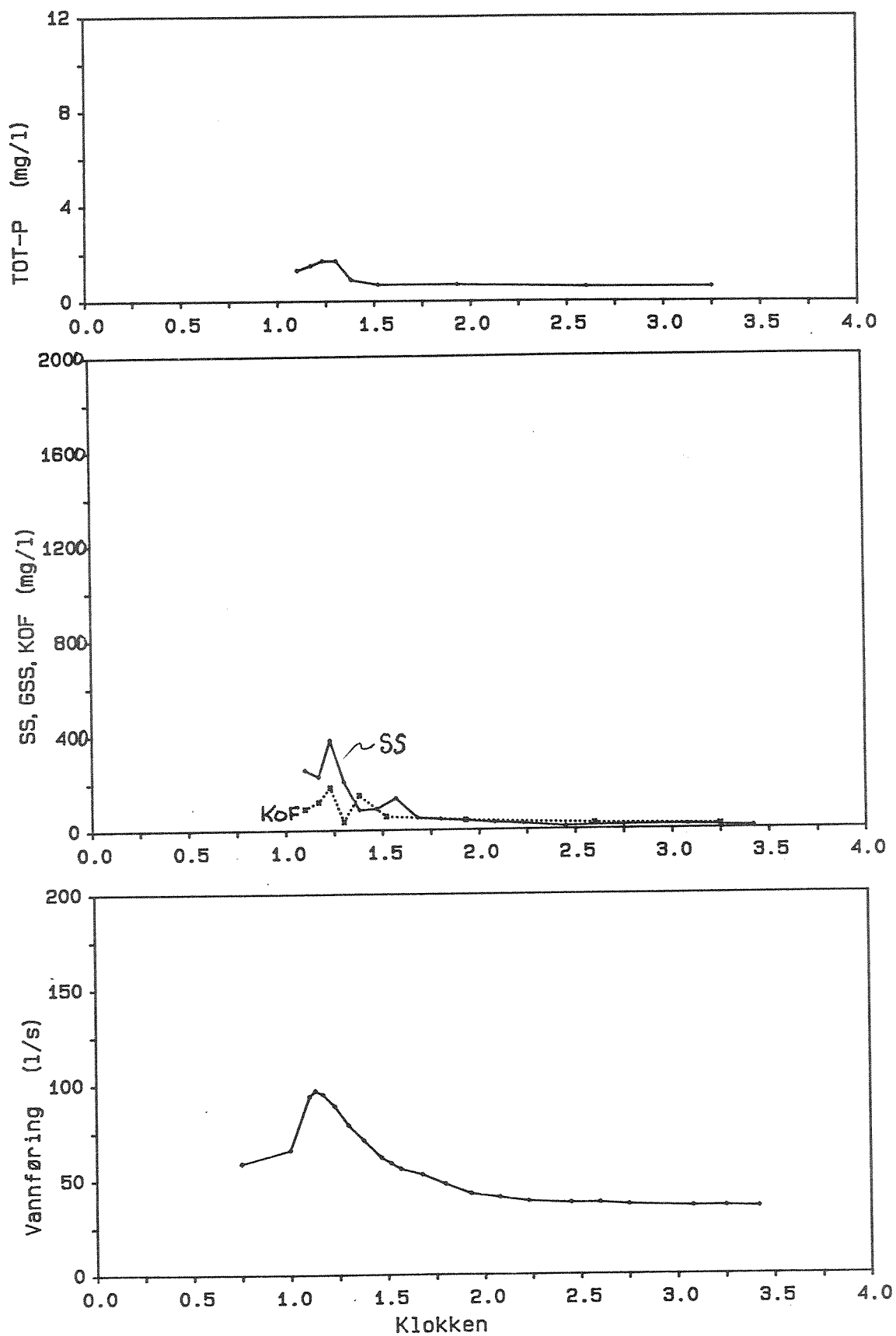
## Episode 860510



NIVA: 1986-10-24

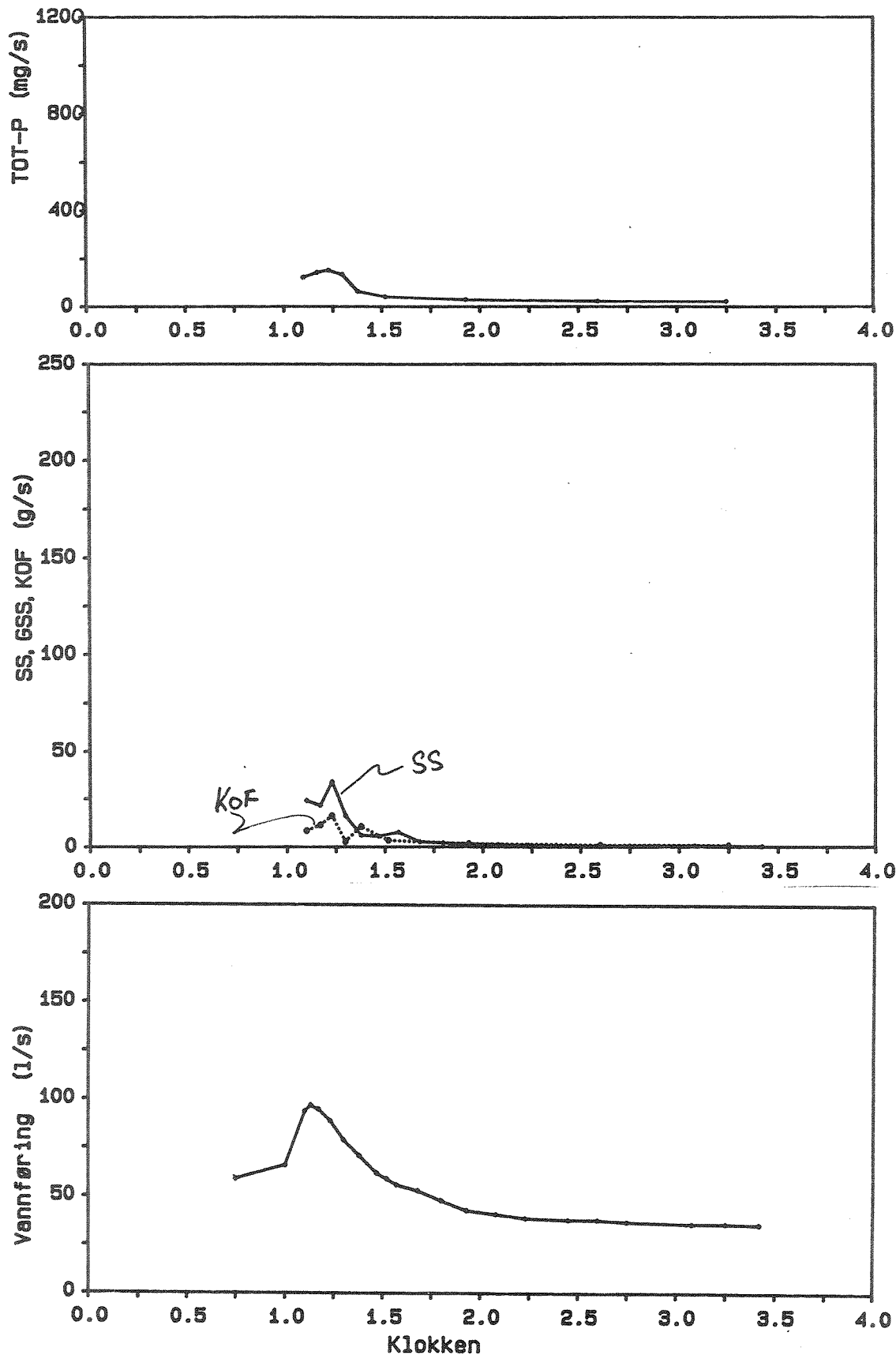
## Søren Jaabæksgate

Episode 860513



# Søren Jaabæksgate

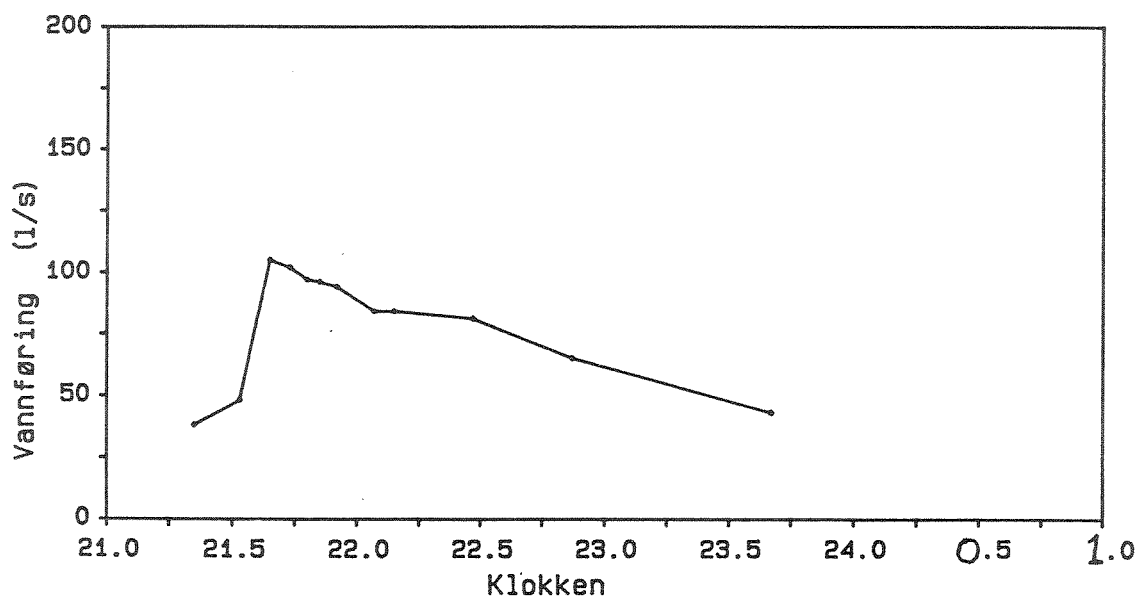
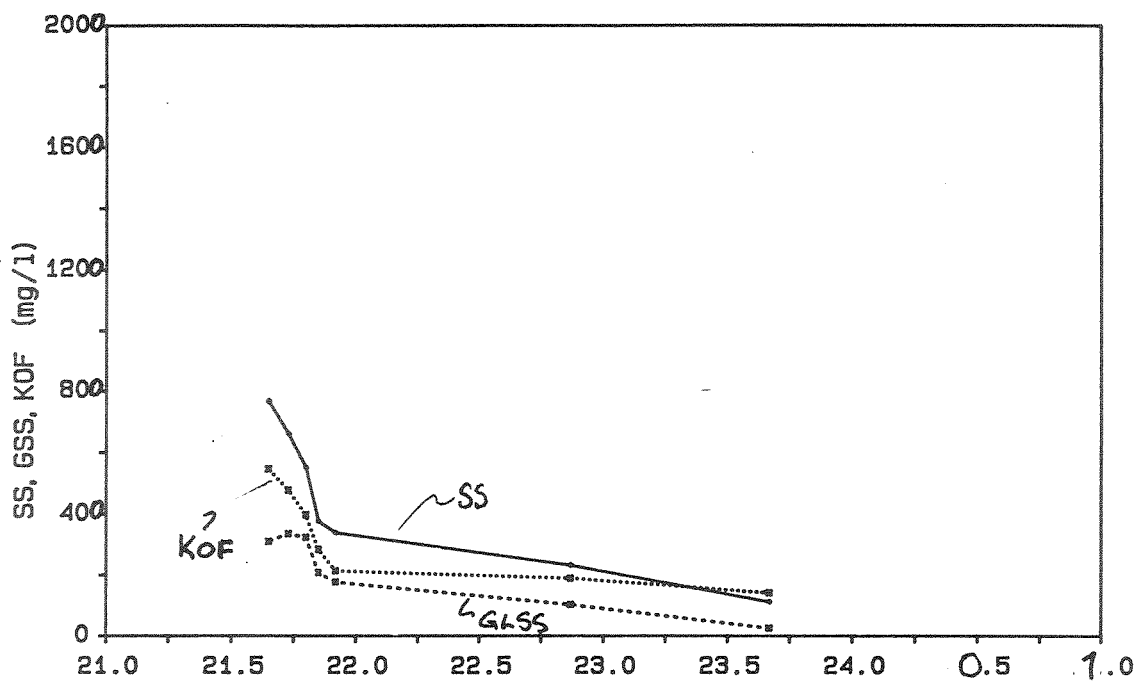
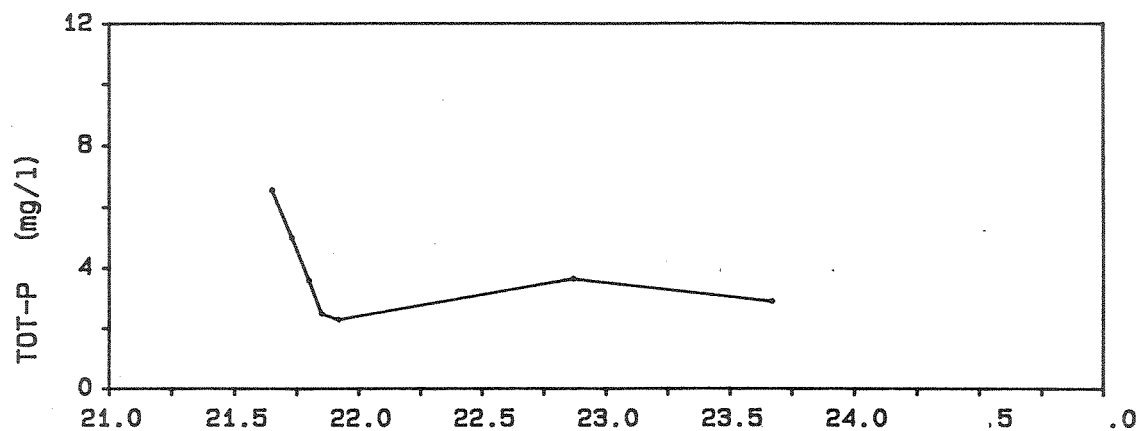
## Episode 860513



NIVA: 1988-10-24

## Søren Jaabæksgate

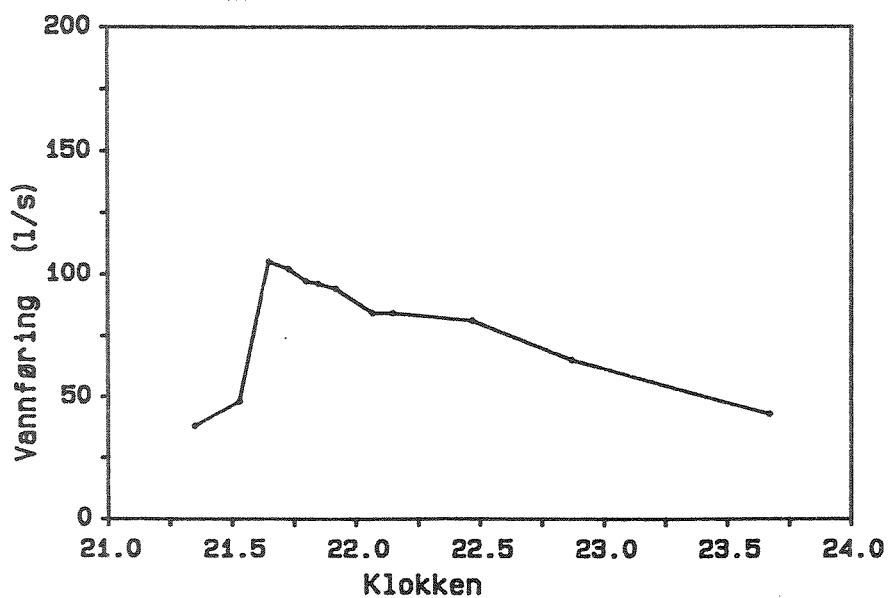
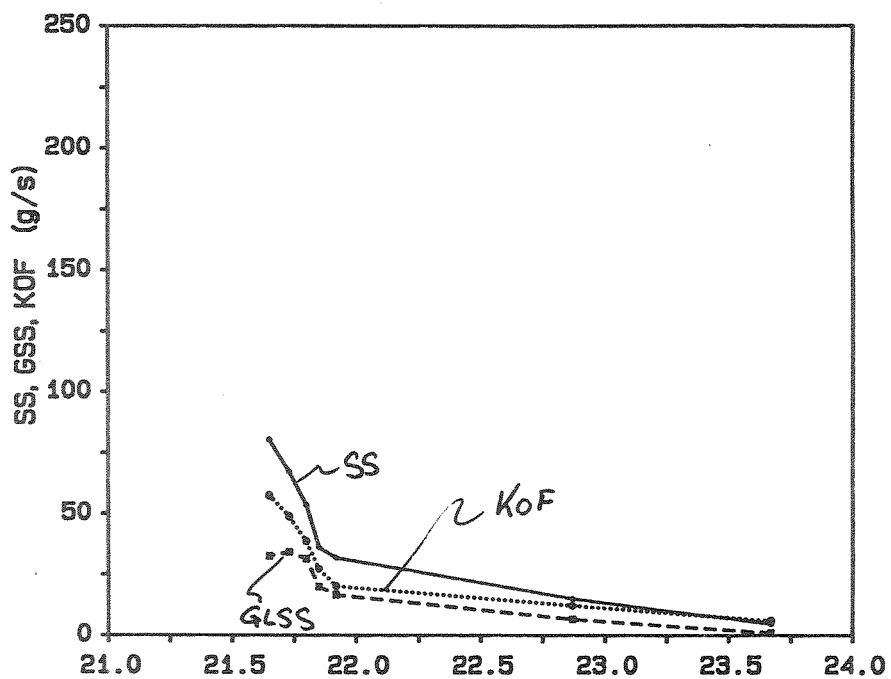
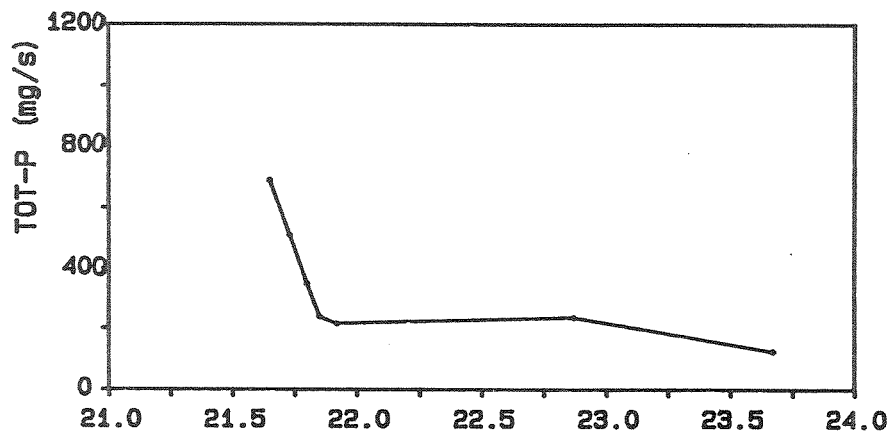
Episode 860527



NIVA: 1989-11-4

## Søren Jaabæksgate

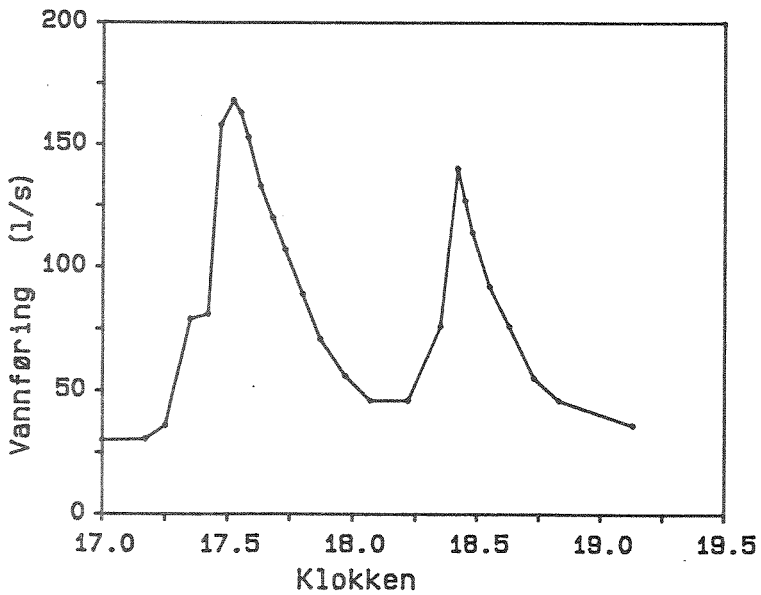
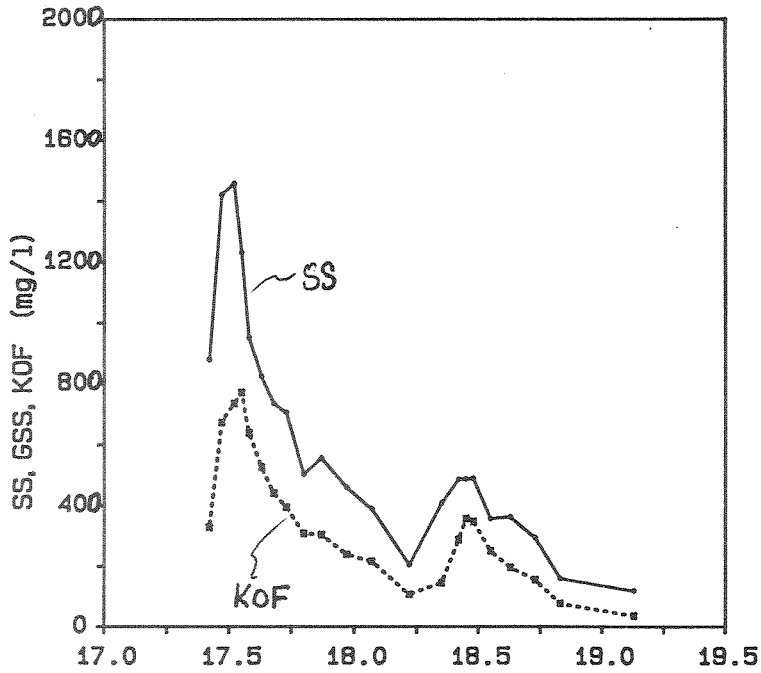
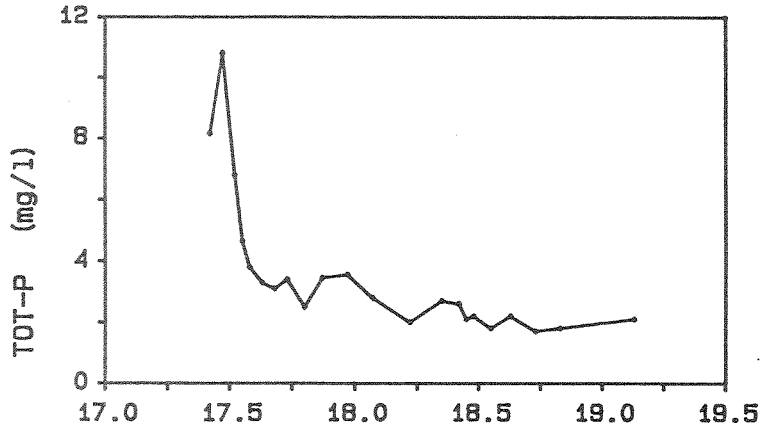
Episode 860527





