

# NORVAR NORVAR

45  
1994

## Prosjektrapport



HIAS

Avlopsverket

**Forsøk med forfelling og felling  
i 2 trinn med polyaluminiumklorid  
høsten 1993**

**Kartlegging av slam- og slamvanns-  
strømmer med og uten forfelling  
1993–94**

**DiH**

Driftsassistansen for avlopsanlegg i Hedmark

Norsk VA-verkforening

# NORVAR-rapport

## Norsk VA-verkforening

Postadresse: Vangsv. 143, 2300 Hamar  
Besøksadresse: Fredvang, Vangsv. 143, Hamar  
Telefon: 62 52 86 50

Rapportnummer:	45 - 1994
Dato:	24. oktober 1994
Aantal sider (inkl. bilag)	41
Tilgjengelighet:	<input checked="" type="checkbox"/> Åpen <input type="checkbox"/> Begrenset

Rapportens tittel:

**FORSØK MED FORFELLING OG FELLING I 2 TRINN MED POLYALUMINIUMKLORID HØSTEN 1993**

**KARTLEGGING AV SLAM- OG SLAMVANNSTRØMMER MED OG UTEN FORFELLING 1993-1994**

Forfatter(e):

Ole Lien, Driftsassistansen i Hedmark (DiH).

Ekstrakt:

Rapporten beskriver resultater fra kjemisk fellings-forsøk og kartlegging av slamvannsstrømmer ved HIAS-avløpsverket. Hensikten har vært å skaffe seg erfaring med forfelling og felling i to trinn i eget anlegg, samt å kartlegge slamvannsstrømmer både med og uten forfelling.

Emneord, norske:

Kjemisk felling  
Forfelling  
Slamvannsstrømmer

Emneord, engelske:

Andre utgaver:

ISBN 82-414-0060-8

## **FORORD FRA NORVAR**

Denne rapporten er utarbeidet av Driftsassistansen i Hedmark (DiH) på oppdrag fra VAR-selskapet HIAS i Hamar-regionen. Rapporten er en direkte kopi av mottatt materiale fra HIAS.

NORVAR vil takke HIAS for at materialet kan utgis som en NORVAR-rapport.

Hamar den 24. oktober 1994

Steinar K. Nybruket

## FORORD


Prosjektet er gjennomført i regi av HIAS - Avløpsverket. Hensikten har vært å skaffe seg erfaring med forfelling og felling i 2 trinn i eget anlegg, samt å kartlegge slamvannsstrømmer både med og uten forfelling.

Gjennomføringen har foregått som et samarbeid mellom HIAS - Avløpsverket, HIAS - Vannlaboratoriet, Kemira Chemicals A/S (tidl. Kemwater) og Driftsassistansen i Hedmark. Avløpsverket har stått for den praktiske gjennomføringen av forsøk og kartlegginger. Vannlaboratoriet har utført de kjemiske analysene. Kemira Chemicals A/S har stilt doseringsutrustning til disposisjon, samt bistått med forhåndstester og rådgivning vedrørende fellingskjemikalie og dosering. Driftsassistansen i Hedmark har hatt en prosjektlederfunksjon, har sammenstilt resultatene og utarbeidet foreliggende rapport.

Opplegg, resultater og erfaringer har vært framlagt for drøfting dels i en egen arbeidsgruppe og dels for avløpsverkets driftspersonell i plenum.

Driftsassistansen i Hedmark vil takke alle deltagende parter for et godt og fruktbart samarbeid, og især avløpsverkets eget driftspersonell som på en helhjertet måte har sluttet opp om gjennomføringen av prosjektet og har formidlet viktige erfaringer og synspunkter.

Hamar, den 23. september 1994



Ole Lien

## INNHOOLD

## Side

1.	Sammendrag	1
2.	Bakgrunn	2
3.	Prosjektorganisering	2
4.	Innledende forsøk - opplegg	2
5.	Innledende forsøk - resultater	3
6.	Fullskalaforsøk med forfelling og etterfelling med PAX XL 60	10
7.	Slamproduksjon, slam- og slamvannsstrømmer	16
8.	Måling av overrenning fra slamfortykkere i 1. kv. 1994 - balansering av volumstrømmer til og fra fortykkerne	20
9.	Kvaliteten på slam og slamvann - stoffbelastninger fra slamvannet ved 2-trinns felling nov. -93	21
10.	Kvalitet og stoffbelastning fra slamvann ved tradisjonell drift aug. -94	28

VEDLEGG: Tabeller og utfyllende grafikk fra innledende forsøk

## 1. Sammendrag

Hensikten med forsøkene var for det ene ønsket om å få undersøkt om forfelling eller felling i 2 trinn kan være gunstig med hensyn til kjemikalieforbruk, belastning på biotrinnet, slammengder og slamegenskaper. For det andre var det av interesse å få undersøkt hva som kan oppnås med en forfelling med henblikk på et framtidig krav om nitrogenrensing.