# Søren Jaabæksgate

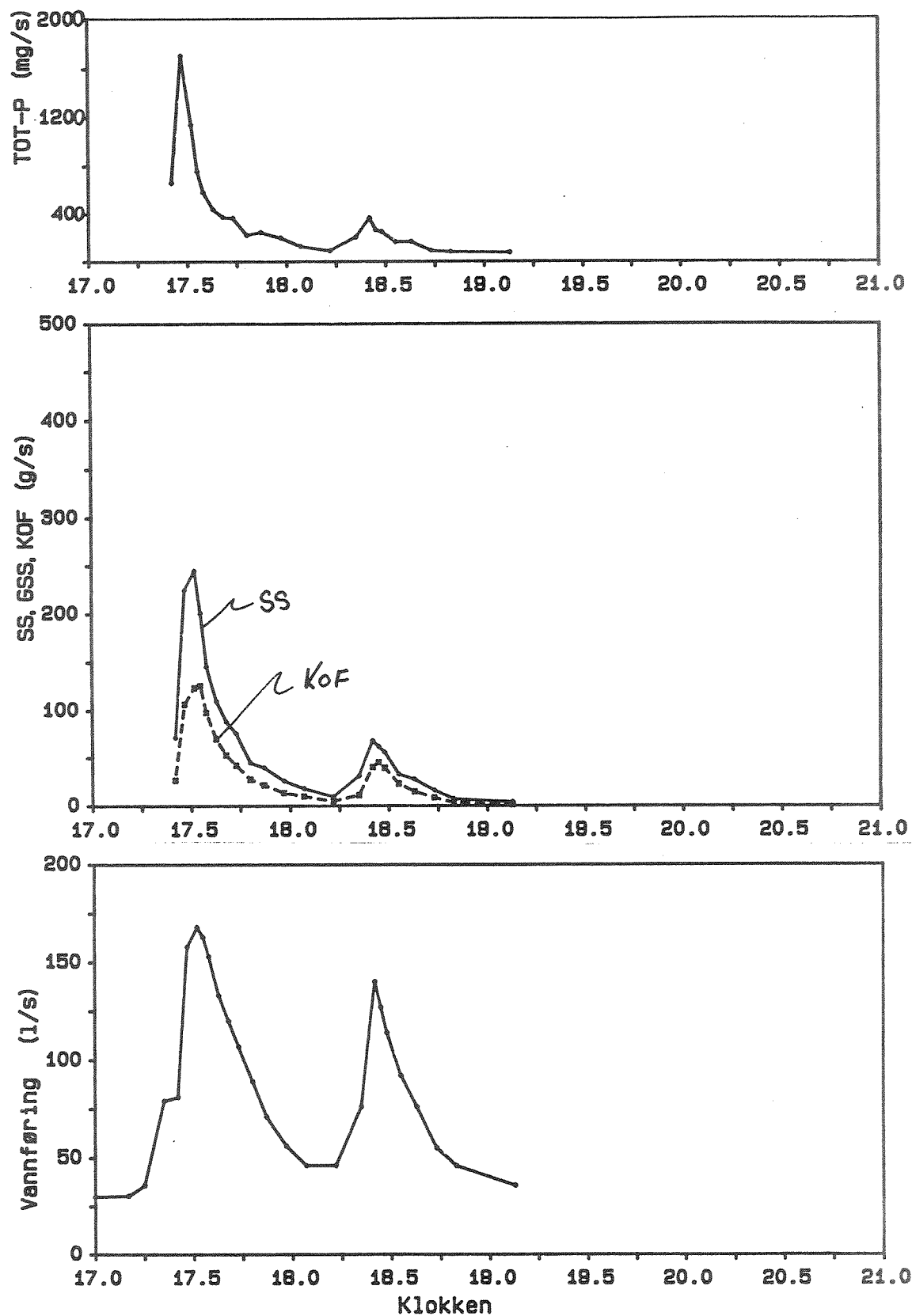
## Episode 860706



NIVA: 1988-11-3

# Søren Jaabæksgate

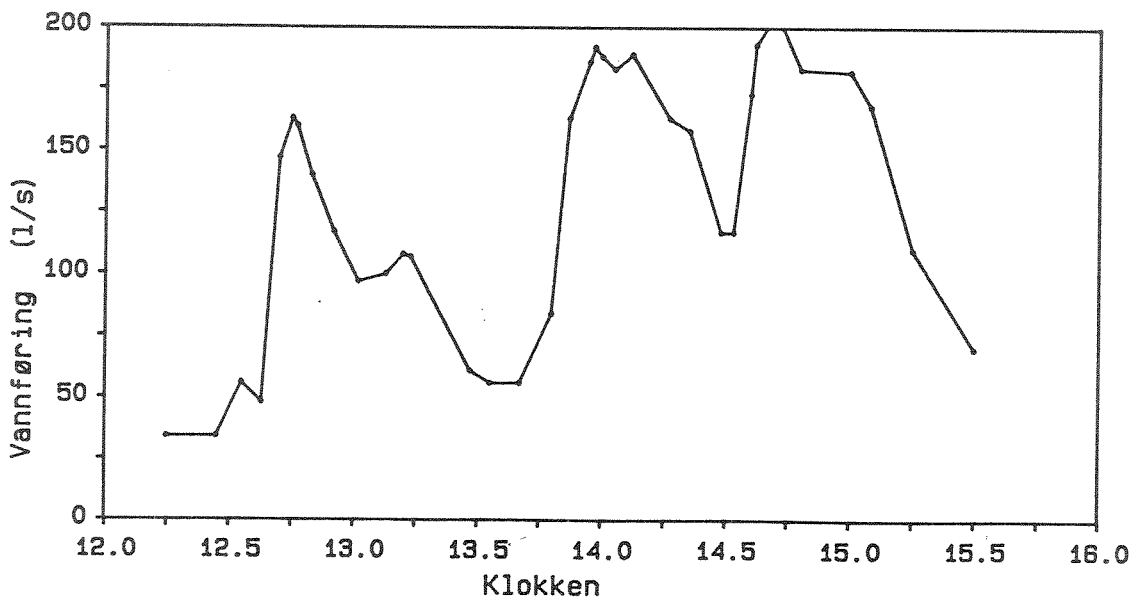
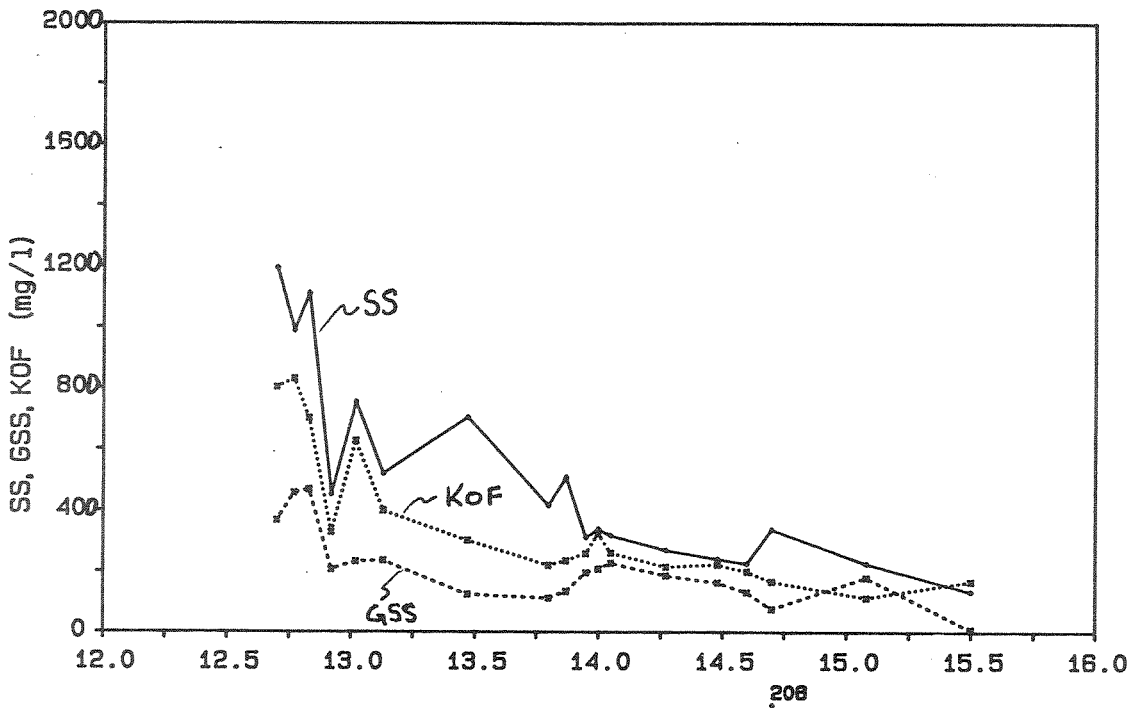
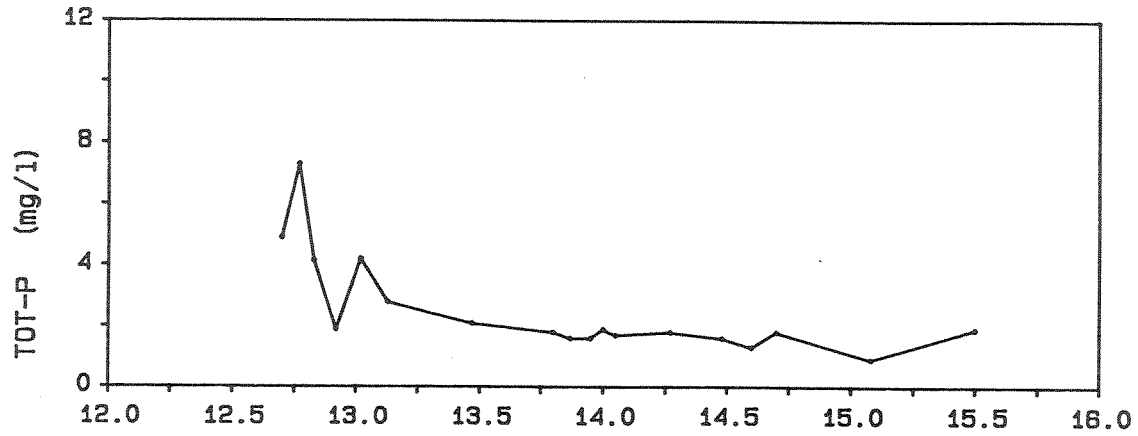
## Episode 860706



NIVA: 1988-10-25

# Søren Jaabæksgate

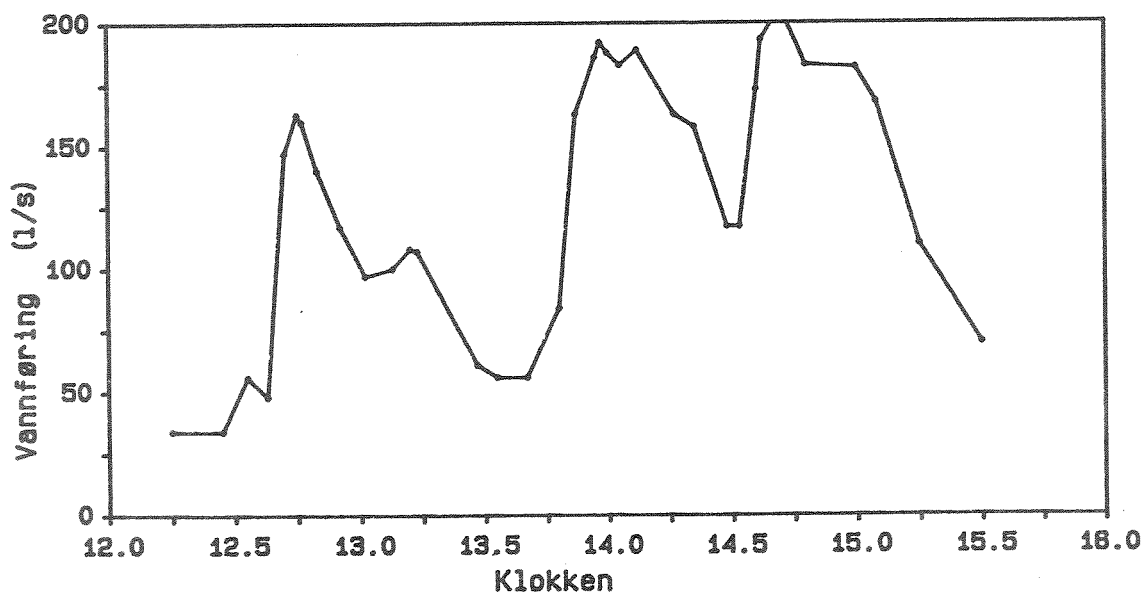
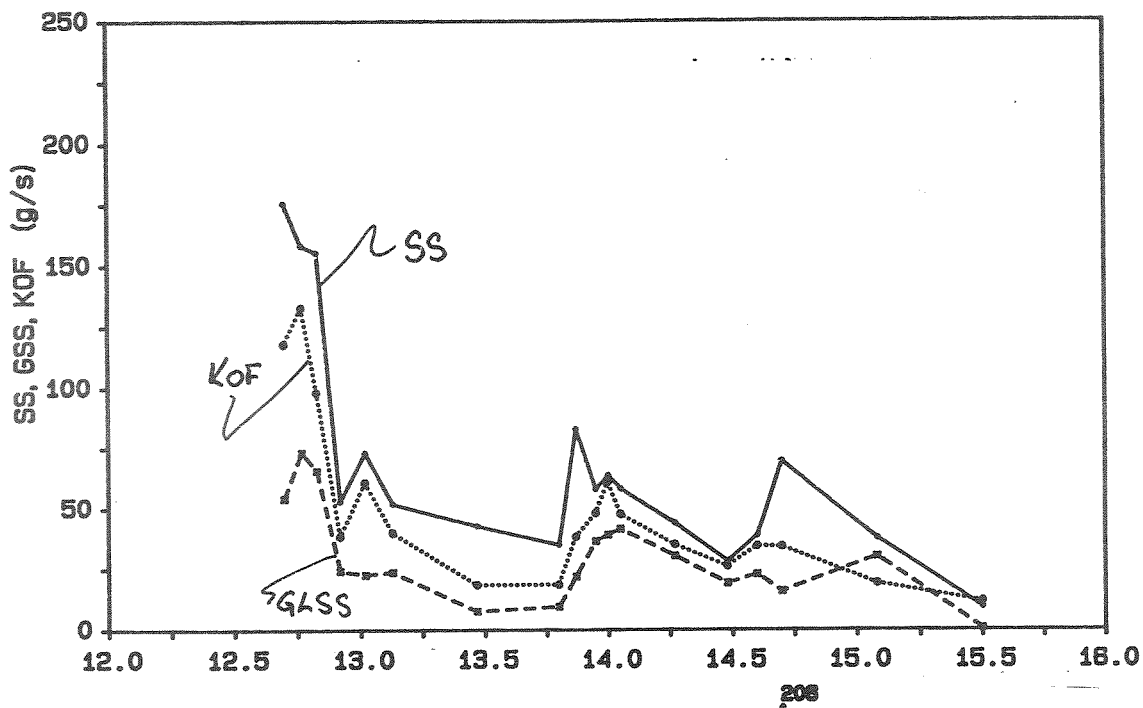
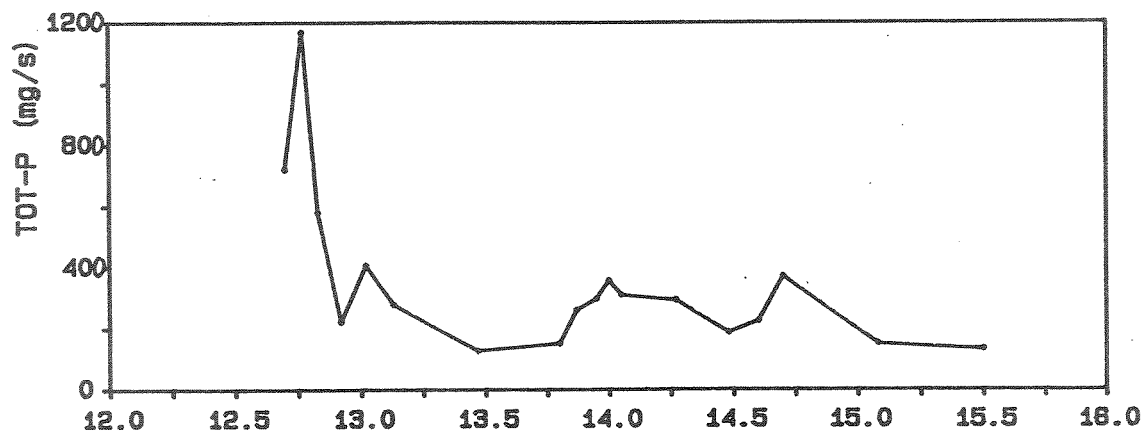
## Episode 860729



NIVA: 1988-11-9

## Søren Jaabæksgate

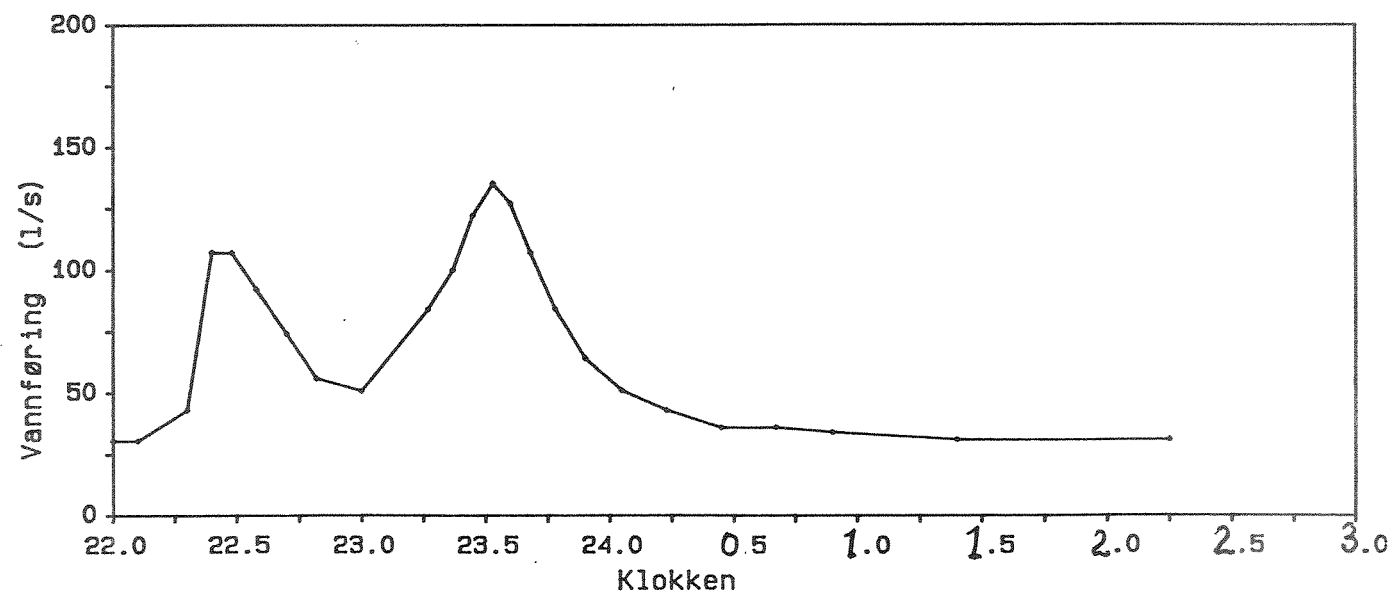
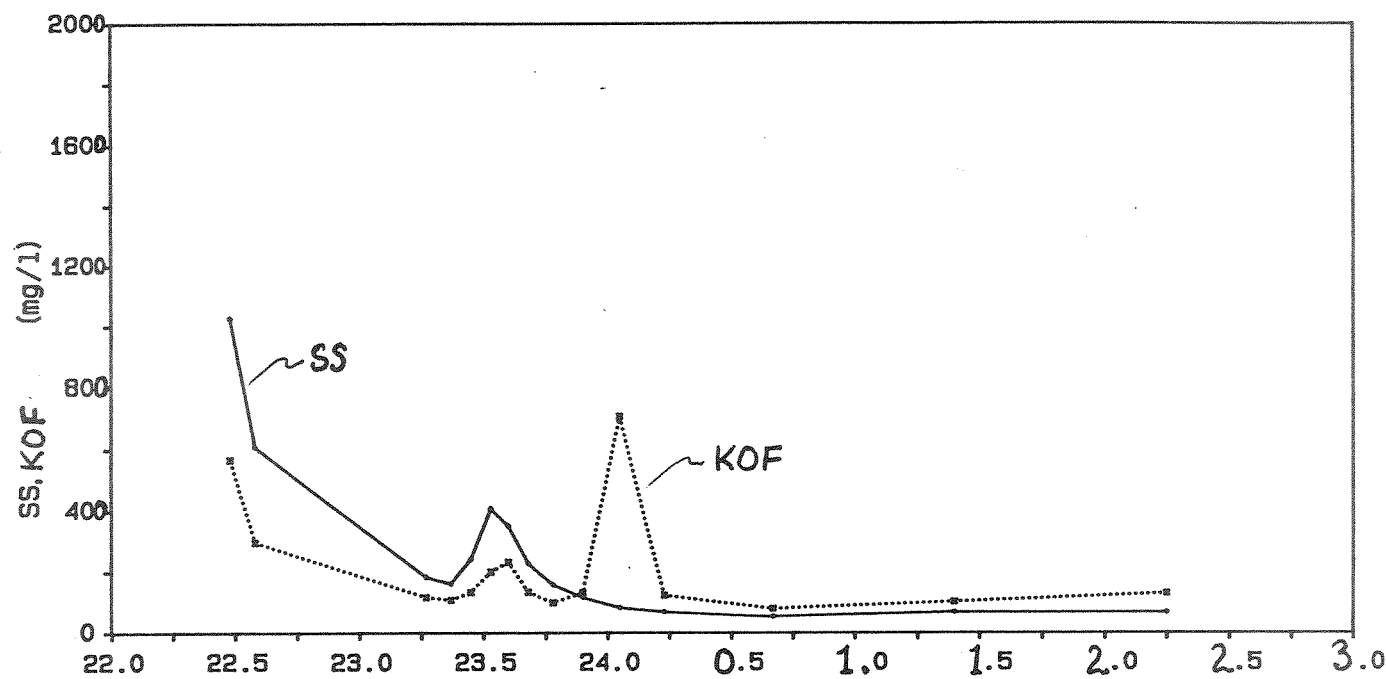
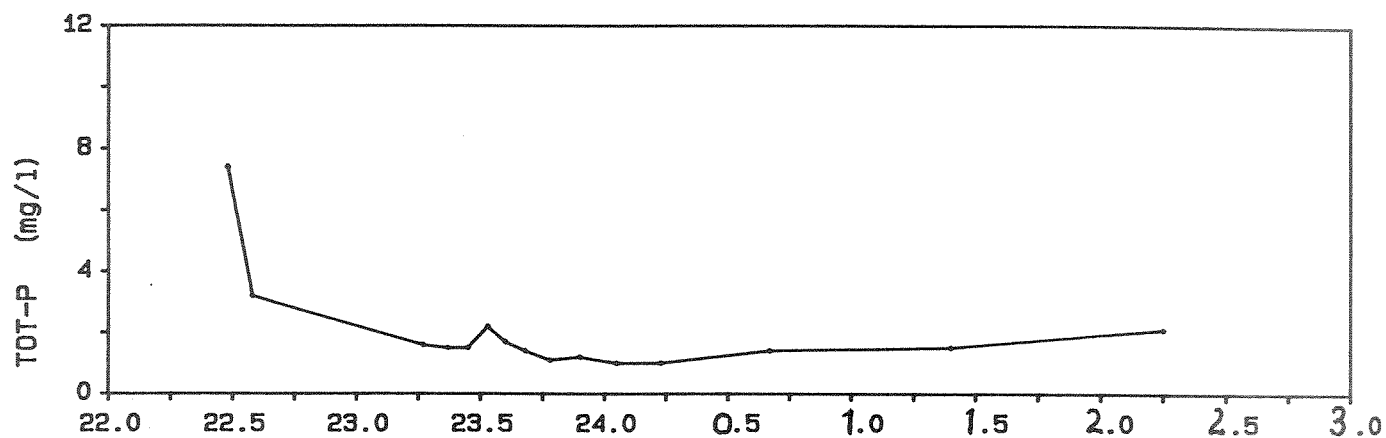
Episode 860729



NIVA: 1988-12-12

## Søren Jaabæksgate

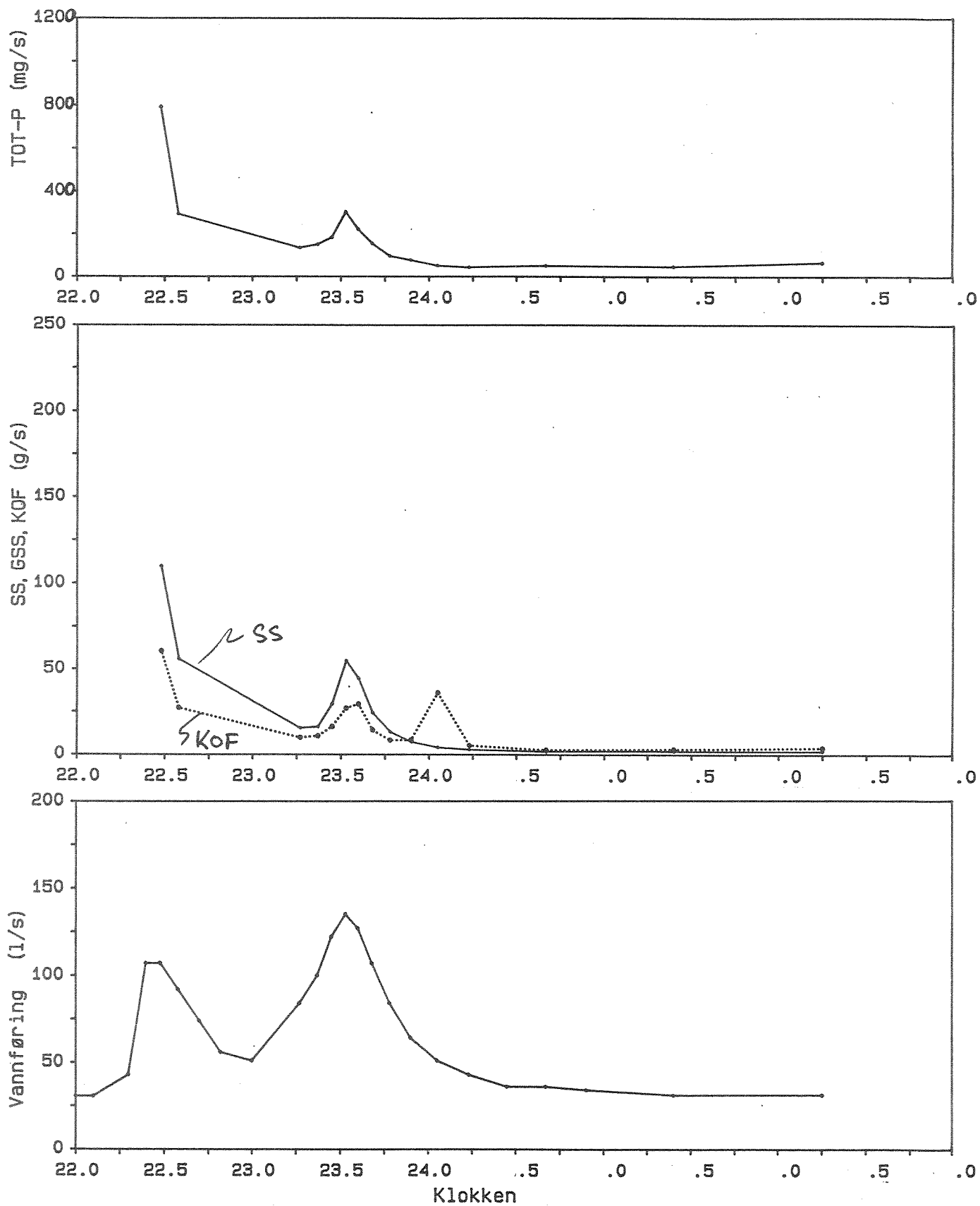
Episode 860815



NIVA: 1988-11-4

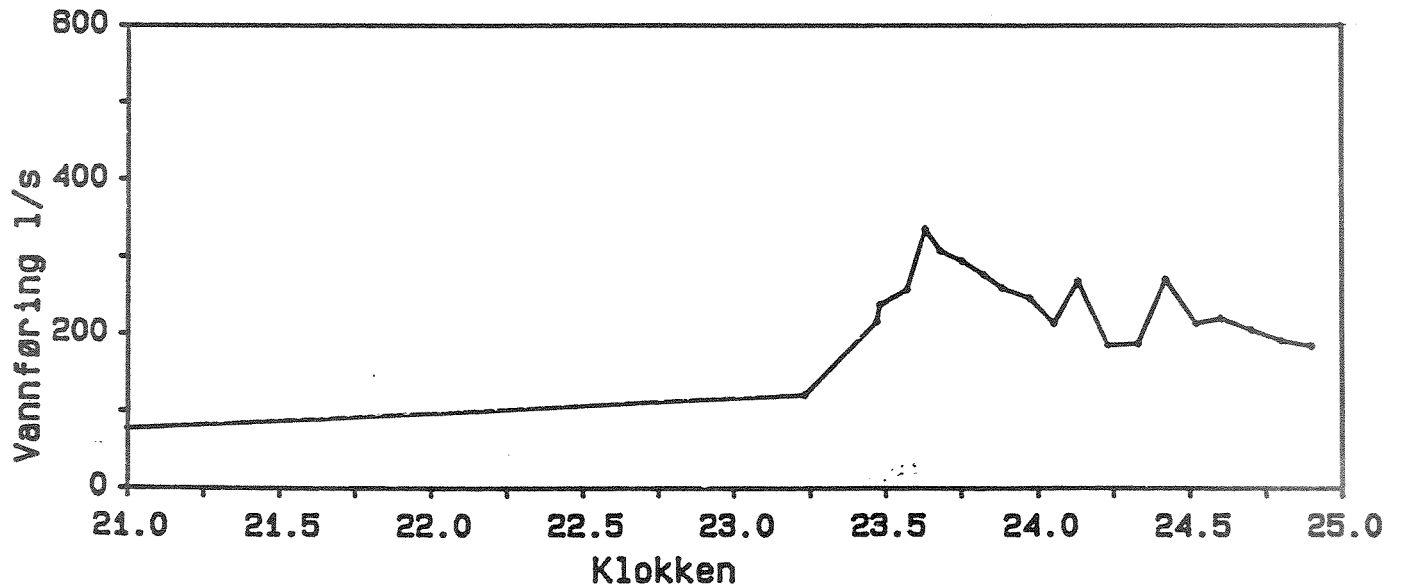
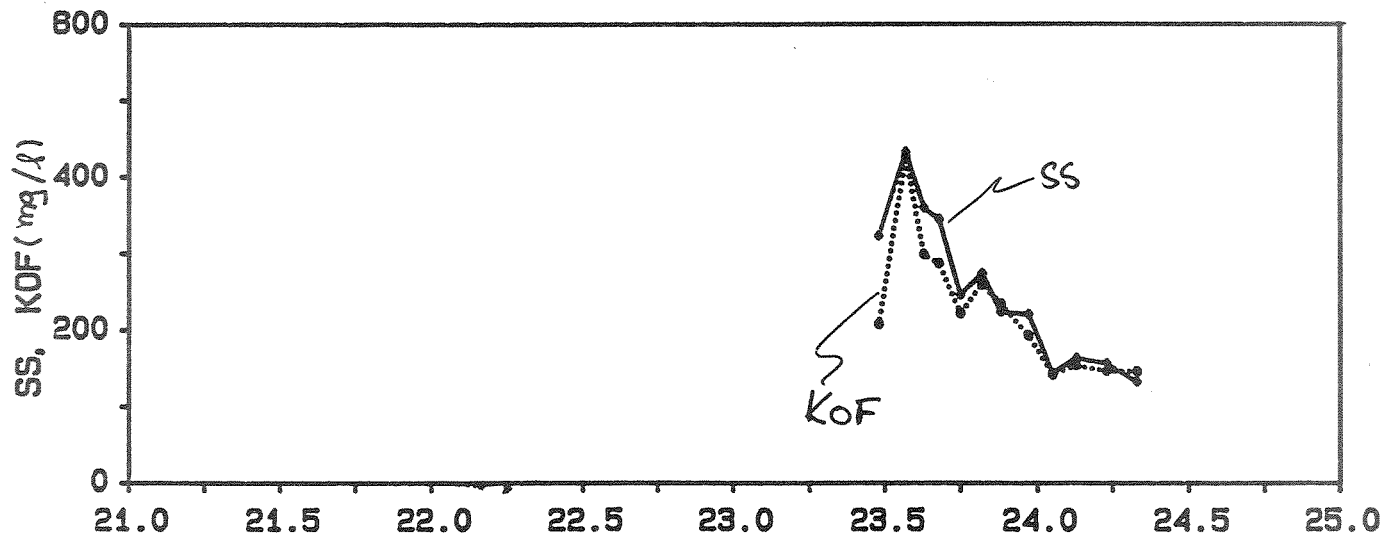
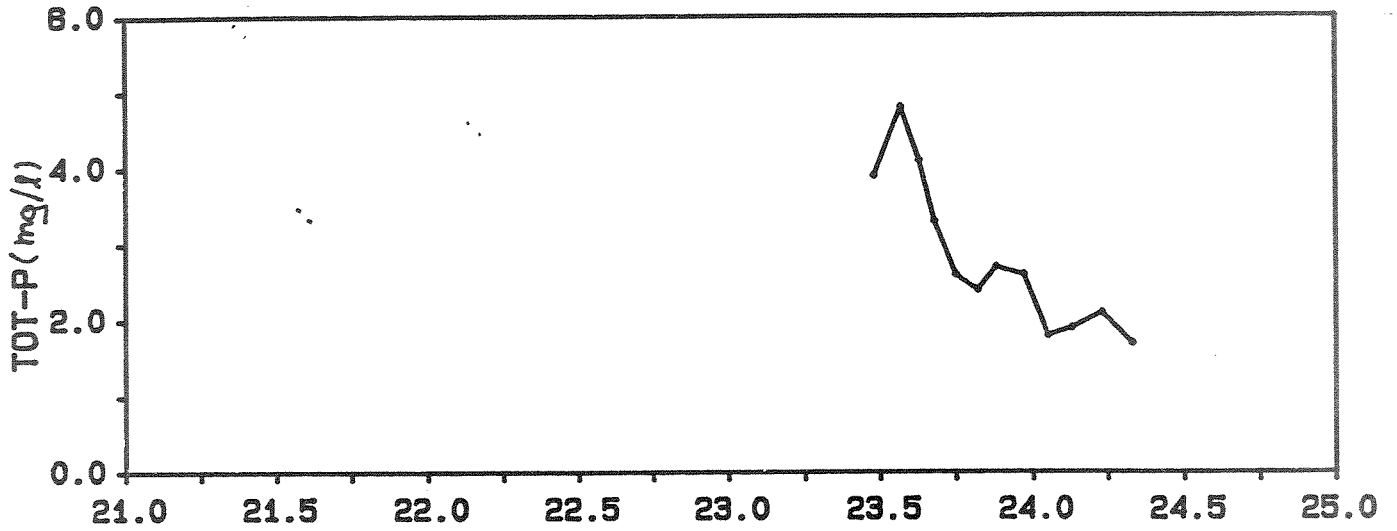
## Søren Jaabæksgate

Episode 860815



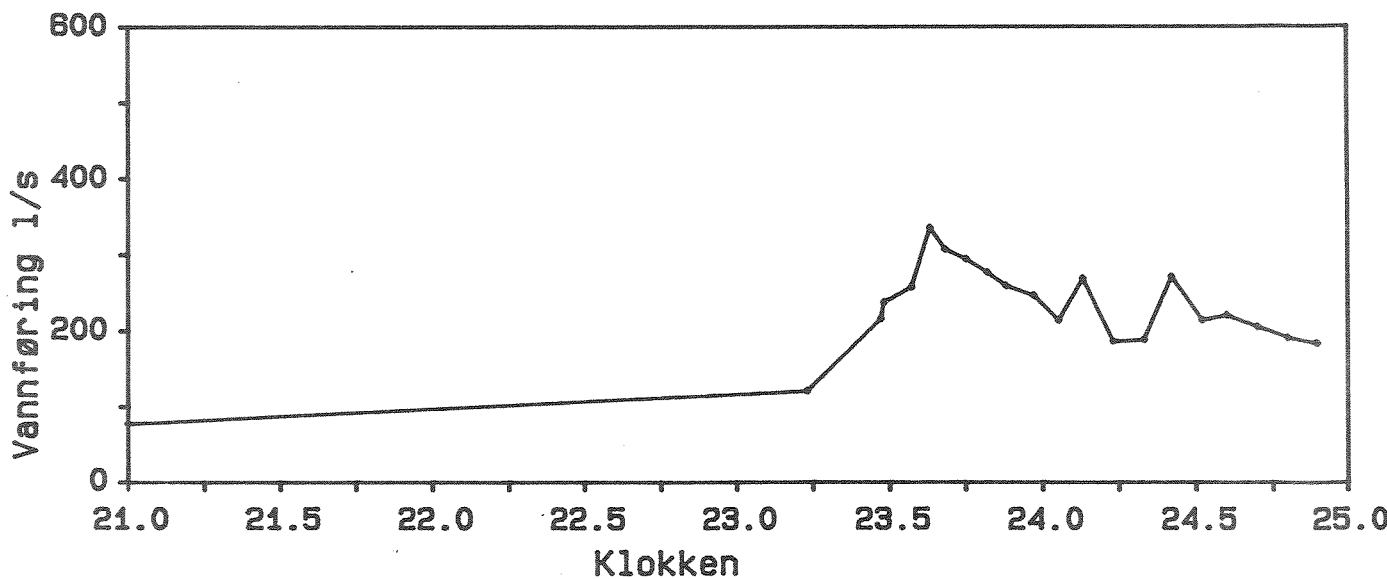
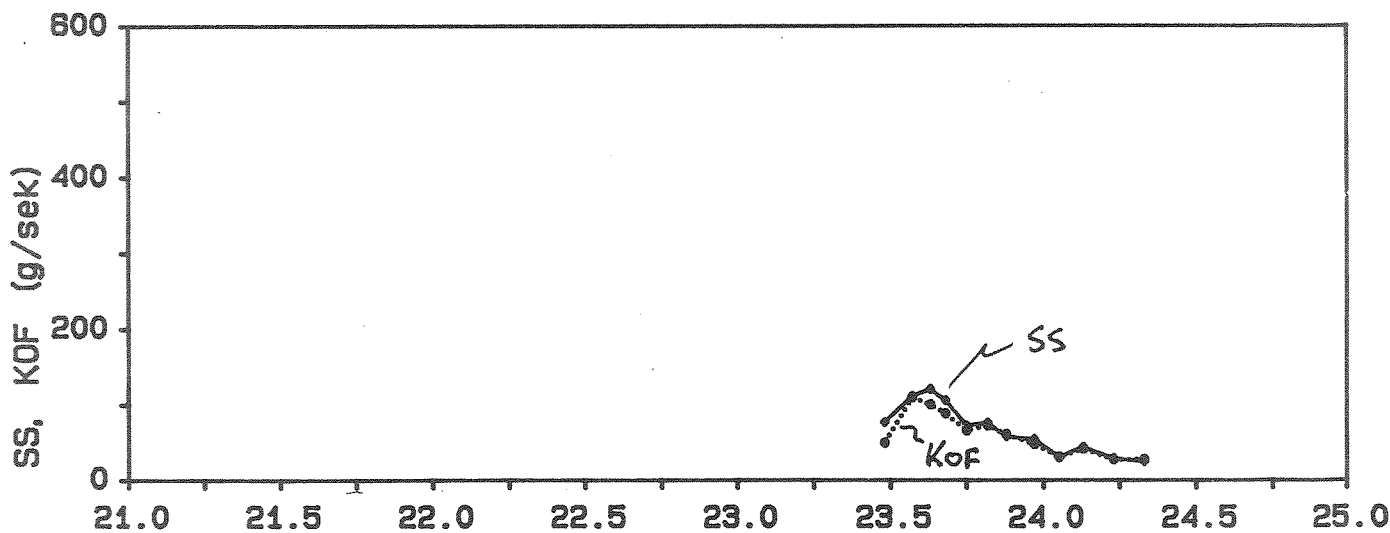
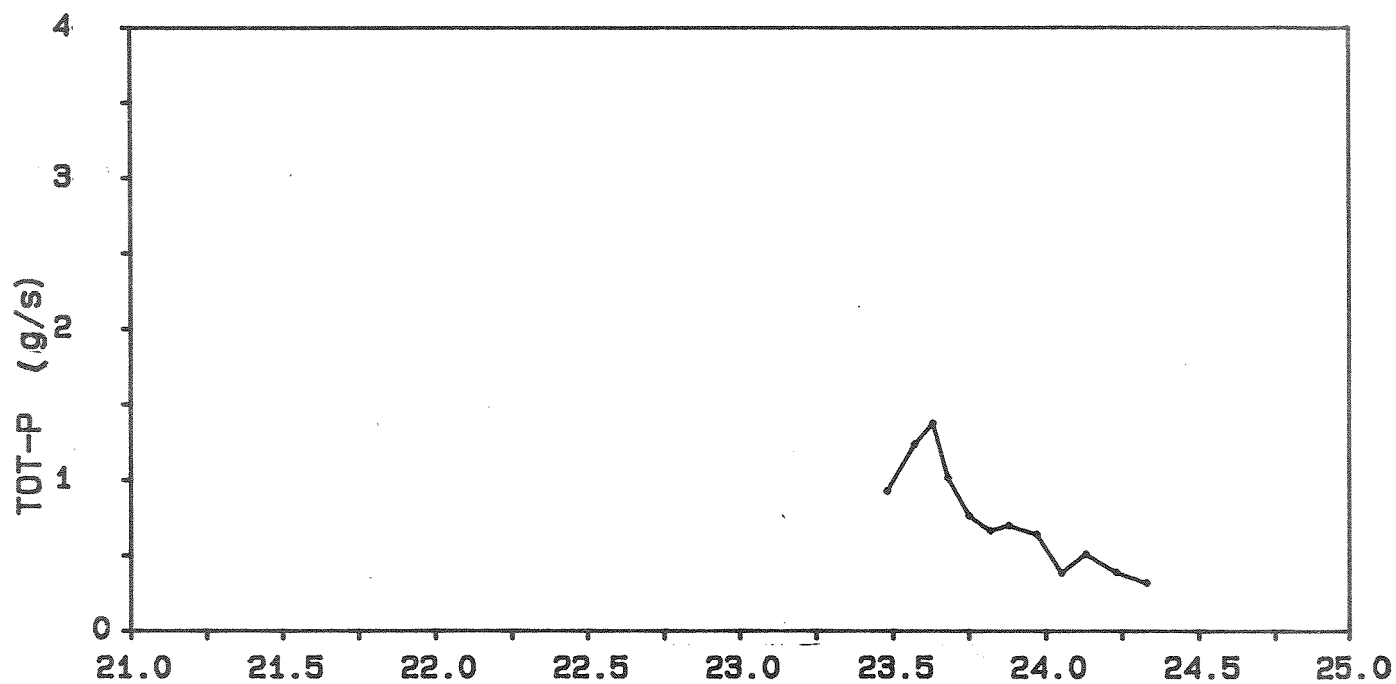
# Eckersberg gt.