Det ble gjort innledende forsøk med forfelling i 1 linje i juni 1993 med polyaluminiumklorid som fellingsmiddel (UPAX-6, senere benevnt PAX XL60). Det ble oppnådd en fosfor- reduksjon på knapt 70 % og en reduksjon av organisk stoff på vel 55 % i forfellingstrinnet.

I løpet av høsten 1993 ble det kjørt fullskalaforsøk i 2 perioder på ca. 1 måned hver med både forfelling og etterfelling med samme fellingsmiddel. Totalt forbruk av fellingskjemikalier lå omtrent på samme nivå som ved tradisjonell etterfelling med aluminiumssulfat (150 - 170 g/m<sup>3</sup>). Forfellinga resulterte i en vesentlig lavere organisk belastning på biotrinnet. Restkonsentrasjonen av fosfor i avløpsvannet inn til etterfellingstrinnet kom under 1 mg/l. Ut fra etterfellingstrinnet lå fosforinnholdet i området 0,10 - 0,15 mg/l.

På slamsiden resulterte forfellinga i store mengder tynt slam fra forsedimenteringstrinnet. Dette førte til øket belastning på fortykkerne og derav større overrenning tilbake til innløp, samt 40 - 50 % økning i driftstiden på avvanninga. Erfaringene kan tyde på at det vil være nødvendig å dosere en polymer i tillegg til hovedkjemikaliet ved forfelling for å øke tørrstoffinnholdet.

Når driftsøkonomien tas i betraktning tyder erfaringene fra forsøksdriften på at det totalt sett neppe er noe å hente ved å kjøre kjemisk felling i 2 trinn ved HIAS med dagens tradisjonelle renskrav. Fullskalaforsøkene har imidlertid vist at det er mulig å øke renskapasiteten både for fosfor og organisk stoff ved hjelp av 2-trinns felling. Dette er imidlertid ingen aktuell problemstilling ved HIAS i dag.

I forbindelse med et framtidig krav om nitrogenrensing er det mulig at forfelling kan bli et nødvendig forrensetrinn. De data og erfaringer som ble høstet gjennom fullskalaforsøkene i 1993 vil derfor være et viktig og nødvendig grunnlag for dimensjonering og prosessvalg ved en framtidig nitrogenrensing.

En kartlegging av returstrømmer av slamvann under siste perioden med forfelling viste at overrenningen fra fortykkerne utgjorde ca. 20 - 25 % av stoffbelastningen på rensprosessen, mens rejektivannet sto for ca. 15 % av belastningen. Andelen var størst for susp. stoff og fosfor. Til sammen utgjorde returstrømmene 30 - 45 % av stofftilførselen til anlegget.

Til sammenligning ble det foretatt en ny kartlegging av returstrømmer under tradisjonell drift uten forfelling i august 1994. Overrenningen fra fortykkerne utgjorde da 10 - 15 % av belastningen på prosessen, mens rejektivannet sto for 6 - 8 %.

## 2. Bakgrunn

I Sverige har mange større renseanlegg med samme trinnoppbygging som HIAS gått over fra å drive anleggene som konvensjonelle etterfellingsanlegg, til å drive prosessen som forfelling eller simultanfelling i stedet. Dette har resultert i lavere driftskostnader og frigjort bassengvolumer. En slik løsning er imidlertid neppe tenkbar ved HIAS ettersom kravet til fosforfjerning er vesentlig strengere enn i Sverige (0,25 mg P/l ved HIAS mot 0,5 mg P/l i Sverige). Erfaringene fra Sverige tyder på at forfelling kan gi et lavere kjemikalieforbruk totalt sett, gunstigere belastningsforhold på biotrinnet, samt slam med bedre avvanningsegenskaper. Disse forholdene var av interesse for HIAS å få undersøkt gjennom forsøk i eget anlegg.

Forøvrig er HIAS blant de anlegg som må regne med å få krav om nitrogenrensing som følge av Nordsjø-avtalen. I forbindelse med nitrogenrensing vil forfelling være en aktuell prosess. Kjemisk rensing reduserer ikke bare fosforinnholdet, men gir normalt også en betydelig reduksjon av partikulært organisk stoff. HIAS hadde derfor behov for skaffe dokumentasjon og erfaring med hva som kan oppnås med forfelling i anlegget.

## 3. Prosjektorganisering

Forsøkene ble gjennomført som et samarbeidsprosjekt mellom HIAS-avløpsverket, HIAS-Vannlaboratoriet, Kemwater A/S og Driftsassistansen i Hedmark. HIAS-avløpsverket har bekostet mesteparten av kjemikalierne, bekostet analyser og stått for den praktiske gjennomføringen av forsøkene. HIAS-Vannlaboratoriet har utført de kjemiske analysene. Kemwater A/S har stilt kjemikalietank og doseringsutrustning til disposisjon, samt bistått med jartester og rådgivning underveis. Driftsassistansen i Hedmark har vært prosjektkoordinator og bistått med forsøksopplegg, råd og resultatsammenstilling som et ledd i driftsassistansevirkningen overfor HIAS.