## Episode 861005



## Eckersberg gt.

Episode 861005



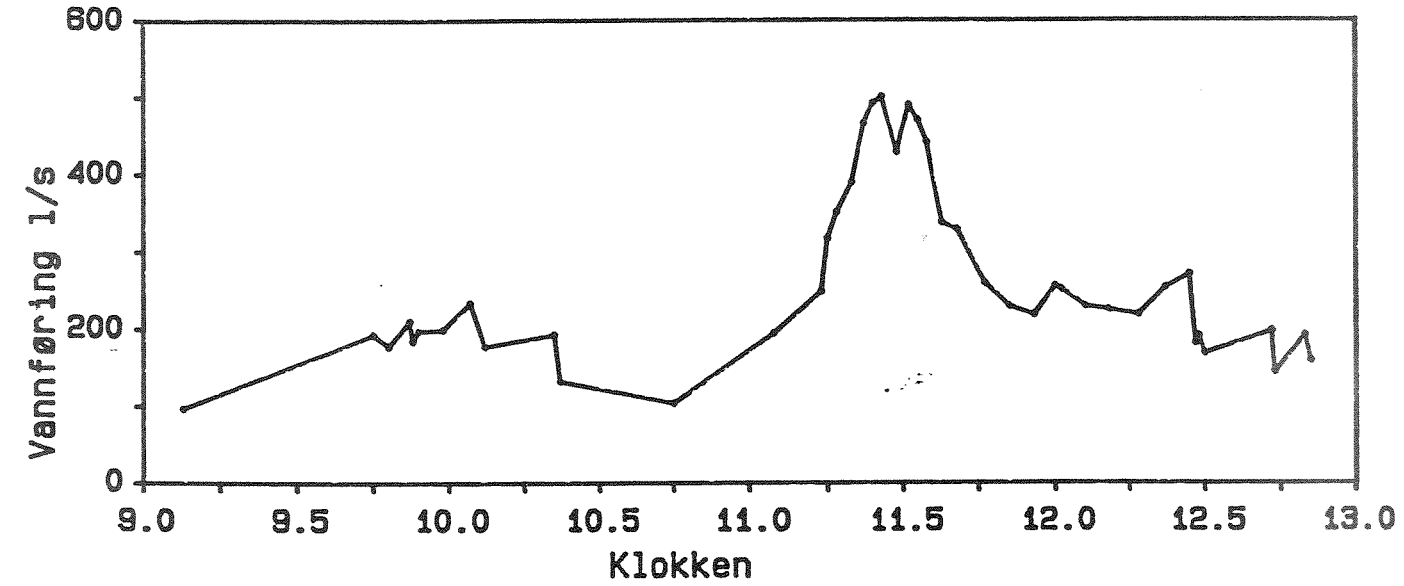
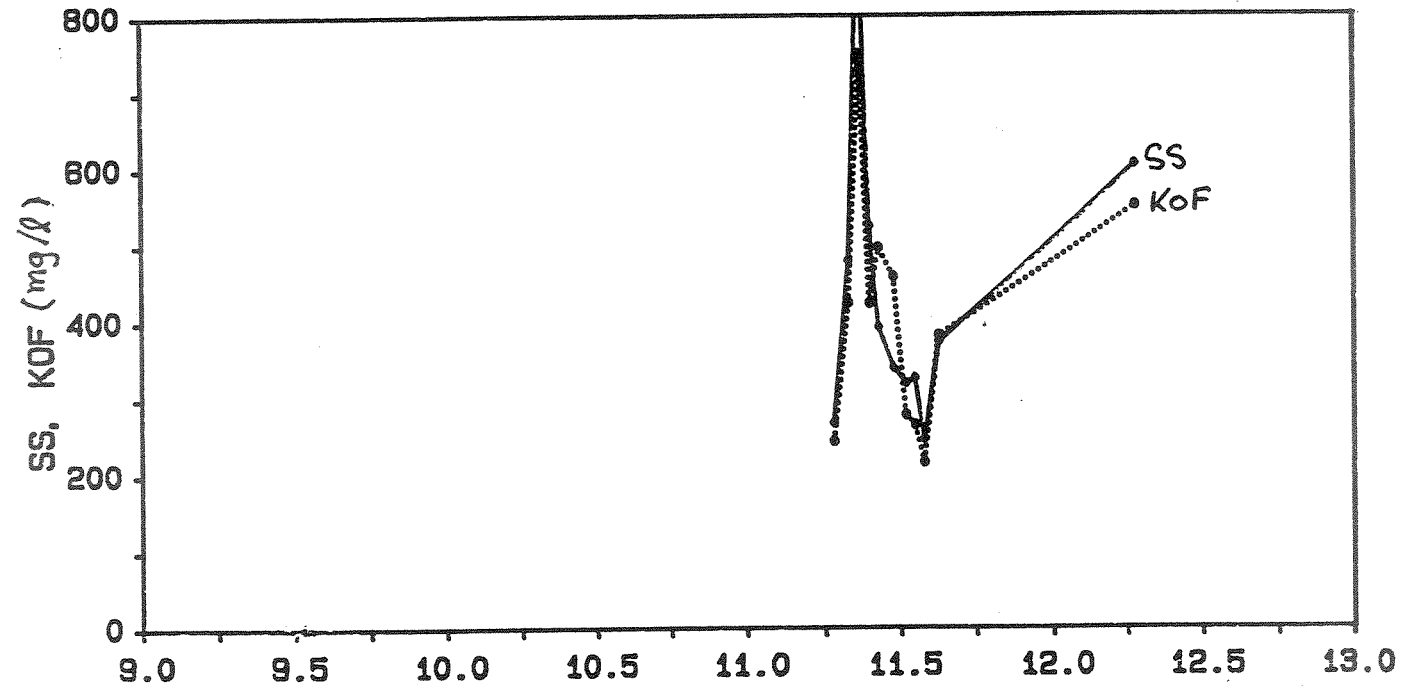
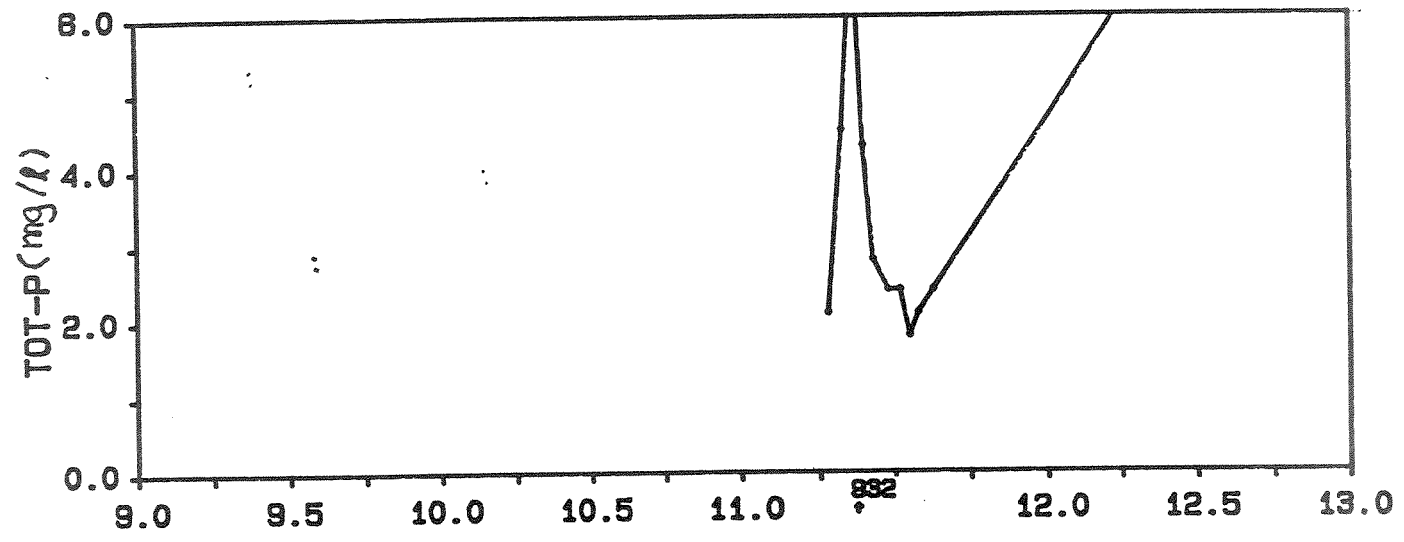


# Eckersberg gt.

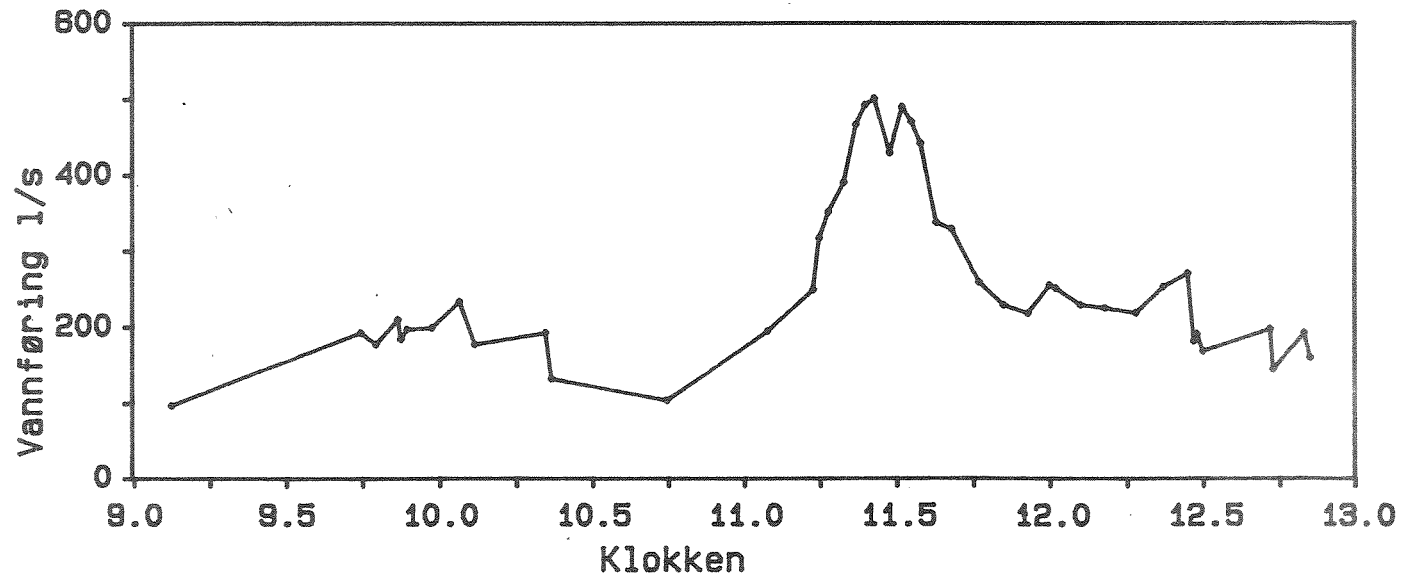
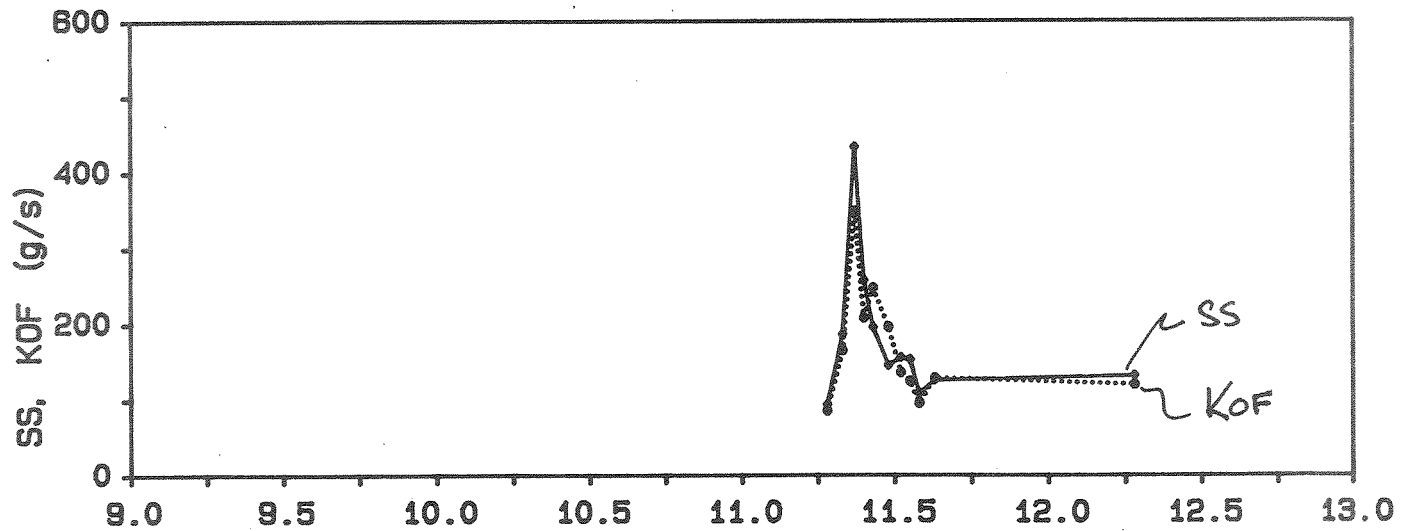
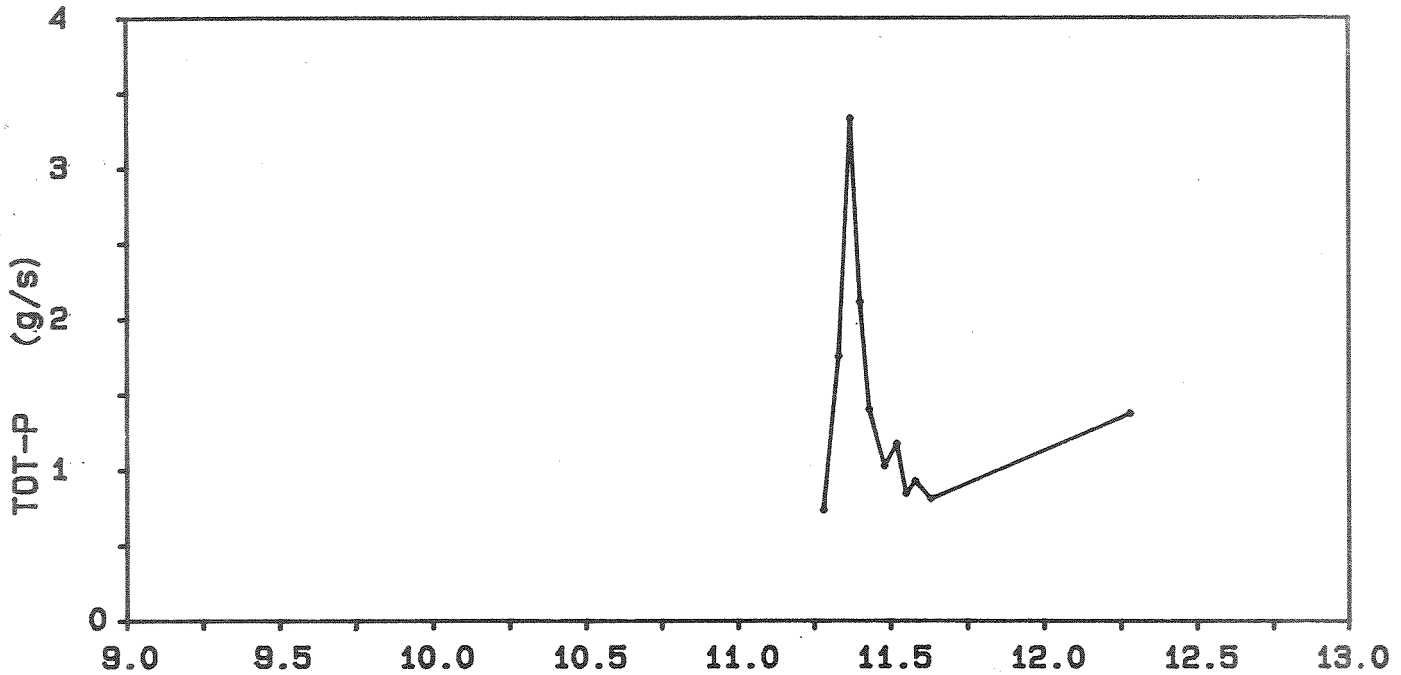
## Episode 861010

7.20

8.30

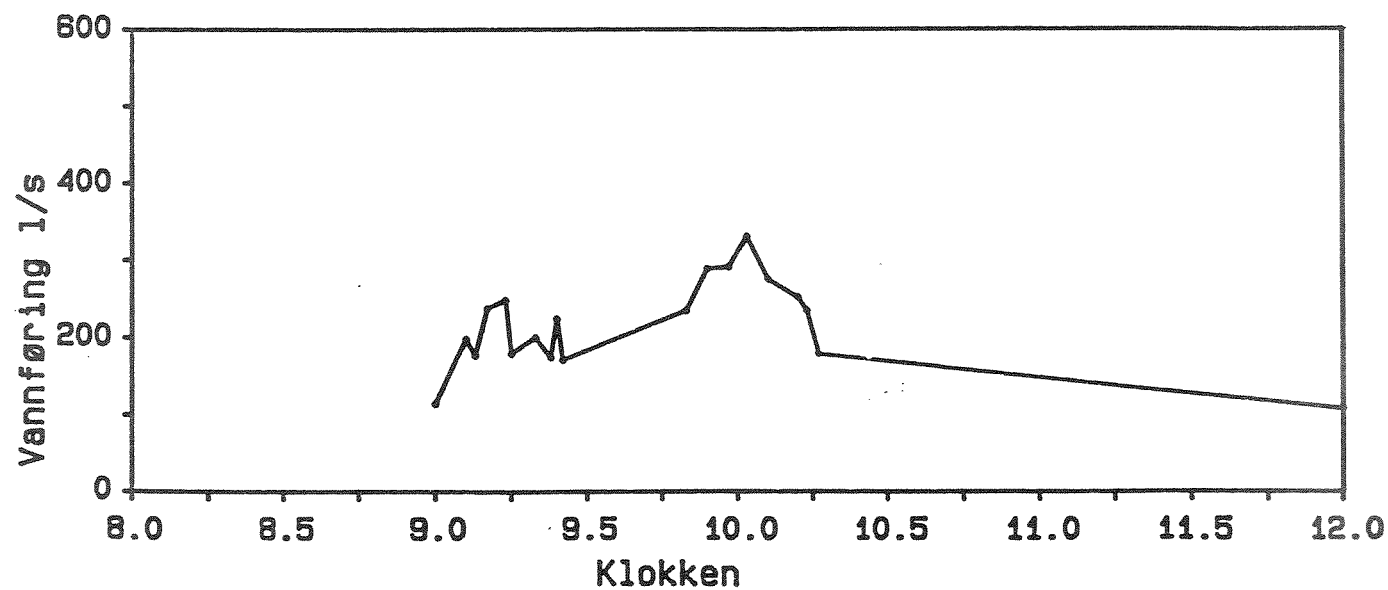
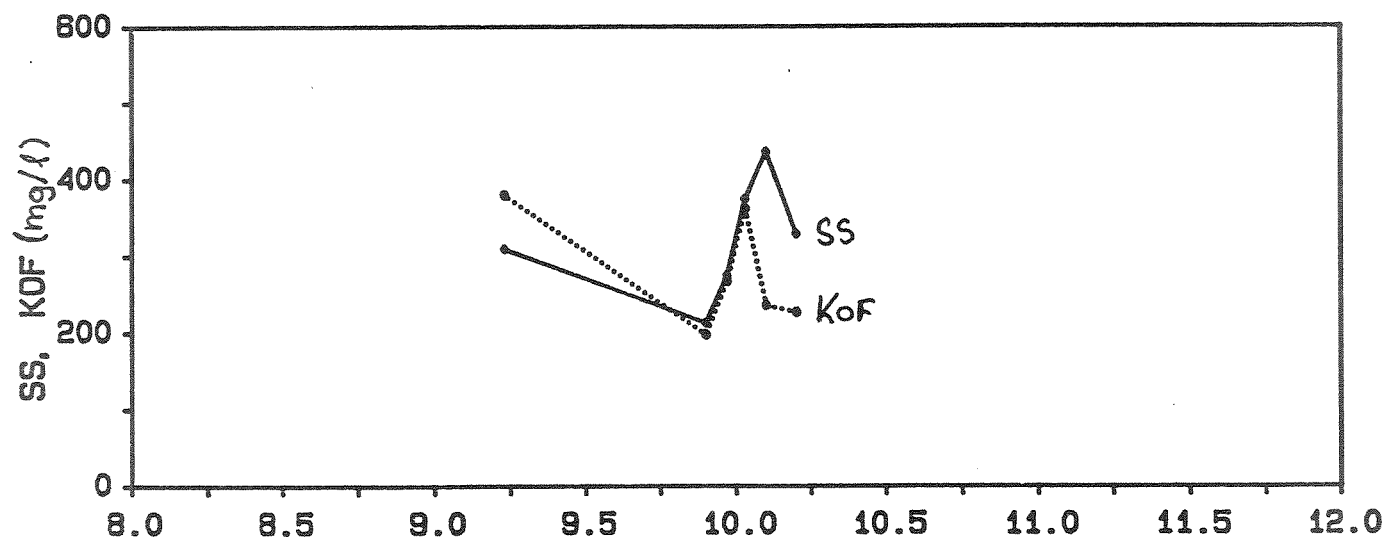
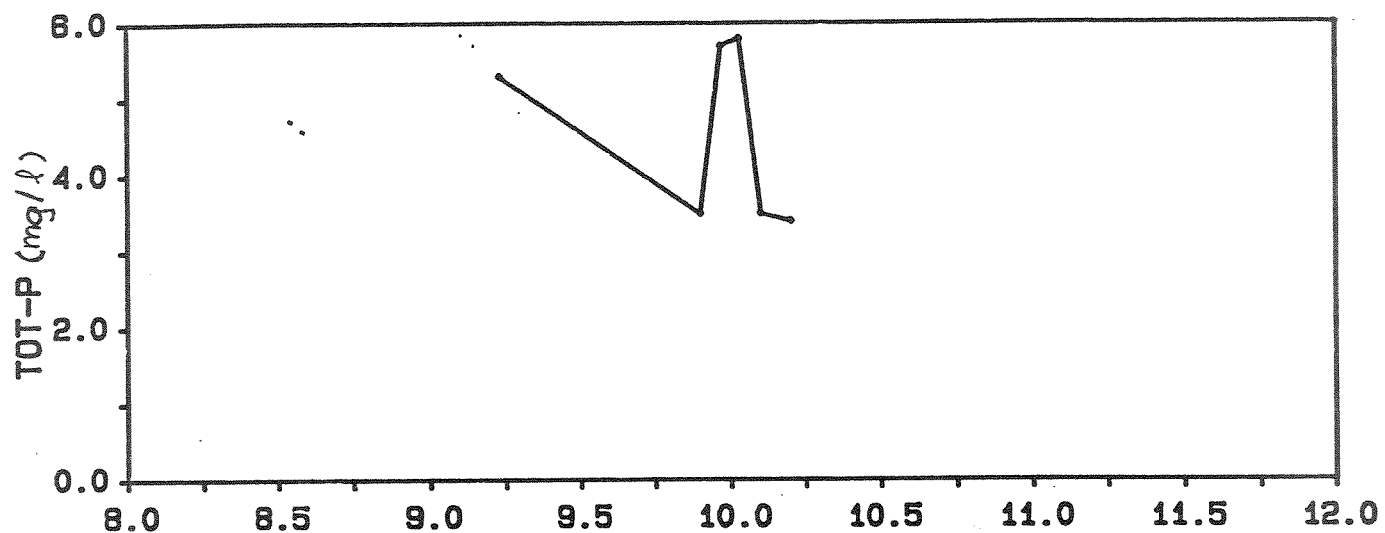


# Eckersberg gt. Episode 861010



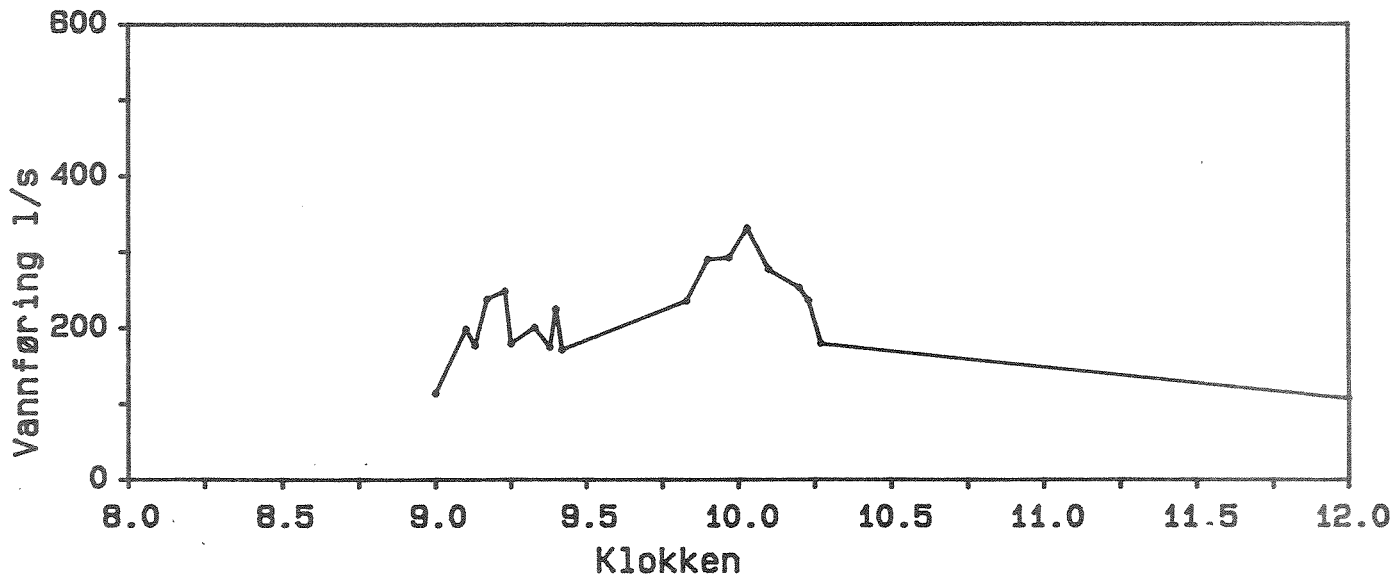
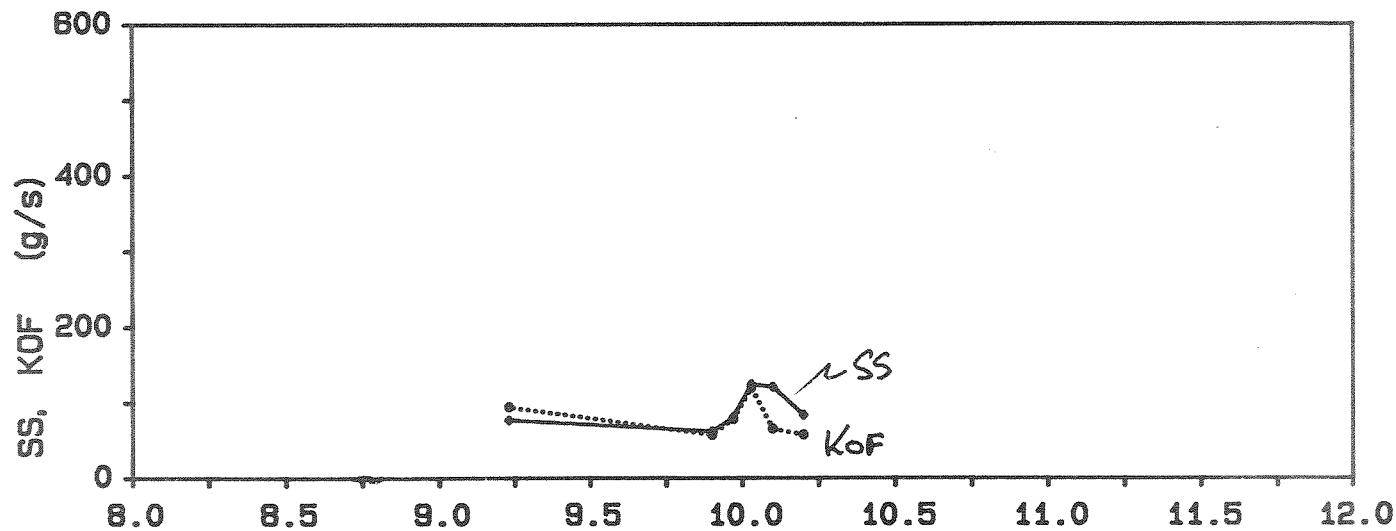
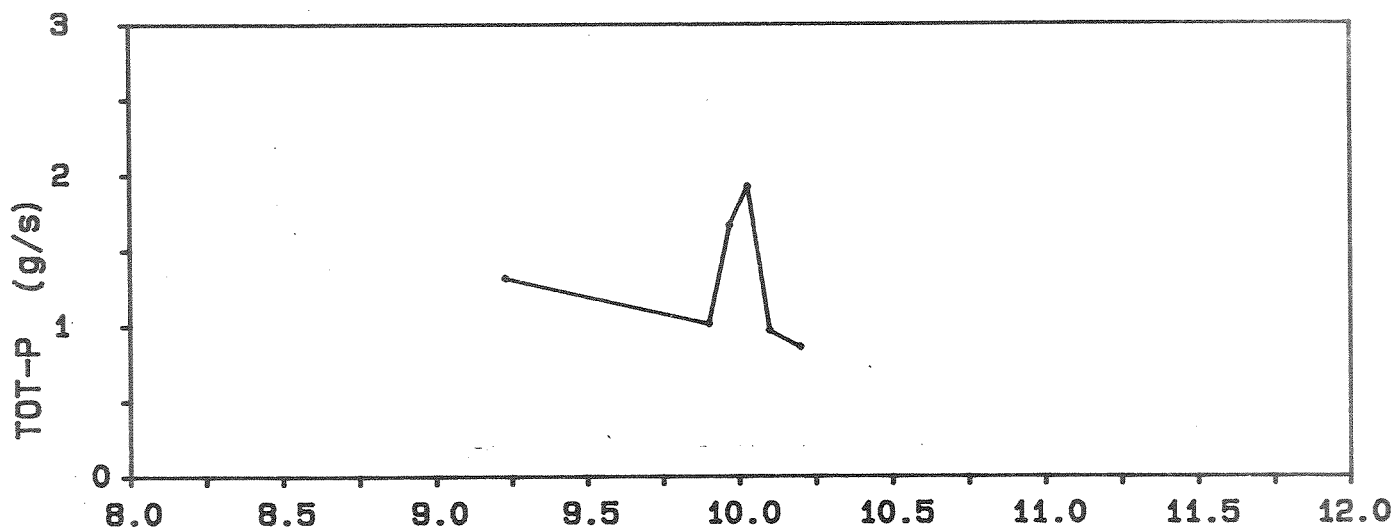
NIVA: 1987-5 -29

Eckersberg gt.  
Episode 861025



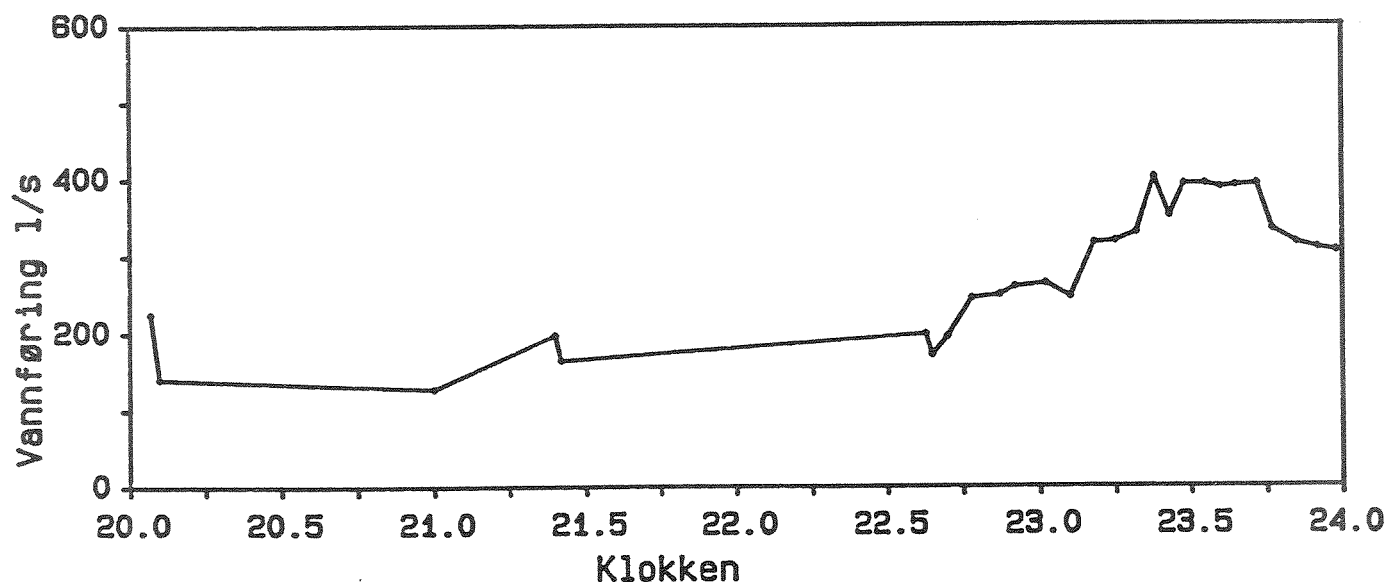
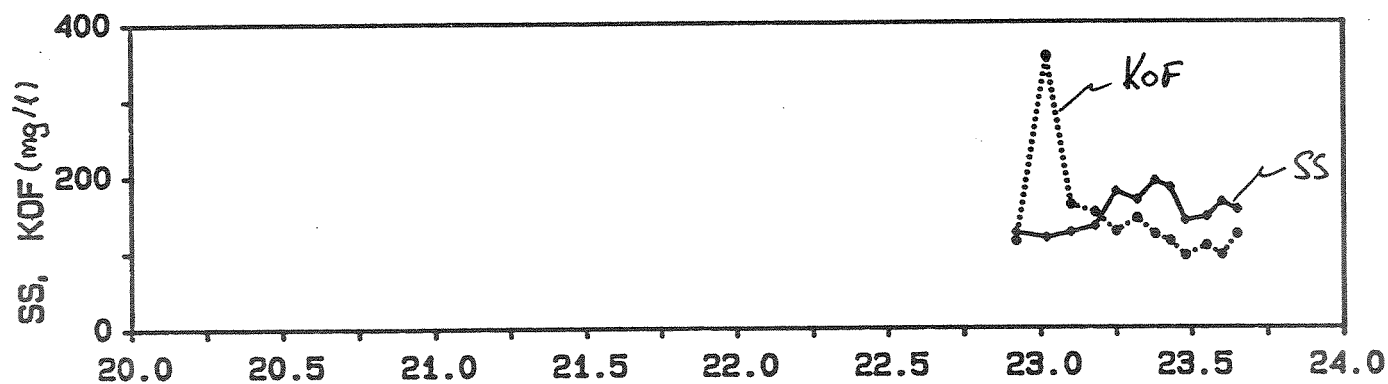
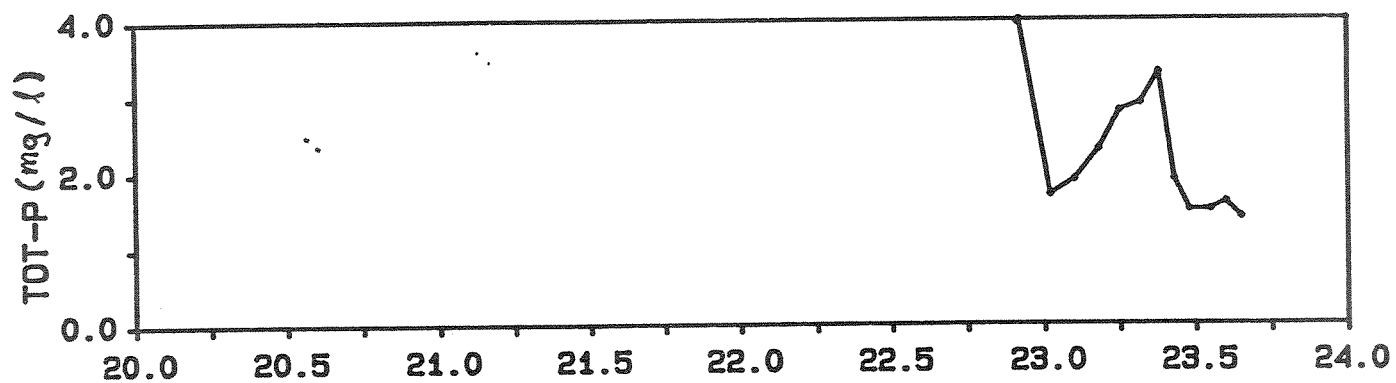
# Eckersberg gt.

Episode 861025



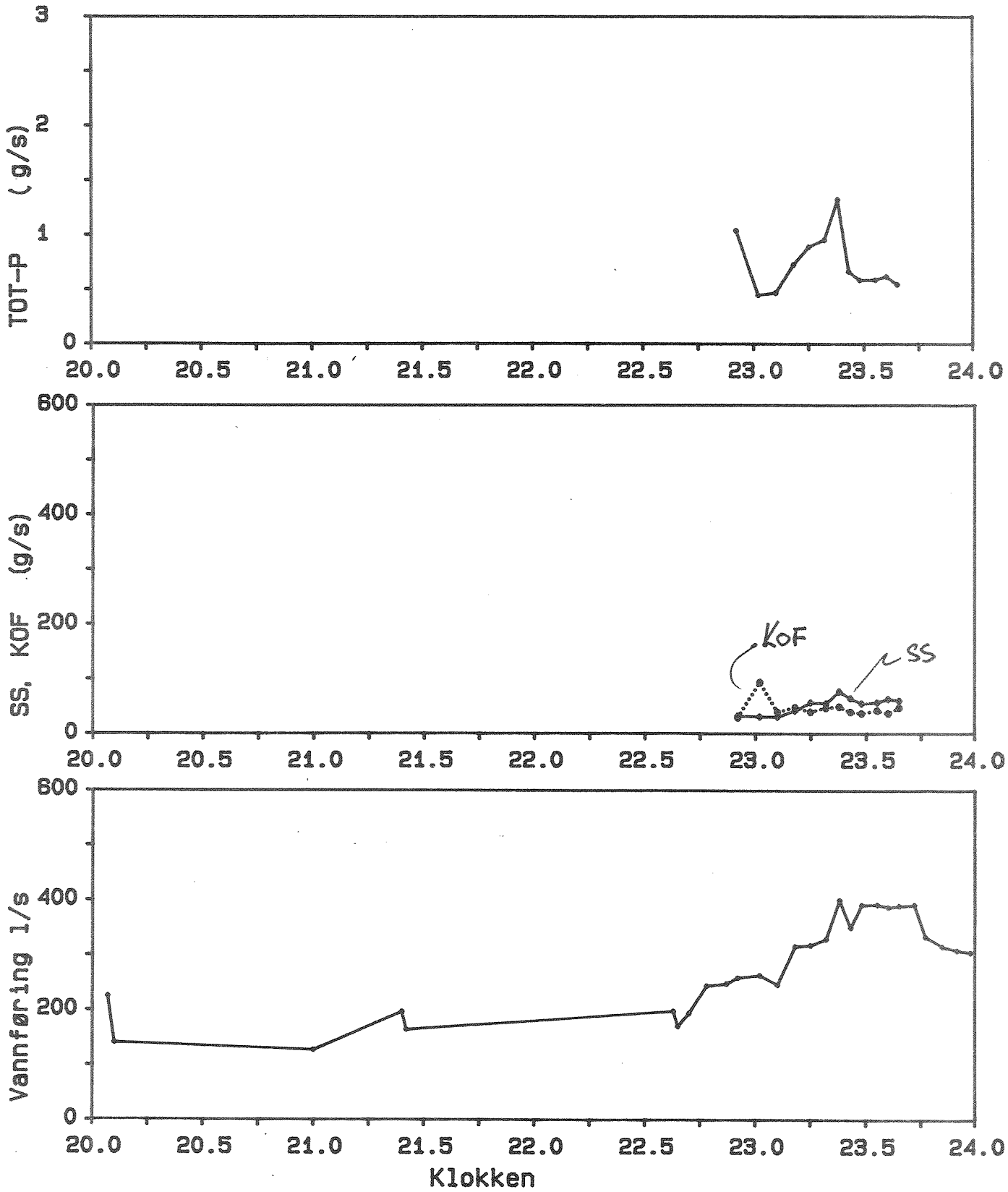
## Eckersberg gt.

Episode 861027



# Eckersberg gt.

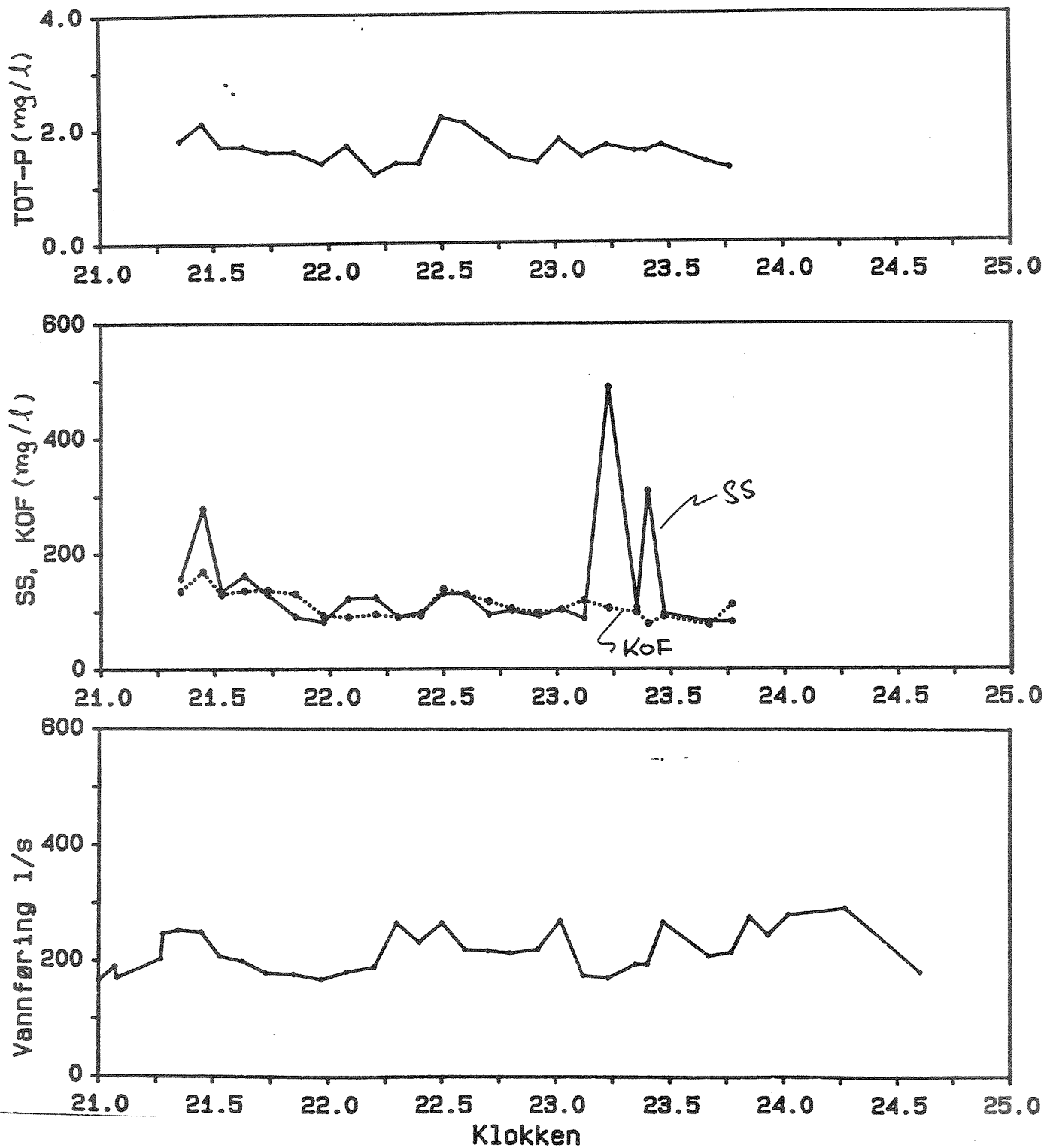
## Episode 861027



NIVA: 1987-5 -29

Eckersberg gt.

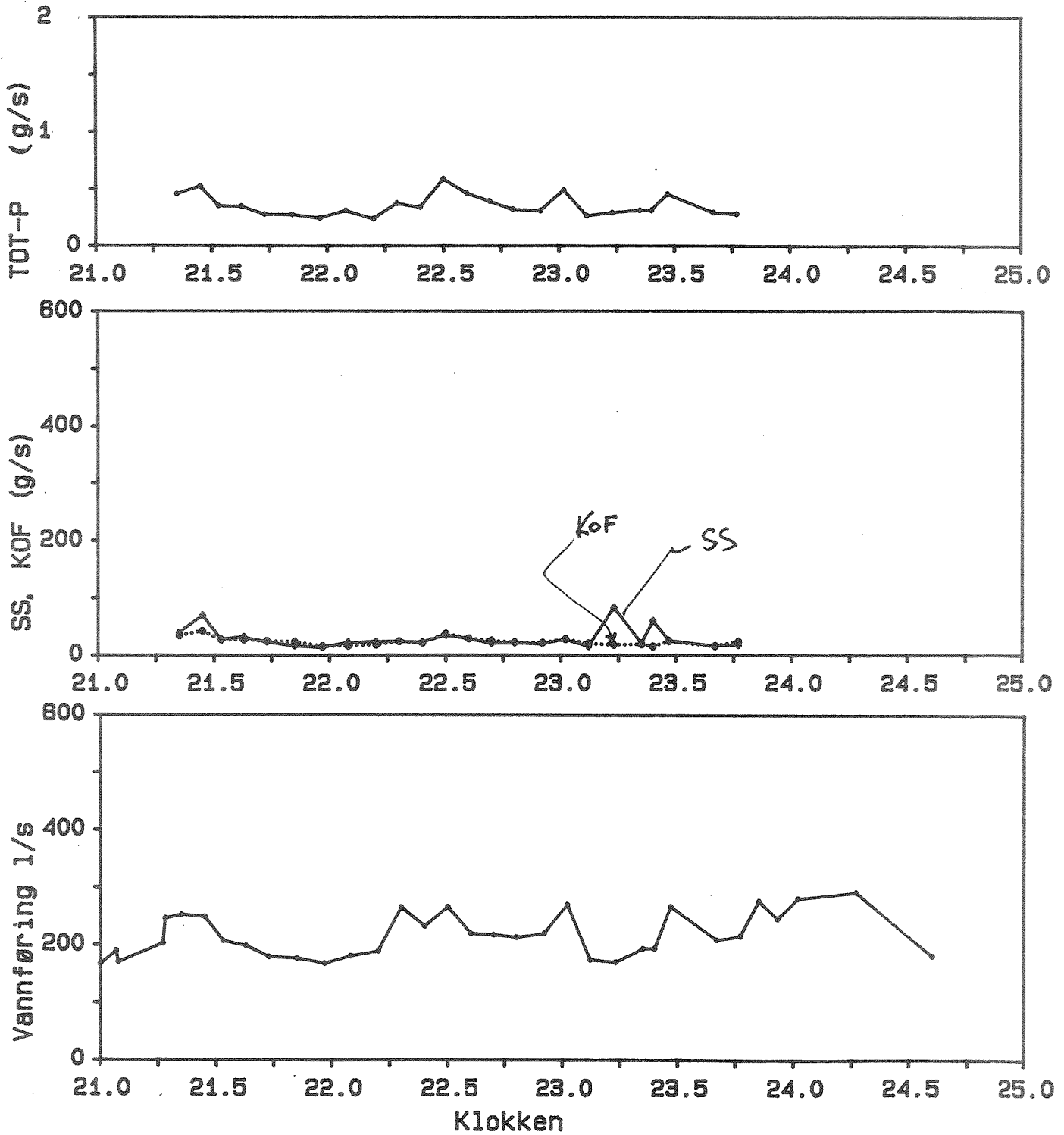
Episode 861028



NIVA: 1987-8 -24

Eckersberg gt.