## 4. Innledende forsøk - opplegg

Det ble først valgt å teste ut forfelling i en linje i mekanisk trinn. Linje 1 ble valgt og isolert fra de øvrige.

Før selve fellingsforsøket ble belastningsforholdet mellom linje 1 og de øvrige sjekket gjennom måling av SS-innholdet i en mindre serie døgnprøver.

For å kunne tallfeste TS-innholdet i slammet som pumpes ut fra hhv. forsedimentering og ettersedimentering ble det også målt TS på en del stikkprøver av slammet som pumpes ut. Slampumpingen styres forøvrig av TS-følere.

Det ble så kjørt forsøk med forfelling i linje 1 over 1 måneds tid i juni 1993 for å teste ut

ulike doseringspunkter og doseringsmengder. Følgende doseringspunkter ble forsøkt:  
 - Midten av sandfang, enden av sandfang og i kanalen mellom sandfang og  
 forsedimentering. På grunnlag av jartester utført av Kemwater A/S ble det forsøkt med  
 doseringsmengder i området 90 - 145 g UPAX-6/m<sup>3</sup>.

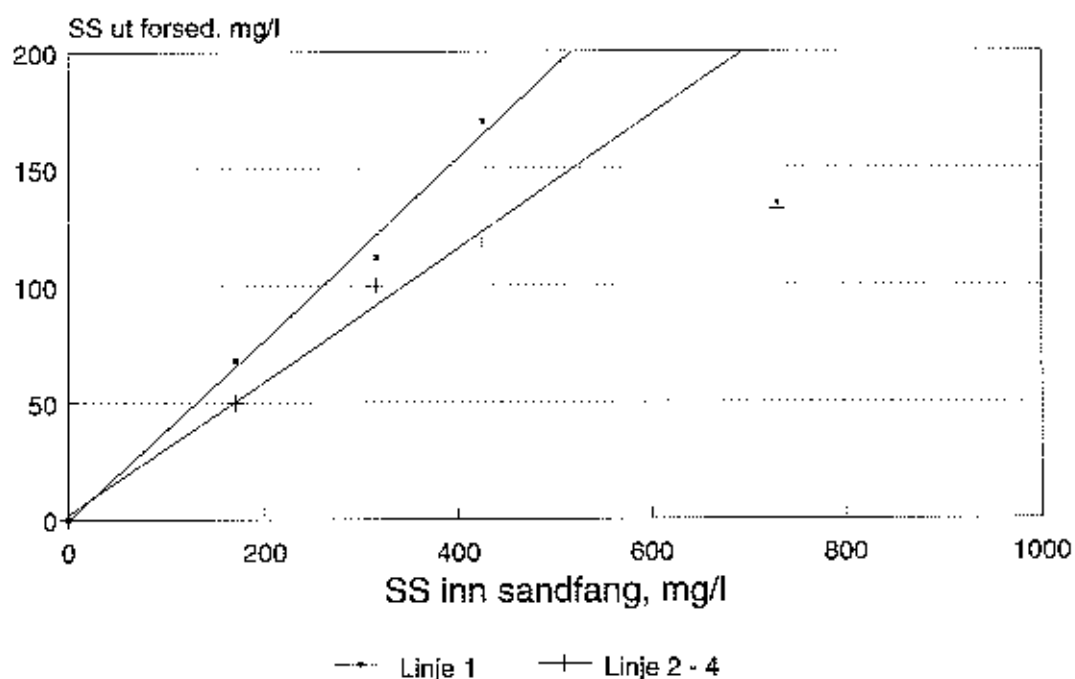
## 5. Innledende forsøk - resultater

### 5.1 Kartlegging av forskjell i belastning mellom linje 1 og øvrige linjer i mekanisk trinn

Det ble målt SS i 4 døgnsprøver fra innløp sandfang, utløp forsed. linje 1 og utløp forsed. linje 2-4. Målingene viste følgende:

TIDSROM FOR PRØVETAKING	MÅLT INNHOLD AV SUSPENDERT STOFF, MG SS/L		
	Innløp sandfang	Ut forsed. linje 1	Ut forsed. linje 2-4
24. - 25.05.93	169	68	50
25. - 26.05.93	426	170	117
26. - 27.05.93	316	112	100
27. - 28.05.93	729	135	132

Tallene viser at linje 2 - 4 gjennomsnittlig har ca. 12 % bedre avskilling av SS enn linje 1 ved normale innløpsverdier. Dette må også tolkes dithen at linje 1 har tilsvarende høyere belastning enn gjennomsnittet av de øvrige. Resultatene er også framstilt grafisk nedenfor.