Episode 861028

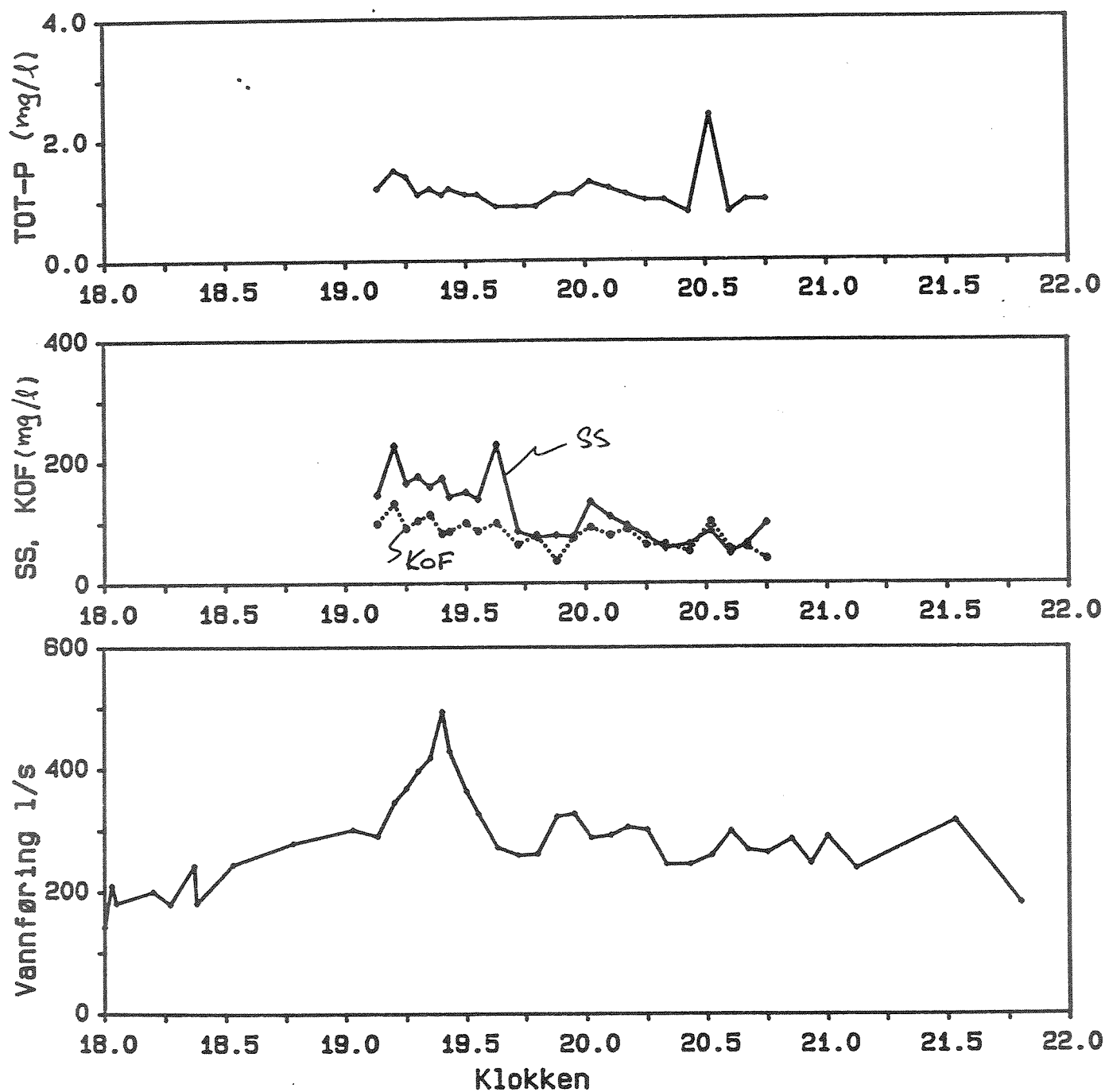




NIVA: 1987-5 -28

Eckersberg gt.

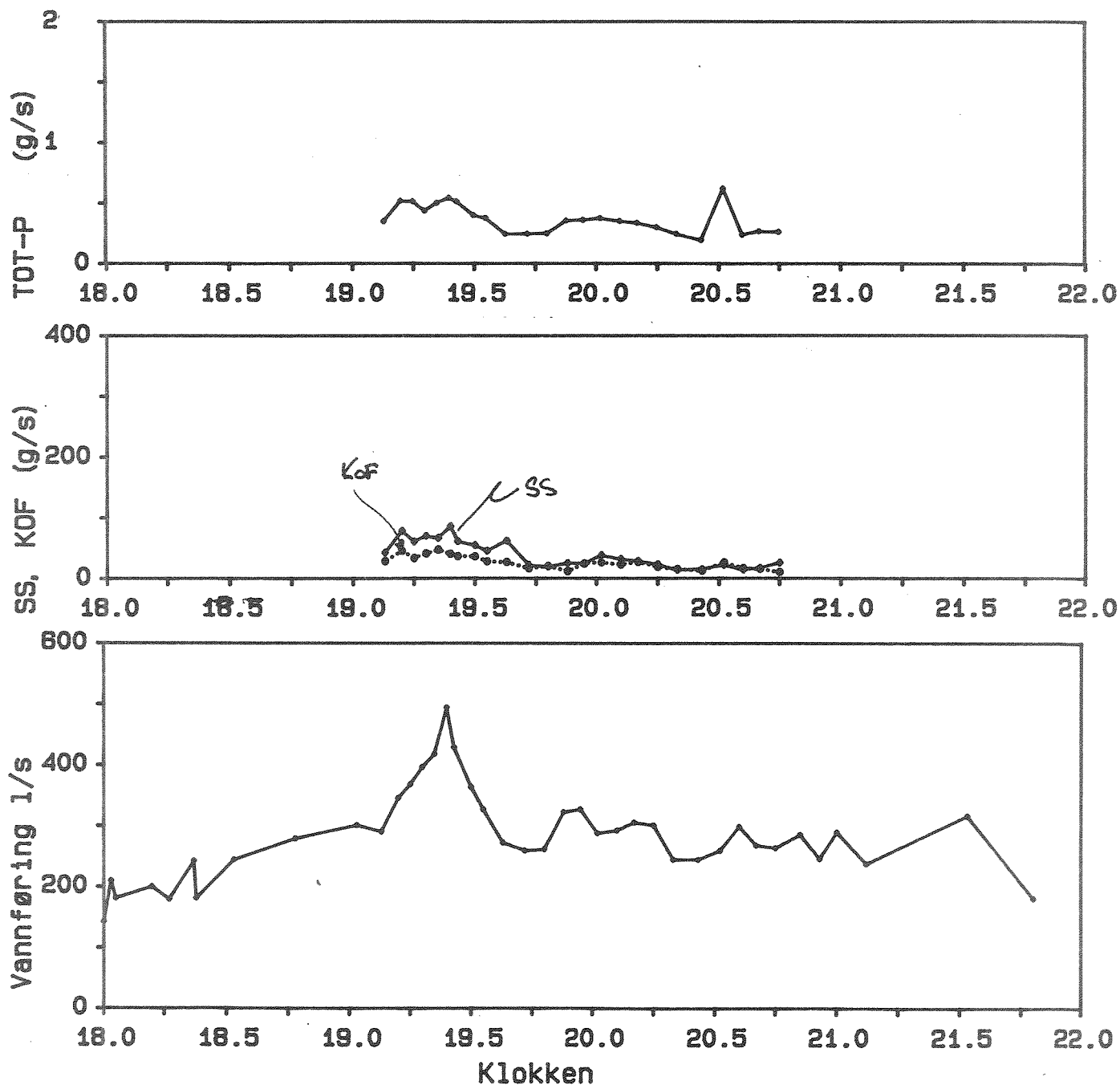
Episode 861030



NIVA: 1987-8 -24

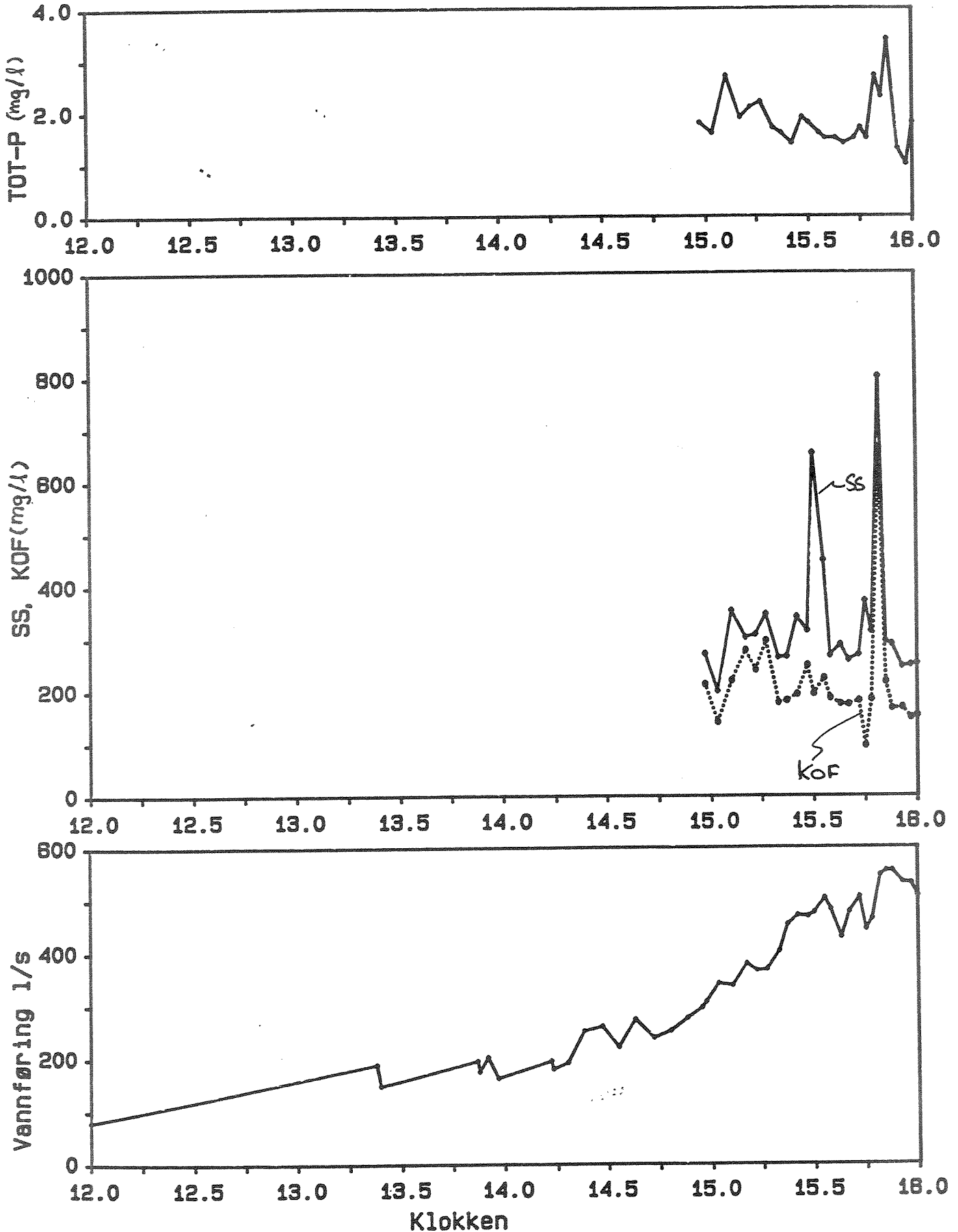
Eckersberg gt.

Episode 861030



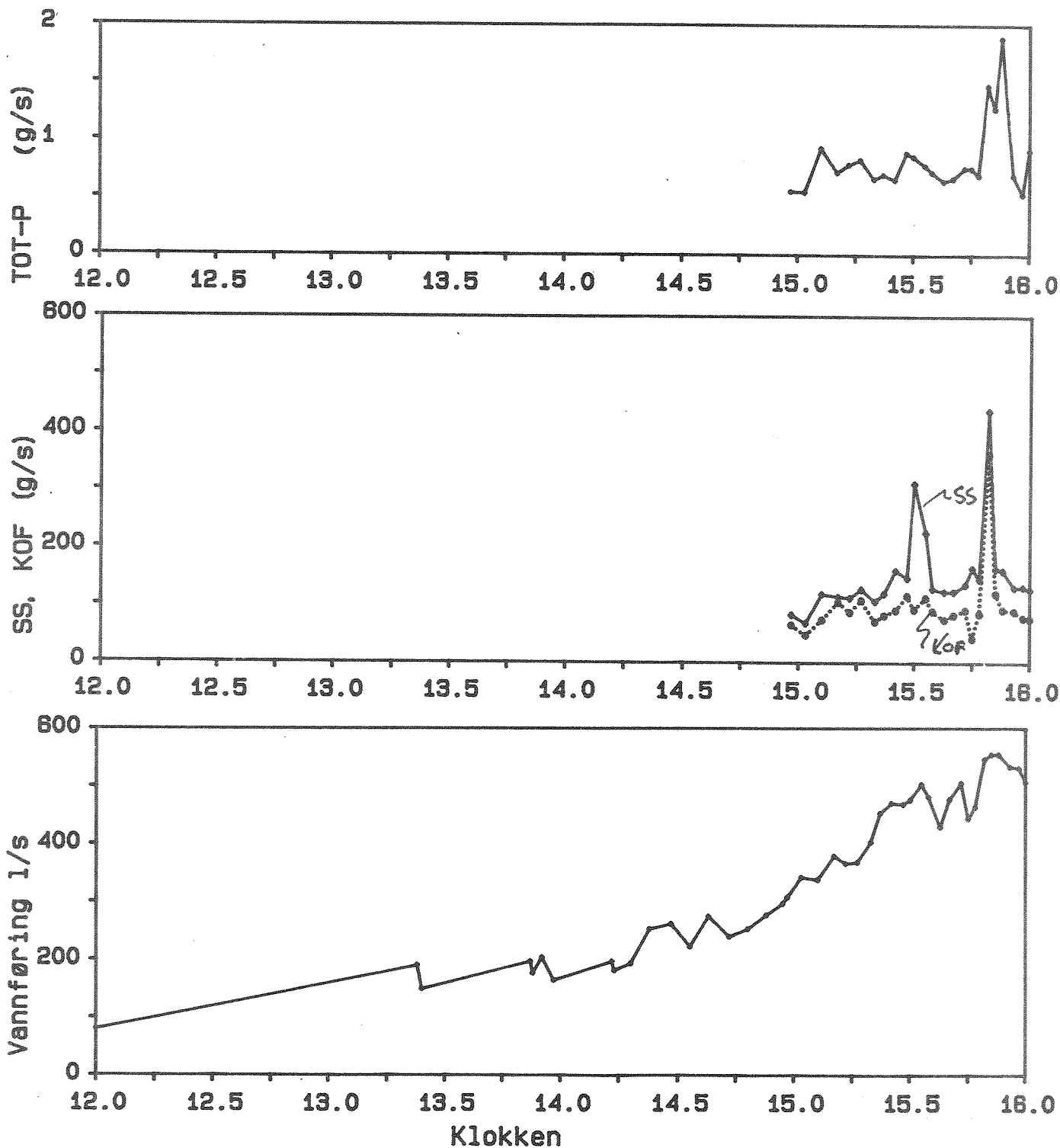
# Eckersberg gt.

## Episode 861105



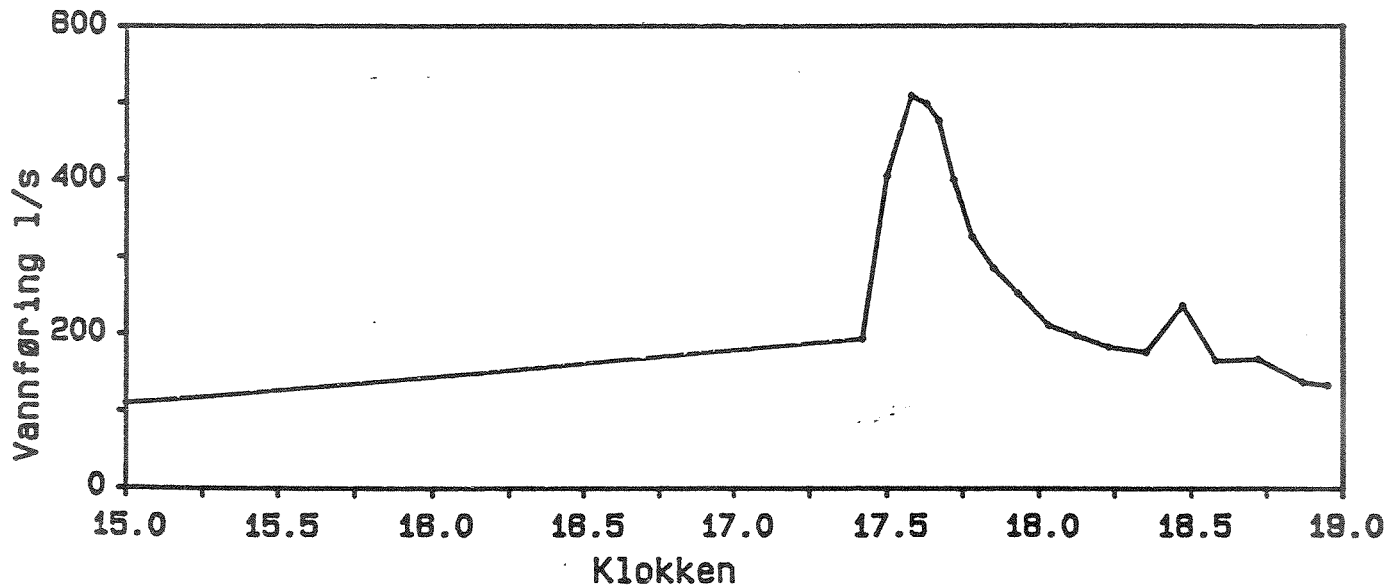
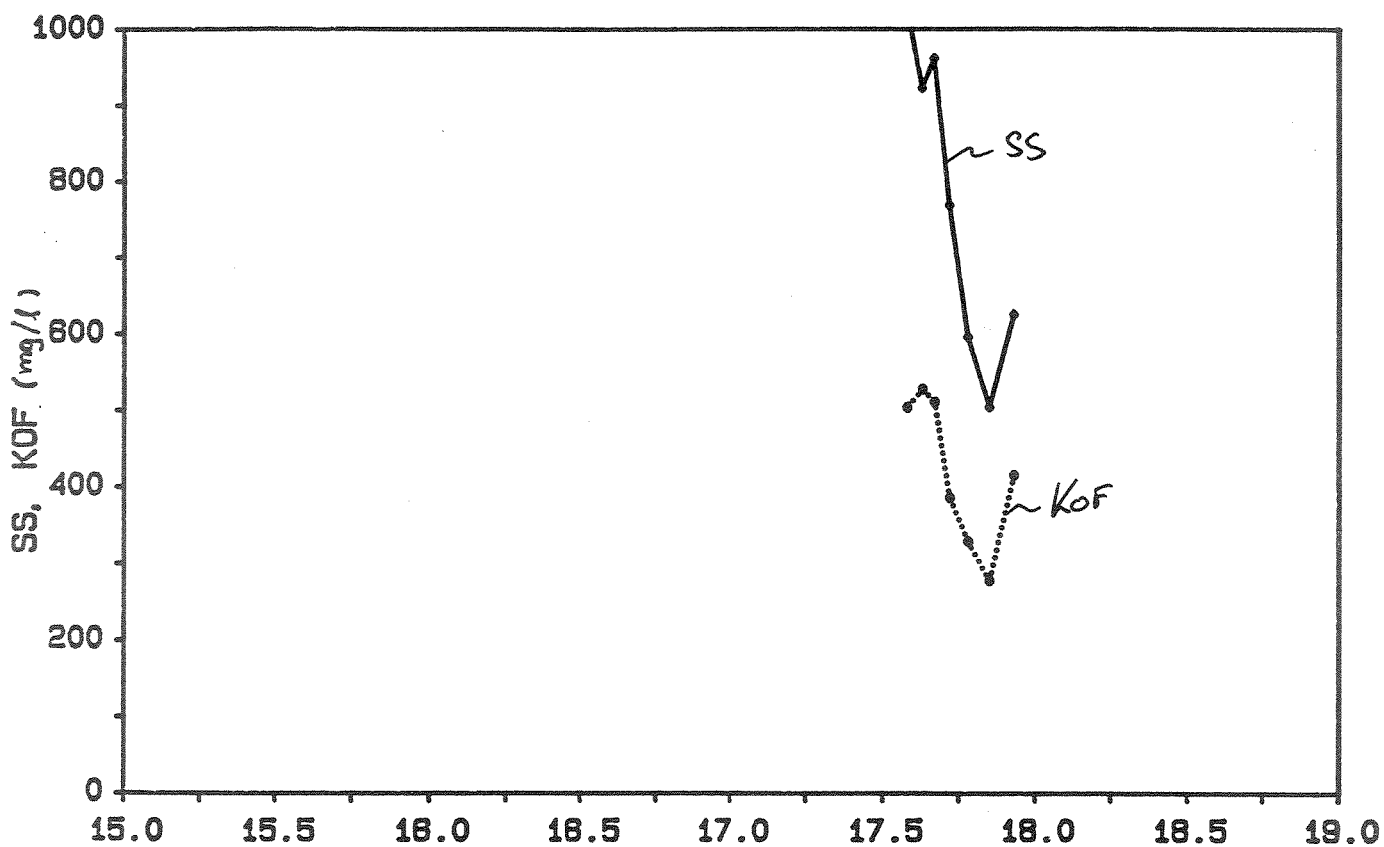
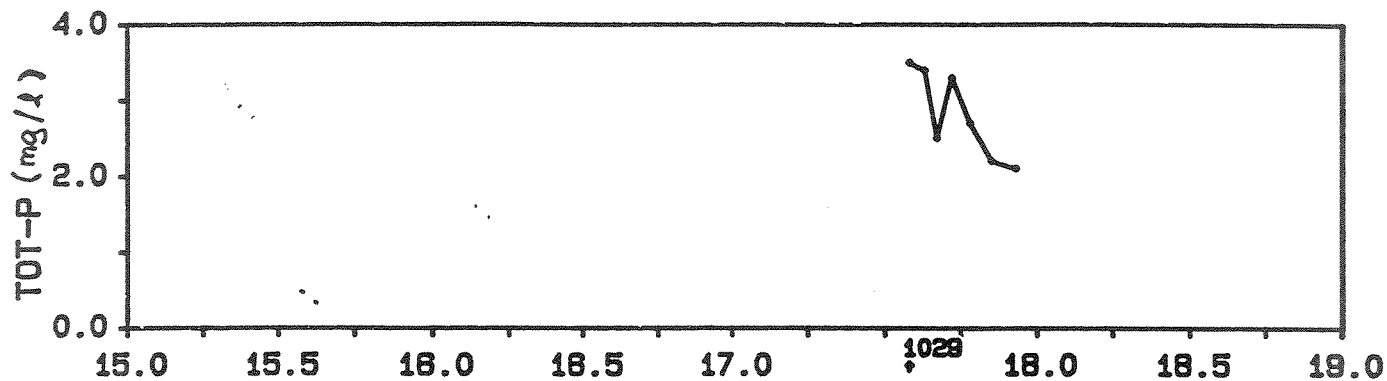
# Eckersberg gt.