Konklusjon: ca. 12 % bedre avskilling i linje 2-4 enn i 1.

### 5.2 TS-innhold i utpumpet slam fra mekanisk og kjemisk trinn

Slampumpingen fra mekanisk og kjemisk trinn styres av automatiske TS-følere montert på pumperøret. Følerne viser imidlertid ikke sann TS-verdi. For å kartlegge det virkelige TS-innholdet i slammet ble det tatt ut noen stikkprøver av slammet på ulike tidspunkt under pumpesyklusen samtidig som den automatiske måleren ble avlest. Dette ga følgende resultater:

TS I MEKANISK SLAM:

DATO	TIDSPUNKT I PUMPESYKLUSEN	AVLEST TS PÅ AUTOMATISK FØLER	TS - % MÅLT I LAB.
24.05.93	P1 Start	42,3	2,25
	P2 Start	40,6	
	P3 Start	37,5	
	P4 Start	37,4	
	Midt i syklusen	48,6	3,60
	P1 Stopp	37,5	1,97
	P2 Stopp	35,3	
	P3 Stopp	36,8	
	P4 Stopp	35,9	
26.05.93	P1 Start	42,2	3,29
	P2 Start	36,2	
	P3 Start	36,5	
	P4 Start	35,8	
	P1 Stopp	40,0	3,09
	P2 Stopp	32,8	
	P3 Stopp	33,4	
	P4 Stopp	34,2	

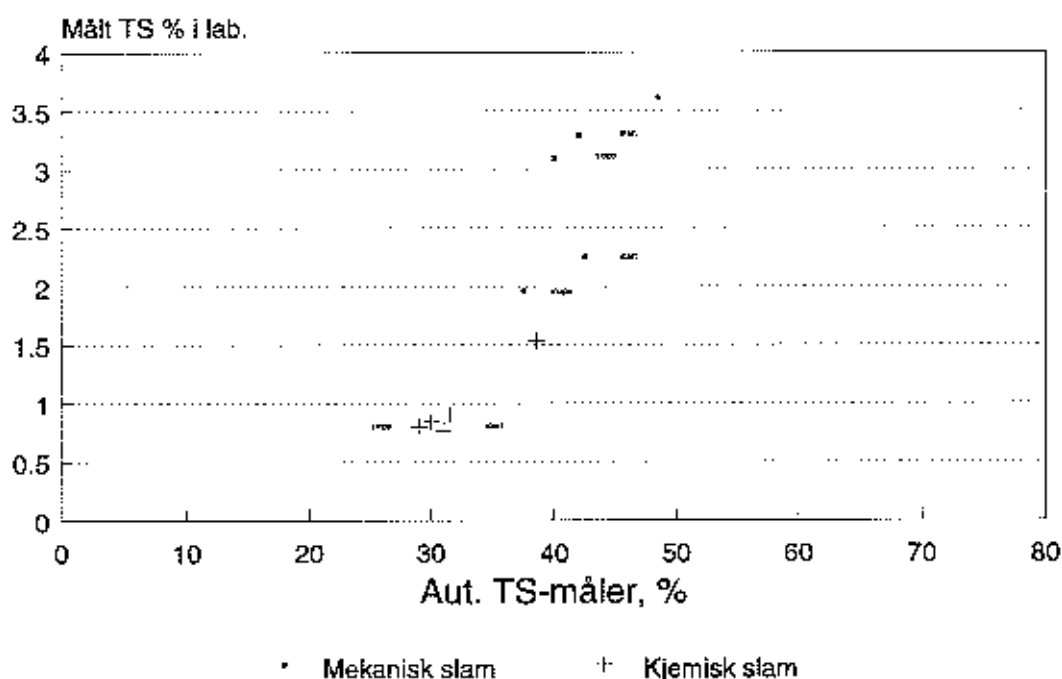
Ikke uventet viser målingene en viss spredning. I middel viser målingene en midlere TS i mekanisk slam på 2,6 %.

Materialet gir imidlertid ikke grunnlag for å sette opp noe fast forholdstall mellom det som avleses på den automatiske TS-føleren og TS målt i lab.

## TS I KJEMISK SLAM FELT MED AL-SULFAT:

DATO	TIDSPUNKT I PUMPESYKLUSEN	AVLEST TS PÅ AUTOMATISK FØLER	TS - % MÅLT I LAB.
24.05.93	V1 Start	31,1	0,77
	V3 Start	28,0	
	V5 Start	30,2	
	V9 Start	32,2	
	Midt i syklusen	38,4	1,54
	V1 Stopp	29,0	0,80
	V3 Stopp	22,6	
	V5 Stopp	29,6	
	V9 Stopp	29,5	
26.05.93	V1 Start	31,3	0,90
	V3 Start	29,5	
	V5 Start	26,0	
	V9 Start	29,6	
	V1 Stopp	29,8	0,84
	V3 Stopp	15,9	
	V5 Stopp	17,3	
	V9 Stopp	28,1	

Resultatene viser relativt lik TS-% ved samtlige med unntak av prøve tatt midt i pumpesyklusen. I middel ligger TS i det kjemiske slammet på 0,85 %. Resultatene er plottet i diagrammet under.



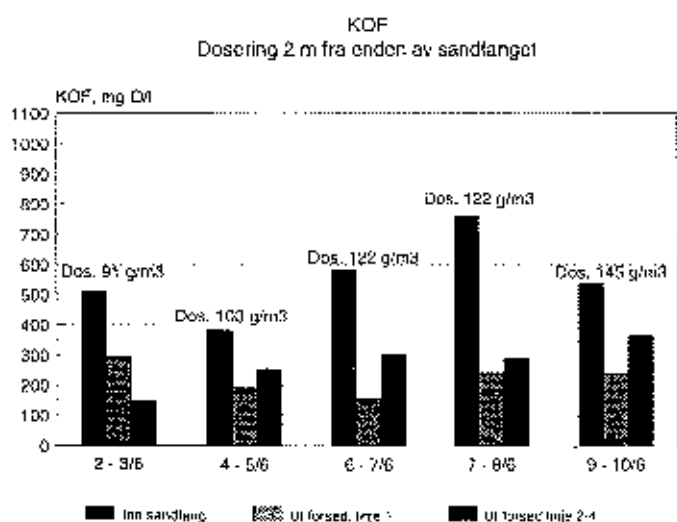
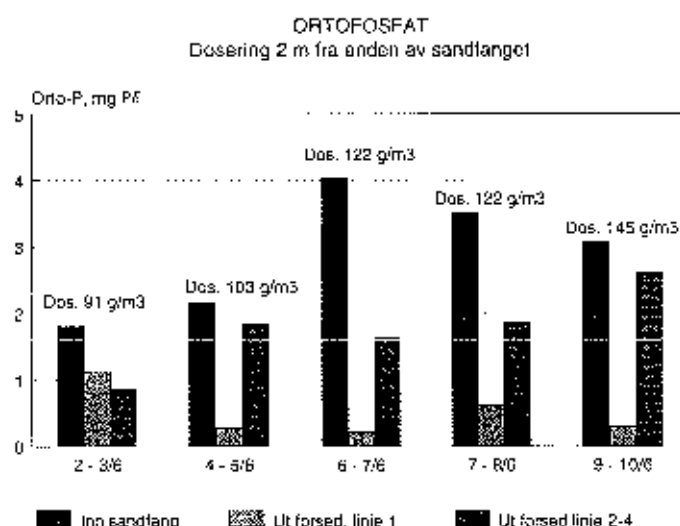
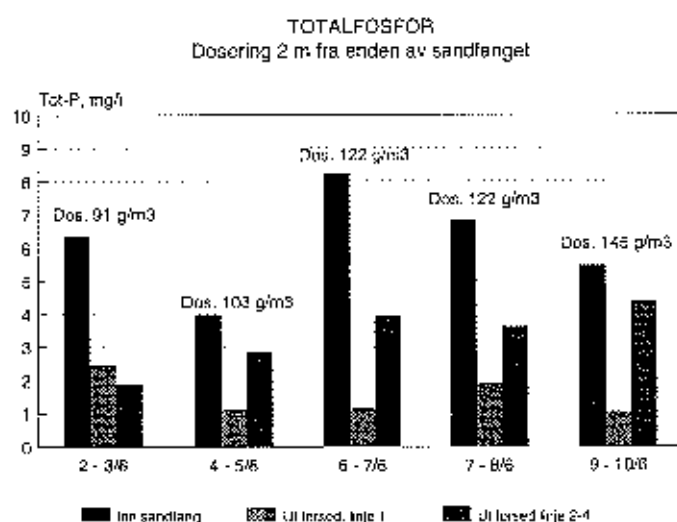
Midlere TS i mekanisk slam: 2,6 %