## Episode 861105



# Eckersberg gt.

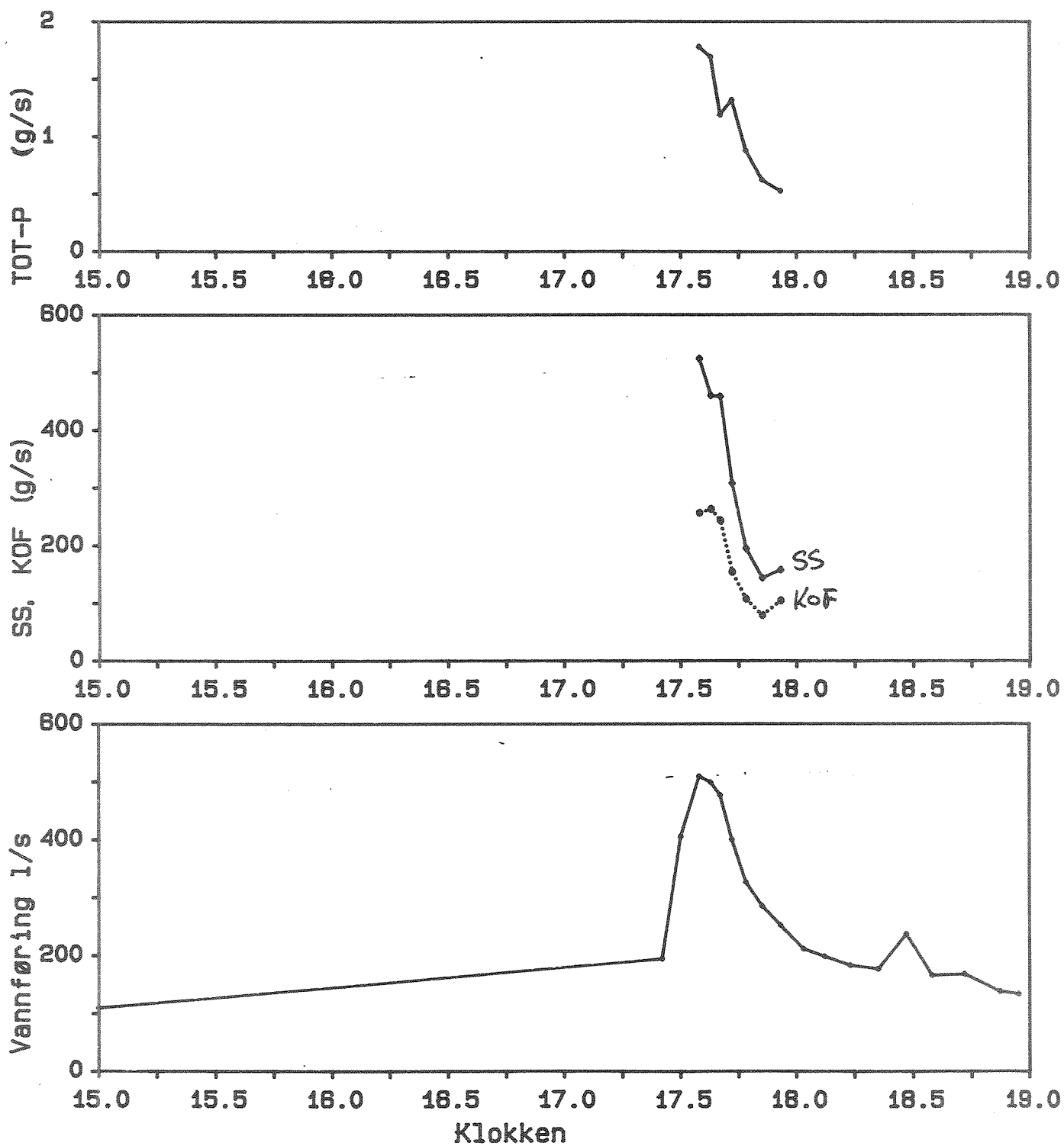
## Episode 861108



NIVA: 1987-8 -24

## Eckersberg gt.

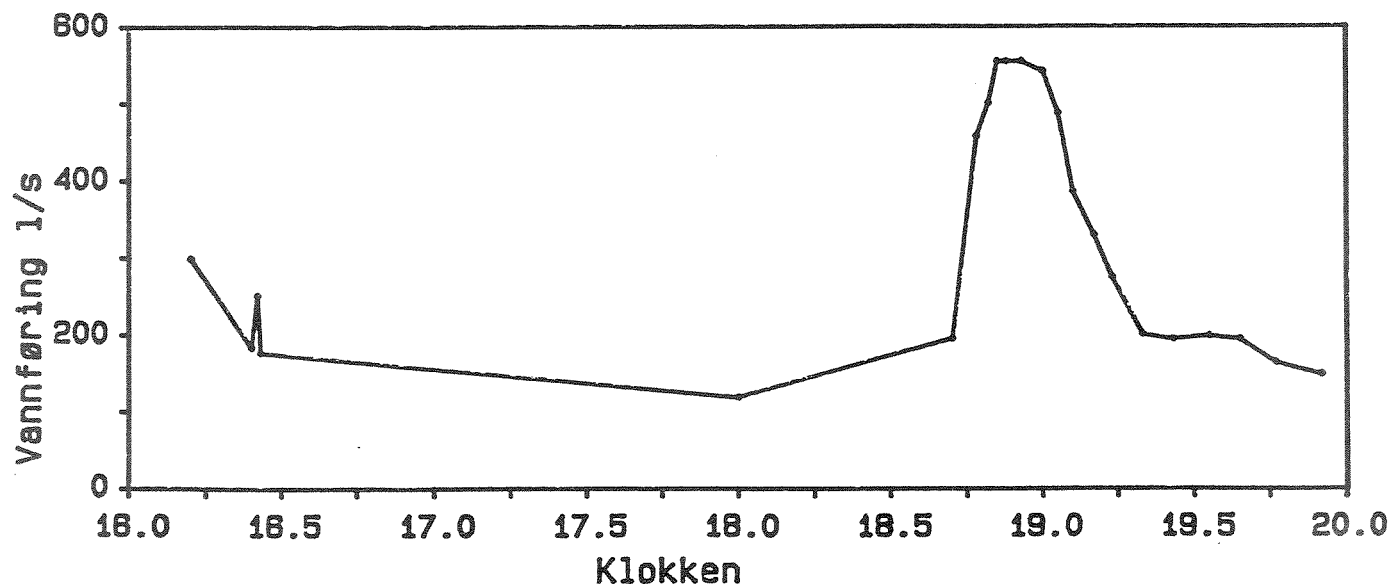
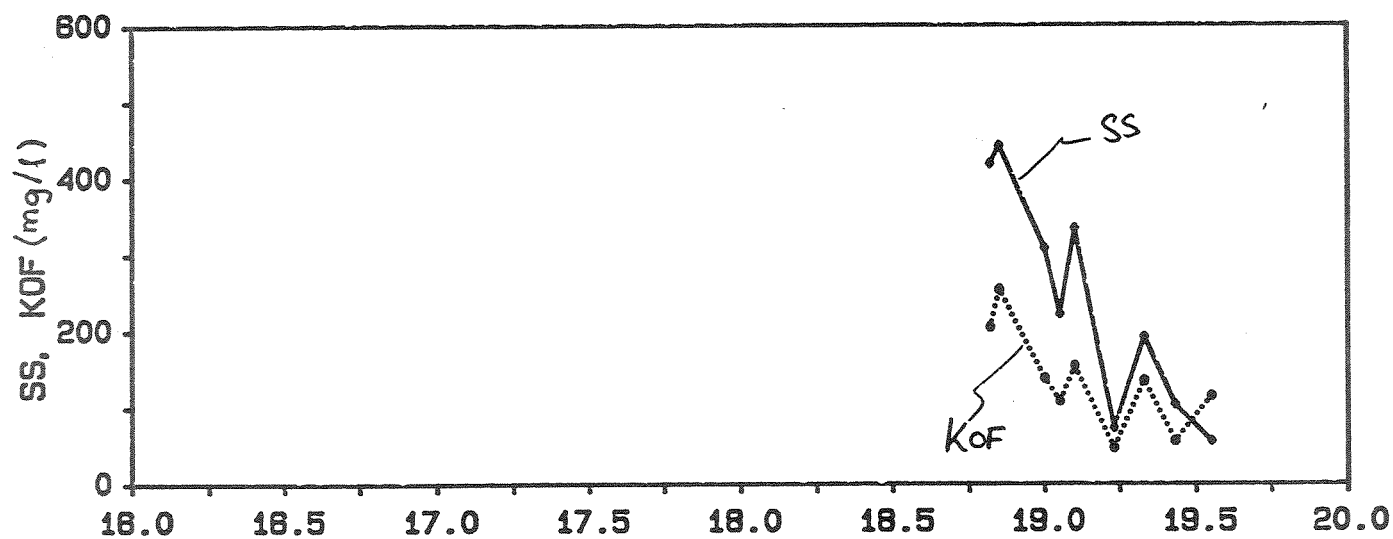
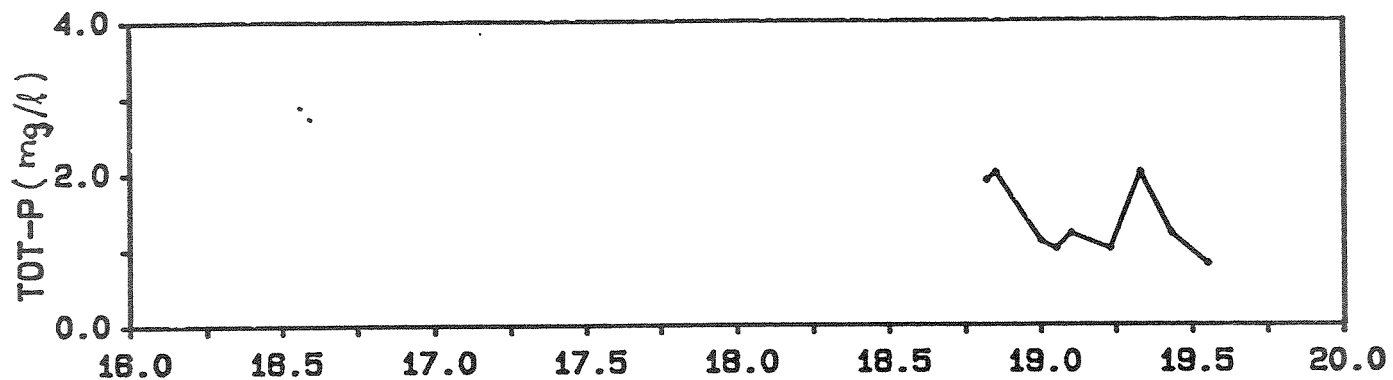
Episode 861108



NIVA: 1987-5 -29

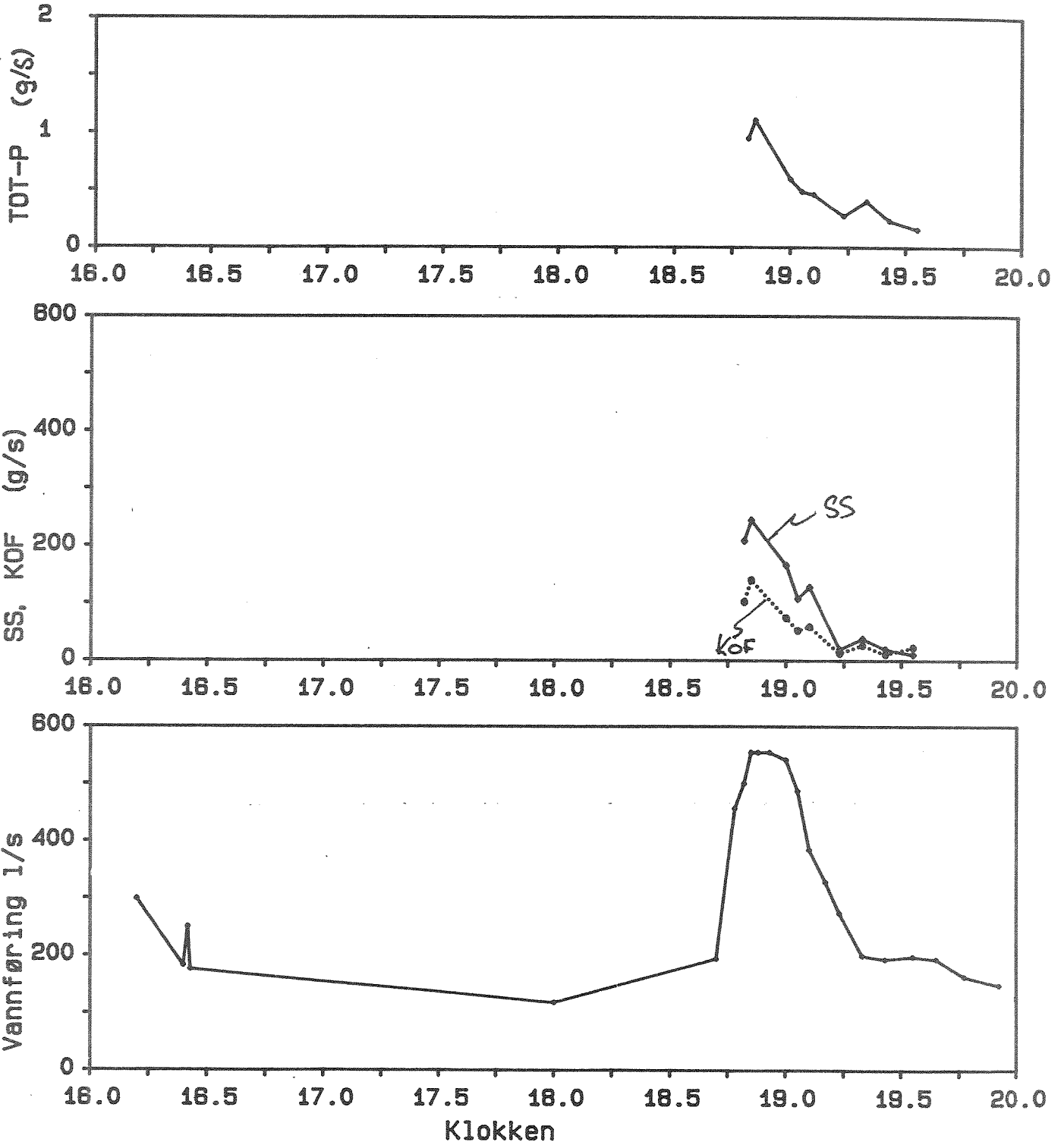
## Eckersberg gt.

Episode 861123



# Eckersberg gt.

## Episode 861123



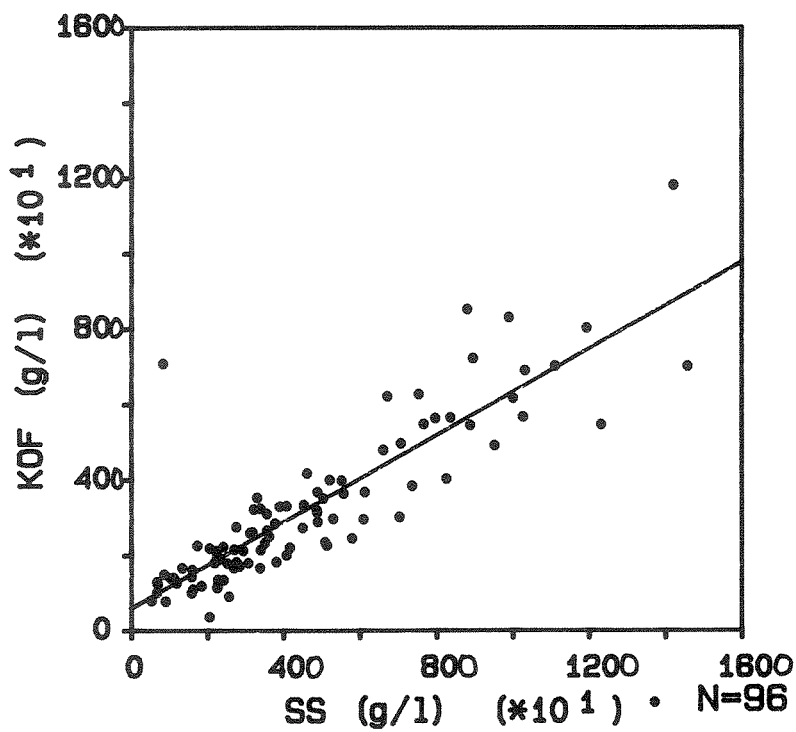


**APPENDIKS 3.****PARAMETER-KORRELASJONER FOR  
SØREN JAABÆKS GT.**aab-overlop (LIS/GUM)

NIVA: 1987-8 -19

## Søren Jaabæksgate

Alle prøver, unntatt tørrvær.



$$Y = 0.57X + 59.50$$

$$R = 0.87$$

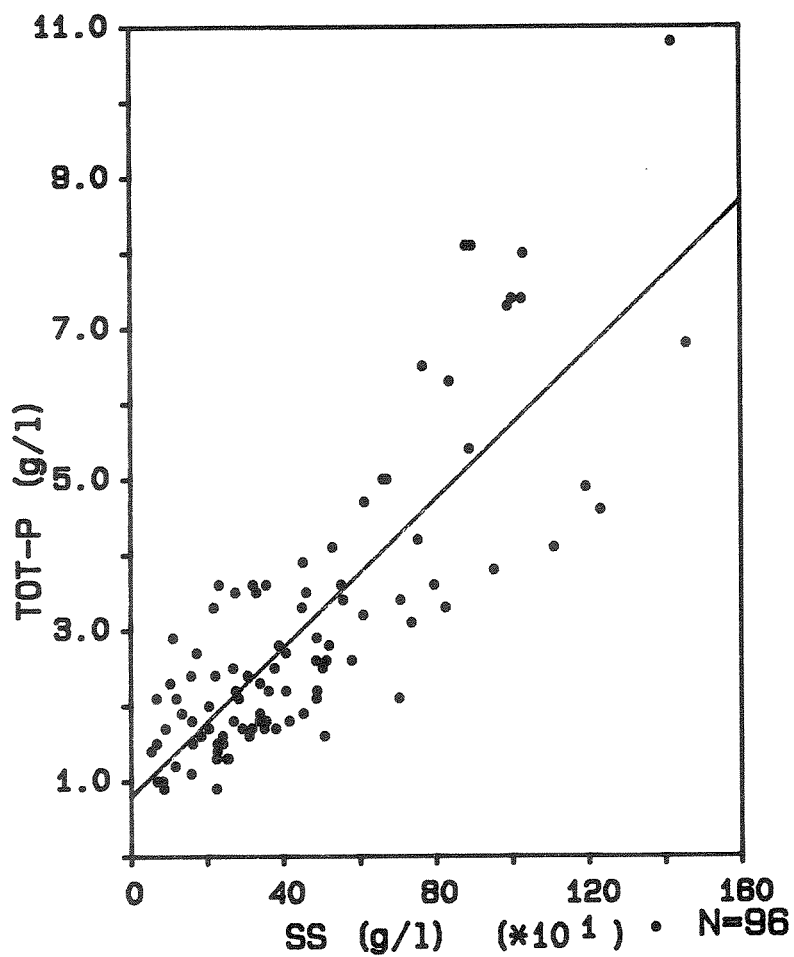
$$P_{\leq} 0.001$$

$$SD = 0.12$$

NIVA: 1987-8 -19

## Søren Jaabæksgate

Alle prøver, unntatt tørrvår.



$$Y = 0.00X + 0.80$$

$$R = 0.82$$

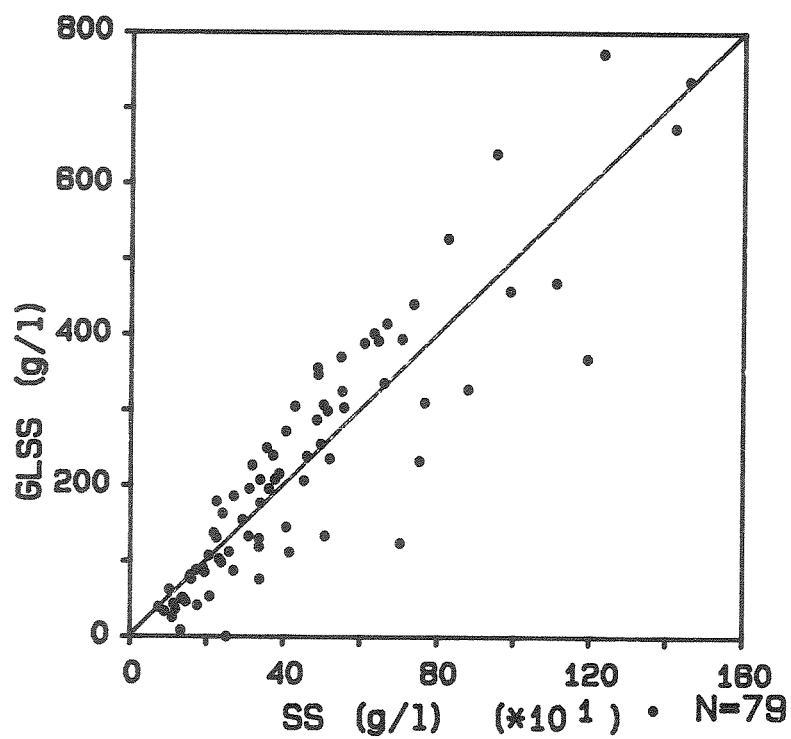
$$P \leq 0.001$$

$$SD = 0.00$$

NIVA: 1997-8 -19

## Søren Jaabæksgate

Alle prøver, unntatt tørrvær.



$$Y = 0.50X + 2.06$$

$$R=0.91$$

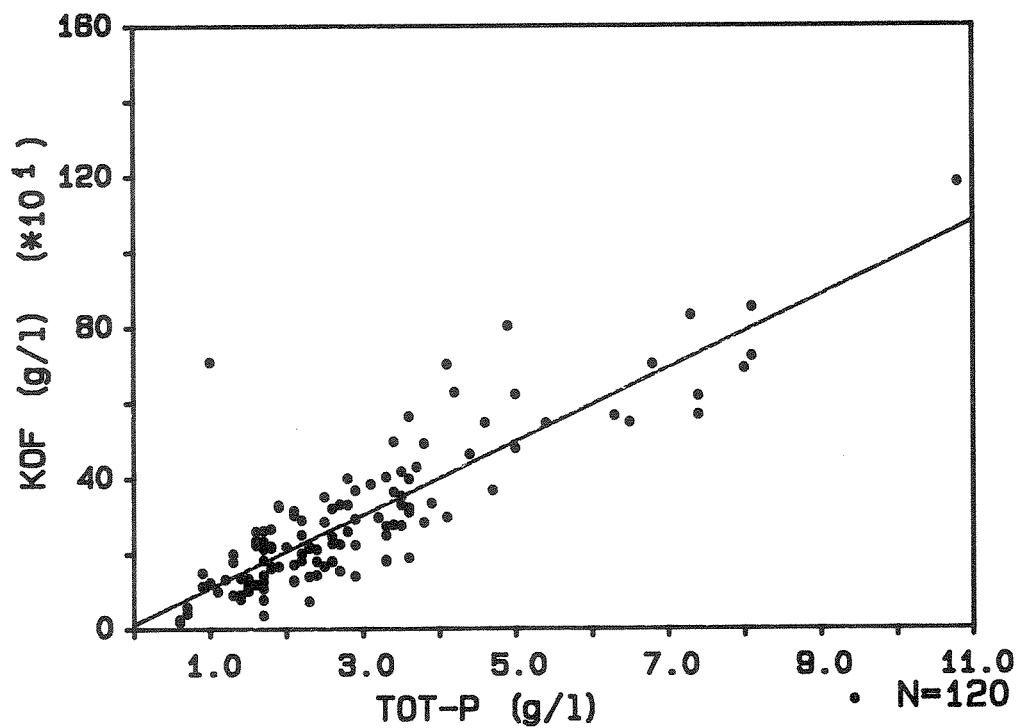
$$P_{\leq} 0.001$$

$$SD=0.09$$

NIVA: 1987-8 -19

## Søren Jaabæksgate

Alle prøver, unntatt tørrvær.