Midlere TS i kjemisk slam: 0,85 %

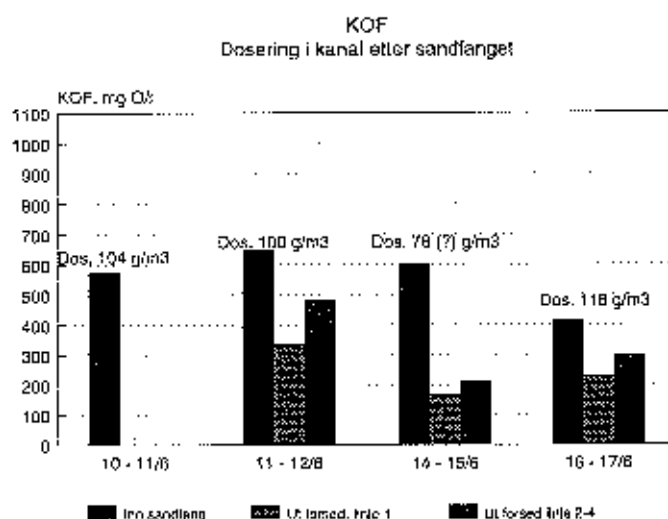
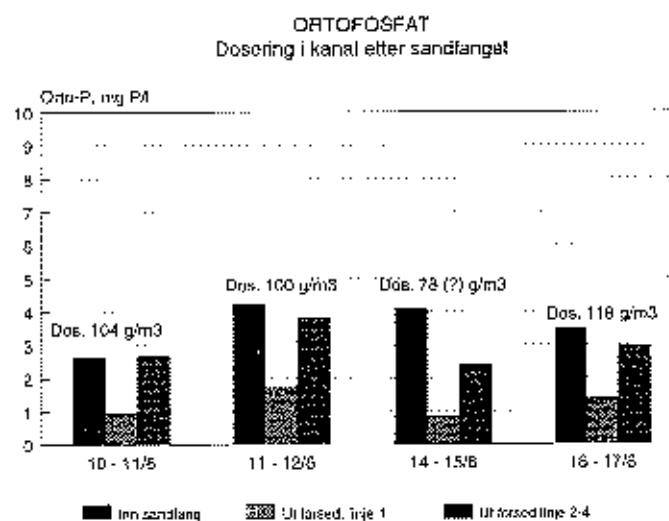
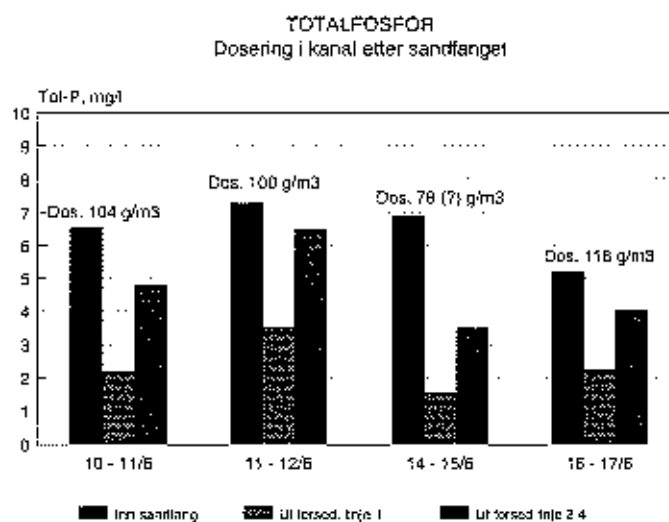
### 5.3 Forsøk med forfelling i 1 linje: Testing av doseringspunkt og doseringsmengde. sammenligning av resultater i linje med og uten forfelling

I de 8 første døgnene ble fellingskjemikaliet (UPAX-6) dosert ca. 2 m fra enden av sandfanget. Doseringsmengden ble trinnvis øket fra 91 g/m<sup>3</sup> til 145 g/m<sup>3</sup>. Innholdet av totalfosfor ut fra forsed. lå hele tiden i området 1 - 2 mg/l, og renseeffekten lå i middel på ca. 75 %. Høyeste renseeffekt var 86 % med en dosering på 122 g/m<sup>3</sup>, men renseeffekten var oppe i 75 % allerede ved en dosering på 100 g/m<sup>3</sup>. I linjene uten forfelling lå til sammenligning fosforkonsentrasjonen på fra 2 til 4 mg/l, renseeffekt ca. 50 %. Konsentrasjonen i innløpsvannet varierte fra 4 til 8 mg P/l. Når det gjelder orto-fosfat lå utløpskonsentrasjonen i området 0,2 til 0,6 mg/l. Her var konsentrasjonen nede i 0,3 mg/l ved en dosering på 100 g/m<sup>3</sup>.