$$Y = 96.96 X + 12.19$$

$$R=0.86$$

$$P \leq 0.001$$

$$SD=17.95$$

# **WA** rapporter utgitt av NIVA

- 1/78 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 1.  
C2-31 Kjell Øren. November 1978
- 1/79 Kjemisk felling med kalk og sjøvann. Del 2  
C2-34 O-40/71 A Lasse Vråle. Juli 1979
- 2/79 Driftsresultater fra norske simultanfellingsanlegg.  
C2-28 Lasse Vråle, Eilen A. Vik. Juli 1979
- 3/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 1  
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. November 1979
- 4/79 Slamavvanning med filterpresser. Del 2  
O-78102 Bjørn-Erik Haugan. September 1979
- 5/79 Sigevann fra søppelfyllplass.  
C2-26 Torbjørn Damhaug, Arild Eikum,  
Ole Jakob Johansen. August 1979
- 6/79 Vannforurensning fra veg.  
O-79024 Eivind Lygren, Egil Gjessing,  
John Ferguson. Desember 1979
- 9/79 Primærfelling med ulike fellingskjemikalier  
ved Sandvika renseanlegg.  
O-79001 Lasse Vråle. Desember 1979
- 1/80 Bakteriologiske forhold i norske og utenlandske  
råvannskilder  
O-78029 Jens J. Nygård. Februar 1981
- 2/80 Treatment of Septic Tank Sludge  
Research Proposal  
F-80413 Arild Eikum. Januar 1980
- 3/80 Industrifyllplass i Arendal-Grimstadregionen  
Vurdering av vannforurensning og rensetekniske  
tiltak for alternativene Gloseheia og Lundeheia  
O-80016 Torbjørn Damhaug, Hans Holtan. Mars 1980
- 4/80 Utprøving av analysemetoder for PAH og kartlegging  
av PAH-tilførsler til norske vannforekomster  
A3-25 Lasse Berglund. Mars 1980
- 5/80 Mobil avvanning av septikslam  
Utprøving av septikbil »HAMSTERN»  
O-80019 Bjørn-Erik Haugan. November 1980
- 6/80 Tilføringsgrad  
Kontroll og kalibrering av vannmålestasjon  
ved Monserud kloakkrenseanlegg. Del 1  
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 7/80 Tilføringsgrad  
Forurensningstilførsler og beregning av  
tilføringsgrad for Monserud renseanlegg i 1979. Del 2  
O-78107 Lasse Vråle. Oktober 1980
- 8/80 Overløp i avløpsnett  
Tilstand i dag og mulige tiltak  
C2-32 Eivind Lygren. September 1980
- 9/80 Sikring av vannforsyning i Oslo mot  
forurensninger ved uhell eller sabotasje  
Vurdering av faremomenter. (Sperrert)  
O-79084 Egil Gjessing, Jens J. Nygård. September 1980
- 10/80 Important aspects of water treatment in USA  
XT-25 Eilen Arctander Vik. Juli 1980
- 11/80 Myrgrøfting, effekt på vannkvalitet  
Noen observasjoner fra grøftet myrområde  
i Røyken 1971-79  
XK-05 Egil Gjessing. September 1980
- 12/80 Driftsundersøkelse av vannbehandlingsanlegg  
F-80417 Torbjørn Damhaug. November 1980
- 13/80 Hvirveloverløp  
Avskilling av sedimenterbart materiale og  
flytestoffer i overløpsvann  
O-79090 Eivind Lygren. Desember 1980
- 14/80 Use of UV and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in water and  
wastewater treatment  
Research Proposal  
F-80415 Arild Schanke Eikum. Desember 1980
- 1/81 Treatment of potable water containing humus by  
electrolytic addition of aluminium followed by  
direct filtration  
Research Proposal  
F-80415 Eilen Arctander Vik. Januar 1981
- 2/81 Water research in developing countries  
A desk survey about planning and ongoing  
research projects  
O-80028 Svein Stene Johansen. Januar 1981
- 3/81 VA-teknisk forsøkskall Sentralrenseanlegg Vest SRV  
Notat  
Arild Schanke Eikum, Arne Lundar. Februar 1981
- 4/81 Alkalization/hardening of drinking water  
Research proposal  
G-314 Egil Gjessing. Februar 1981
- 5/81 Tiltak mot forurensning fra fiskeoppdrett  
Behandling av vann i resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrett  
Forskningsprogram 1981-1984  
FP-80802 Arild Schanke Eikum, Eivind Lygren. Mai 1981
- 6/81 Tiltak i eksisterende avløpssystem. Delrapport 2  
O-80018 Svein Stene Johansen. Mai 1981
- 7/81 Kalking av tillop til lille Asketjern for fjerning av humus  
Innledende forsøk. O-81065 Eilen Arctander Vik. August 1981
- 8/81 Tilføringsgrad for oppsamlingsnett  
Status for eksisterende målinger  
O-80055 Lasse Vråle. August 1981
- 9/81 A Water Pricing Study for Western Province,  
Zambia. Draft !  
O-81022 Svein Stene Johansen. September 1981
- 10/81 Fjerning av humus ved H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> tilsetning  
og UV - bestråling  
F-80415 Lasse Berglund. Oktober 1981
- 11/81 Treatment of Septic Sludge  
European practice  
O-80040 Arild Schanke Eikum. November 1981

- 12/81 Silgrainsyre som fellingsmiddel for avløpsvann  
Buhrestua renseanlegg. Nesodden  
O-80093 Lasse Vråle. Desember 1981
- 13/81 Analyse av vannbehov i husholdninger, næringsvirksomhet  
institusjoner og til kommunaltekniske formål  
O-78028-01 Svein Stene Johansen, Kim Wedum. Desember 1981
- 1/82 Fjerning av nitrogen fra kommunalt avløpsvann  
ved ammoniakkavdriving  
F-81427 Torbjørn Damhaug. Mars 1982
- 2/82 Rensning av sigevann fra søppelfyllplasser  
OF-80606 Torbjørn Damhaug. Juni 1982
- 3/82 Hvirvelkammer og hvirveloverløp  
Regulering av vannføring og rensing av overløpsvann  
O-79090 Eivind Lygren, Kim Wedum. Mai 1982
- 4/82 Avvanning av septikslam i container  
O-81104 Bjarne Paulsrud. August 1982
- 5/82 Kalibrering og justering av vannføringsmålere  
O-82011 Kim Wedum. Mai 1982
- 6/82 Vurdering av driftsinstruksjer og driftsforhold  
ved renseanlegg rundt Indre Oslofjord  
O-82004 Arne Lundar, Bjarne Paulsrud. August 1982
- 7/82 Styring av kjemikaliedoseringer ved kjemiske renseanlegg  
Erfaringer med bruk av ledningsevne som styringsparameter  
O-82025 Torbjørn Damhaug, Bjarne Paulsrud. August 1982
- 8/82 Strålingskjemisk oksydasjon av organisk stoff i vann  
Programforslag. (Spærret)  
F-80415 Kim Wedum. September 1982
- 9/82 Slamstabilisering under høy temperatur ved bruk av rent oksygen  
F-81430 Bjørn-Erik Haugan. Oktober 1982
- 10/82 Tørrværsavsetninger i fellessystemrør  
O-82022 Oddvar Lindholm. November 1982
- 11/82 Treatment of septage  
European practice  
O-80040 Arild Schanke Eikum. Februar 1983
- 1/83 Alkalisering av drikkevann  
Delrapport 1 NIVA/SIFF  
F-82441 Eileen A. Vik. Mars 1983
- 2/83 Industriavløp på kommunale renseanlegg  
Forbehandling av meieriavløp i luftede utjevningsbasseng  
Delrapport 1  
O-82017 Torbjørn Damhaug. Februar 1983
- 3/83 Samlet optimalisering av avløpsrenseanlegg  
og avløpsledningsnett  
O-82124 Oddvar Lindholm. Februar 1983
- 4/83 Driftskontrollprogram for galvanoidindustriens renseanlegg  
O-79049 Eigil Iversen. Mars 1983
- 6/83 Optimalisering av galvanotekniske industrirensanlegg  
O-82119 Eigil Iversen. Mai 1983
- 7/83 Utslipp av syre, løst organisk materiale og suspendert  
stoff fra Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard  
juli-oktober 1982  
O-82067 Øivind Tryland. Mars 1983
- 8/83 Analyseresultater for avløpsvann fra  
Mosjøen Aluminiumverk april-oktober 1982  
O-82027 Øivind Tryland. Mars 1983
- 9/83 Vannforurensning ved bruk av kalksalpeter som  
støvdempingsmiddel på grusveger  
O-81050 Eivind Lygren, Reidun Schei. Juni 1983 (Spærret)
- 10/83 Funksjonsprøving nr 2 av membran  
kammerfilterpresser VEAS Mars 1983  
O-82130 Lasse Vråle. Mars 1983
- 11/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 1  
Forurensningsproduksjon fra boligfelt med tett  
opsamlingsnett i Sydsbogen, Røyken kommune  
O-81041 Lasse Vråle. April 1983
- 12/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 2  
Automatisk overvåking av vannforbruk og lekkasje som  
alternativ metode for beregning av tilførringsgrad.  
Resultater fra undersøkelsene ved Sydsbogen,  
Buhrestua og Siggerud.  
O-81041 Lasse Vråle. Desember 1984
- 13/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 3  
Spillvannstapets resipient påvirkning i Siggerudgryta,  
Ski kommune  
O-81041 Lasse Vråle. August 1983
- 14/83 Spillvannstap fra oppsamlingsnett  
Delrapport 4  
Spillvannstapets innvirkning på grunnvannskvalitet.  
Buhrestua rensedistrikt, Nesodden kommune.  
O-81041 Lasse Vråle. Oktober 1984
- 15/83 A feasibility study of fishfarming in Jordan  
O-83026 Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug. Juni 1983 (Spærret)
- 16/83 Driftsanalyse av Bekkelaget renseanlegg  
O-82005 Bjarne Paulsrud, Kim Wedum. Juni 1983 (Spærret)
- 17/83 Water Research in Zambia  
A review of the need for water research  
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 18/83 Water Research in Kenya  
A review of the need for water research  
O-83014 Svein Stene Johansen. September 1983
- 19/83 Water research in Tanzania  
A review of the need for water research  
O-83014 Svein Stene Johansen, Torbjørn Damhaug. May 1984
- 20/83 Mikrobiologisk angrep på gummipakninger til vann- og avløpsrør  
Programforslag  
O-83033 Kim Wedum. Juni 1983 (Spærret)

- 21/83 **Slamdeponering ved norske mangansmelteverk**  
Fysisk-kjemisk karakterisering av drensvann og virkninger av drensvann på biologiske forhold i resipienten  
O-80058 Øivind Tryland, Harry Efraimssen. April 1983
- 22/83 **Sandstangen vannverk**  
O-83079 Eilen A. Vik. Juni 1983 (Sperrert)
- 23/83 **Erfaringer med mottak av septikslam på kommunale renseanlegg**  
O-82037 Bjarne Paulsrud. Juli 1983
- 24/83 **Miljøgifter i overvann**  
O-83063 Oddvar Lindholm. August 1983
- 25/83 **Arealfordeling av korttidsnedbør**  
O-83005, F-83450 Oddvar Lindholm. Oktober 1983
- 26/83 **Urbanhydrologi i Sverige**  
En litteraturstudie  
O-83092 Oddvar Lindholm. November 1983
- 27/83 **Tørrværsavsetninger i fellessystemrør**  
Fase II  
O-82111 Oddvar Lindholm, November 1983
- 28/83 **Bruk av rent oksygen for luktreduksjon ved renseanlegg R-2, Lillehammer**  
O-82083 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan. November 1983
- 29/83 **Avsluttende funksjonsprøve for membran-filterpresser ved VEAS, oktober-november 1983**  
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud. November 1983 (Sperrert)
- 30/83 **Emerging European Wastewater Treatment Technology Preliminary Description**  
O-83150 Arild Schanke Eikum. Desember 1983 (Sperrert)
- 31/83 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**  
Mikrobiell nedbrytning av klorert organisk materiale i blekeriavløpsvann  
F-81434 Øivind Tryland, Harry Efraimssen. Desember 1983
- 32/83 **Suspensjoners synkehastighet**  
Metode for analyse av finfordelte partiklers synkehastighet i vann  
F-81434 Øivind Tryland. Desember 1983
- 33/83 **Silgrainsyre som fellingsmiddel ved SRV, VEAS Slemmestad**  
O-82102 Lasse Vråle, P. Sagberg. Desember 1983. (Sperrert)
- 1/84 **Industriavløp på kommunale renseanlegg**  
O-82017 Torbjørn Damhaug. Januar 1984
- 2/84 **Luftet lagene for rensing av sigevann**  
Delrapport 1. Driftserfaringer  
O-83027 Ragnar Storhaug. Februar 1984
- 3/84 **Highway pollution in a Nordic Climate**  
O-79024 Eivind Lygren. Mars 1984
- 4/84 **An evaluation of large-scale algal cultivation systems for fish feed production**  
O-84002 Torbjørn Damhaug et al. Februar 1984 (Sperrert)
- 5/84 **Matematisk modell av avløpsrenseanlegg**  
O-82124/F-83448 Oddvar Lindholm. Februar 1984
- 6/84 **Adsorption in Water Treatment**  
Fluoride Removal  
FP-83828 Eilen A. Vik. Februar 1984
- 7/84 **Analyse av vannføringsdata**  
O-81113 Kim Wedum. Januar 1984
- 8/84 **Renseeffekt i Heistad renseanlegg med og uten tilkopling av industrielt avløpsvann**  
O-83093 Øivind Tryland. April 1984
- 9/84 **Hygienisering av slam ved bruk av rent oksygen**  
F-81430 Bjarne Paulsrud, Bjørn-Erik Haugan, Gunnar Langeland. Juli 1984
- 10/84 **Slamavvanning med filterpresser ved SRV**  
Økonomisk sammenligning av Lasta membran-filterpresser og Rittershaus & Blecher kammerfilterpresser  
O-83098 Lasse Vråle, Bjarne Paulsrud. Mai 1984 (Sperrert)
- 11/84 **Separat behandling av slamvann fra avvanning av septikslam**  
Biologisk rensing ved bruk av aktivslam  
O-83021 Ragnar Storhaug. Juni 1984
- 12/84 **Industriutslipp til vassdrag**  
Aveininger for å beskytte resipienten, eksempel fra en tekstilbedrift  
OF-81618 Bjørn-Erik Haugan, Kim Wedum. April 1984 (Sperrert)
- 13/84 **Treforedlingsindustriens avløpsvann**  
Virkning av peroksyd og UV-bestråling på klororganisk materiale og farge i celluloseblekeriers avløpsvann  
F-81434 Øivind Tryland. Mai 1984
- 14/84 **Driftsassistanse**  
Vannrenseanlegg, ÅSV A/S Fundo Aluminium  
O-83141 Egil Iversen, Torbjørn Damhaug. Juni 1984
- 15/84 **Ammonium som forurensningsparameter**  
O-83035 Kim Wedum. August 1984
- 16/84 **Driftsoppfølging av Biovac renseanlegg for helårsbolig**  
O-82101 Bjarne Paulsrud. September 1984
- 17/84 **Kalkfelling på små renseanlegg**  
O-83067 Ragnar Storhaug. Oktober 1984
- 18/84 **Hygienisering av slam ved lufttilførsel (Janca-prosessen)**  
O-84050 Bjarne Paulsrud, Gunnar Langeland. September 1984
- 19/84 **Utvikling av lukket mærkonstruksjon.**  
Prosessløsning og optimalisering  
O-84091 Kjell Maroni, Eivind Lygren, Bjørn Braaten. Oktober 1984. (Sperrert)
- 20/84 **Forurensningsproduksjon fra husholdning**  
Halvårlig sommerundersøkelse fra Sydkogen i 1983, Røyken kommune.  
F-83451 Lasse Vråle. Oktober 1984
- 21/84 **Luftet lagene for rensing av sigevann**  
O-83027 Ragnar Storhaug. April 1985
- 22/84 **Avløpsvannmengder tilført påslippene ved SRV i 1983 og 1984**  
O-83090 Lasse Vråle. April 1985



- 1/85 **Spesifikk forurensningsproduksjon fra husholdning**  
Enkel litteraturstudie  
O-84131-01 Lasse Vråle. Mars 1985
- 2/85 **Kritisk analyse av spesifikke forurensningsmålinger**  
O-84131-02 Lasse Vråle. Mars 1985
- 3/85 **Treatment of leachate in aerated lagoons**  
Lab-scale study  
O-84022 Ragnar Storhaug. Juli 1985
- 4/85 **Fiskeoppdrett på Granerudstøa, Nesodden**  
O-85233 Bjørn Braaten, Torbjørn Damhaug. Juni 1985
- 5/85 **Oppdrett av ferskvannskreps ved Mesna Bruk A/S**  
Forprosjekt  
O-85126 Sigurd Rognerud, Stellan Karlson  
Torbjørn Damhaug, Gösta Kjellberg. August 1985
- 6/85 **Driftsassistanse - Vannrenseanlegg ved Steens Fornikling A/S**  
O-84157 Øivind Tryland. August 1985
- 7/85 **Spillvarmebasert akvakulturanlegg i Tyssedal**  
Forprosjekt  
O-85226 Kjell Maroni, Erlend Waatevik. September 1985 (Sperrret)
- 8/85 **Driftsassistanse - Avløpsledning**  
**Høvik Lys A/S**  
O-85221 Øivind Tryland, Eigil Iversen,  
Åse K. Rogne. August 1985
- 9/85 **Teknologi og miljø i oppdrettsnæring**  
O-84159/O-84160 Kjell Maroni. Januar 1985
- 10/85 **Rensing av blyholdig avløpsvann.**  
**Undersøkelser ved Sønnak Batterier A/S**  
O-85222 Eigil Iversen, Øivind Tryland. September 1985
- 11/85 **Spillvarmebasert oppdrettsanlegg i tilknytning**  
**til Sauda Smelteverk A/S**  
O-84167 Kjell Maroni. April 1985 (Sperrret)
- 12/85 **Overføring av avløpsvann fra Bekkelaget rensedistrikt**  
**til Sentralrenseanlegg Vest, SRV.**  
Noen vurderinger av VA-tekniske konsekvenser  
O-85147 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 14/85 **Vann- og avløpstekniske løsninger for Helleberg hytteområde**  
Nordstul, Store-Ble, Notodden kommune  
O-85292 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 15/85 **Fremdriftsrapport for Frogn Vannverk**  
Perioden juni-oktober 1985  
O-85211 Lasse Vråle. Oktober 1985
- 17/85 **Landbasert fiskeoppdrettsanlegg i Grimstad**  
O-85262/Kristoffer Næs, Eivind Lygren, Torbjørn Damhaug,  
Kjell Maroni, Bjørn Braaten. November 1985 (Sperrret)
- 1/86 **NIVANETT på mikrodatamaskin**  
O-85207 Oddvar Lindholm. Januar 1986
- 2/86 **Utvikling av resirkuleringsanlegg for fiskeoppdrettsanlegg**  
O-81068 Eivind Lygren, Kjell Maroni. April 1986
- 3/86 **Avfall fra skip på norske strender**  
O-85174 Tor Moxnes. Mars 1986
- 4/86 **Driftsundersøkelse av sølvvarefabrikkers renseanlegg**  
O-82108 Eigil Iversen. Februar 1986
- 6/86 **Minivannverk - forsøk i full skala med prototyp**  
O-84114 Tor Moxnes. Mai 1986
- 7/86 **Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Ringbygget**  
O-85255 Lasse Vråle. Mai 1986
- 8/86 **Virkning av dynamisk regn på hydrogram**  
O-86037 Oddvar Lindholm. Juni 1986
- 9/86 **Driftserfaringer fra kalkdoseringsanlegg i vannverk**  
O-86092 Jens Arne Ohren. Juni 1986
- 10/86 **Driftsundersøkelse av VIV's direktefiltreringsanlegg**  
**ved Akersvann**  
O-86068 Jens Arne Ohren. Oktober 1986
- 11/86 **Følsomhetsanalyse for parametre i**  
**avløpsnettberegninger. Fase I**  
O-86012 Oddvar G. Lindholm. Oktober 1986
- 12/86 **Sanitærbidrag fra yrkesaktive i Bosch bygget**  
**Øppegård kommune**  
O-86091 Lasse Vråle. November 1986
- 13/86 **Bestemmelse av tilføringsgrad**  
O-86195 Lasse Vråle. November 1986
- 14/86 **Heterotrofe mikroorganismer i ledningsnett**  
**for drikkevann**  
F-86635 Kari Ormerod. Januar 1987
- 15/86 **Driftserfaringer for hvirveloverløp**  
O-85209, E-86638 Ole Jakob Johansen. Desember 1986
- 16/86 **Vannkvalitet Vansjø vannverk**  
O-85075 Jens Arne Ohren. Desember 1986.
- 17/86 **Evaluering av ABW-filter**  
O-86191 Jens Arne Ohren. Desember 1986
- 18/86 **VIV's direktefiltreringsanlegg ved Akersvann.**  
Renseeffekter for alger, algetoksiner og  
andre vannkvalitetsparametre  
O-86068 Jens Arne Ohren. Desember 1986

# **WA** rapporter utgitt av NIVA

- 1/87 **Overløpsforurensninger**  
Teoretiske beregninger  
O-85285, O-86638 Oddvar G. Lindholm. Januar 1987
- 2/87 **Testing av pH og oksygenmålere**  
Delrapport 1. Test av pHOX og oksygenmålere  
O-86167 Tor Sukke. Februar 1987. Sperret
- 3/87 **Akvakulturmuligheter i Lilleelv**  
O-86168 Arne Lande. Desember 1986. Sperret
- 4/87 **Desinfeksjon av vann i oppdrettsnæringen**  
O-86148 Helge Liltved. Februar 1987
- 5/87 **Optimalisering av kalksjøvannsfelling**  
Undersøkelse ved NIVAs laboratorie i Oslo og ved SRV  
O-85251, E-86645 Lasse Vråle, Hans Kristiansen. Mars 1987
- 6/87 **Forurensningsmodell for avløpsvann fra boliger**  
Bestemmelse av spesifikke tall  
O-86121, O-87029 Lasse Vråle. Mars 1987
- 7/87 **Avløpsnettregninger med EDB**  
O-86012 Oddvar Lindholm. April 1987
- 9/87 **Fagerstrand Vannverk**  
Tiltak mot manganutfelling  
O-87081 Hans Kristiansen. Juni 1987
- 10/87 **Levetid for asbestsementrør**  
Framdriftsrapport og generelle grunnlagsdata  
Prosjektrapport nr.1  
O-85208, E-85534 Lars Aaby. August 1987
- 11/87 **Pilotforsøk med karbonatisering, filtrering og direktefiltrering ved Skullerud vannanlegg**  
O-86256 Jens Arne Ohren. Juni 1987
- 12/87 **Kartlegging av forurensningsveier til avisingsvæske brukt på fly**  
O-86240 Tor Moxnes. August 1987. Sperret
- 13/87 **Forurensnings-inntak via fremmedvann i avløpsnett**  
O-85254 Lasse Vråle. Juli 1987
- 14/87 **Innledende utprøving av Petrofiber for filtrering av vann**  
O-86198 Jens Arne Ohren. Juni 1987. Sperret
- 15/87 **Undersøkelse av forurensningssituasjonen i Rossfjordvassdraget**  
O-86124 Hans Holtan. Juli 1987.
- 16/87 **Bakteriereduksjon ved kjemisk rensing med ulike flokkuleringskjemikalier**  
Solumstrand renseanlegg  
O-87147 Lasse Vråle. September 1987
- 17/87 **Forsøk med kalkbereder i kalkdoseringsanlegg**  
O-87016 Jens Arne Ohren. September 1987
- 18/87 **Vurdering og omfang av fiskedød ved Flåskjer fiskeanlegg**  
Ørsta, Møre og Romsdal 16. juli 1987  
O-87149 Bjørn Olav Rosseland. September 1987. Sperret