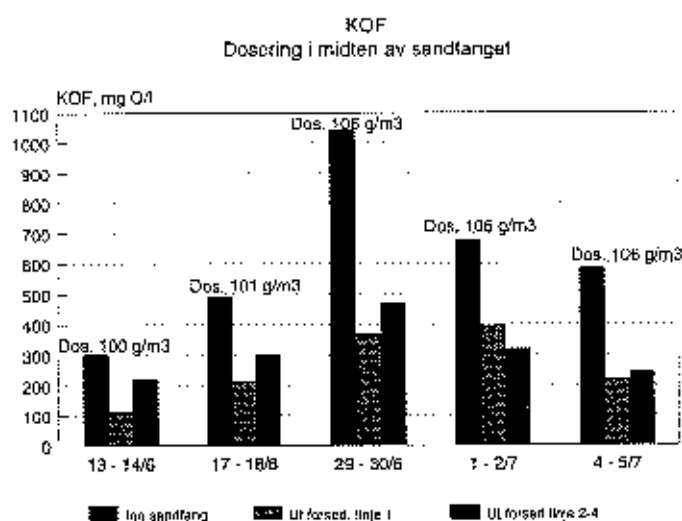
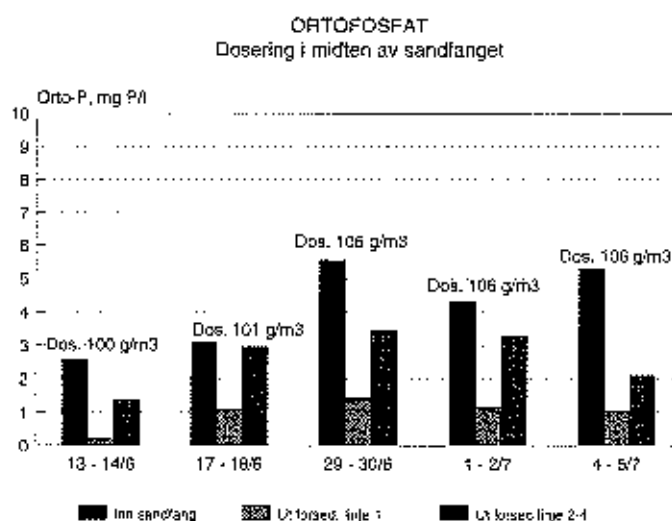
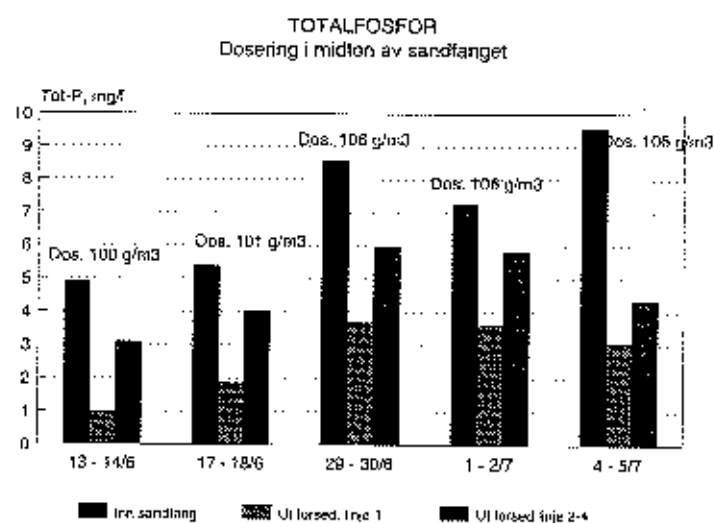
For KOF lå utløpskonsentrasjonene på 160 - 245 mg/l og en renseeffekt på 50 - 73 %. I linjene uten felling lå tilsvarende tall på 255 - 365 mg/l og 30 - 60 %. Resultatene er vist grafisk på nedenfor.



Doseringspunktet ble så flyttet til *kanalen mellom sandfang og forsed.* Det er her montert lufter for å hindre sedimentering. Doseringen lå mellom 100 og 120 g/m<sup>3</sup>. Innholdet av totalfosfor ut fra forsed. lå i området 1,6 - 3,5 mg/l og renseseffekten lå i middel på ca. 63 %. Ortofosfatinnholdet lå i middel rundt 1 mg/l. Konsentrasjonene av KOF varierte fra 170 til 340 mg/l. *Dosering etter sandfang ga med andre ord klart dårligere resultater enn med dosering i enden av sandfanget.* Resultater er vist nedenfor.



Det tredje alternative doseringspunktet var *i midten av sandfanget*. Doseringsmengden lå her på 100 - 106 g/m<sup>3</sup>. Innholdet av totalfosfor ut fra forsed. lå her på fra 1 til 3,4 mg/l. Renseeffekten var i middel 64 %. Innholdet av ortofosfat lå her i overkant av 1 mg/l. Konsentrasjonen av KOF varierte fra 113 til 395 mg/l. Dette doseringspunktet ga også *dårligere resultater enn ved dosering i enden av sandfanget*.



Andelen løst organisk stoff i vannet inn til sandfang målt som  $KOF_{\text{filtrert}}$  lå i området 15 - 28 %, middel 20 %.

Under forsøket lå innløps-pH i området 7 - 7,5 og alkaliteten rundt 4 mekv/l.

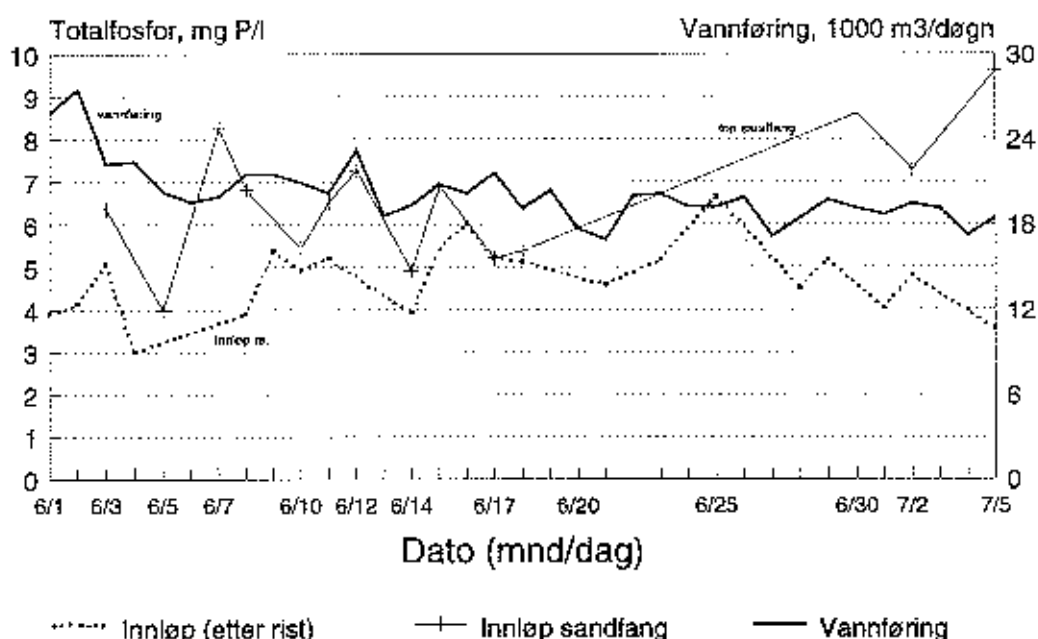
En dosering på 100 mg/l UPAX-6 ga en alkalitetssenkning på 0,4 mekv/l.

Utpumpet slammengde fra linje 1 med felling lå i middel ca. 25 % høyere enn i linjene uten felling. Slammengder fra hver enkelt linje er vist grafisk i vedlegget.

Tabell med komplette analysedata, vannføringer og doseringer er vist i vedlegget. Her er også hverenkelt analyseparameter framstilt grafisk for hele forsøksperioden.

Fosforkonsentrasjonene ved innløp sandfang ble forøvrig sammenlignet med konsentrasjonene som måles ved anleggets innløp. I mellom disse to punktene kommer tilbakeført rejeaktvann fra avvanning og vann som renner over fra fortykkerne når disse er fulle. Tallene viser til dels betydelig økning i fosforinnholdet fra innløp til innløp sandfang. I enkelte døgn kunne fosforinnholdet inn sandfang være oppe i det dobbelte av det den var ved innløp. I noen tilfeller kan det se ut som konsentrasjonen ved innløp sandfang går ned rett etter avvanning. Dette må bety at det er overrenning fra fortykkerne som er hovedårsak til konsentrasjonsøkningen. Sammenligningen er vist grafisk nedenfor.

### SAMMENLIGNING AV TOTALFOSFOR VED INNØP OG INNØP SANDFANG SAMMENHOLDT MED VANNFØRING 1/6 - 5/7- 93



## 6. Fullskalaforsøk med forfelling og etterfelling med PAX XL 60 (tidligere UPAX-6)

Fullskalaforsøk med forfelling med PAX XL 60 ble startet opp den 2. september 1993. Det ble punktdosert mengdeproporsjonalt 2 m fra enden i alle 4 sandfang. Doseringen var i starten på 115 g/m<sup>3</sup>. Denne ble senere redusert noe og lå i middel på 106 g/m<sup>3</sup>.

De 2 - 3 første døgn etter oppstart ble det registrert mye skumming i utløpskanalen fra forsedimenteringa. Problemet avtok imidlertid etter hvert.

I løpet av en ukes tid økte siktedypet i biotrinnet (mellomsed.) fra ca. 25 til ca. 40 cm. I kjemisk trinn (ettersed.) økte siktedypet fra ca. 150 cm til ca. 250 cm.

Den 17. september ble det skiftet fra ALG til PAX XL 60 også i kjemisk trinn, dosering ca. 65 g/m<sup>3</sup>.

Forsøket ble kjørt fram til 11. oktober i første omgang.

Forfellinga ga rensresultater omtrent som i tilsvarende innledende forsøk i 1 linje. Totalfosfor ut fra forfellinga lå i middel på 1,86 mg P/l, ortofosfat lå helt nede på 0,44 mg P/l. KOF ble redusert til 209 mg O/l, andelen løst lå på 114 mg/l eller 55 %. Driftsanalyser av BOF<sub>7</sub> lå i middel på 106 mg O/l. Total nitrogen lå på 27,8 mg N/l, den filtrerte delen på 21,4 og ammonium på 18,3 mg N/l.

Med henblikk på nitrogenrensing er det såkalte C/N-forholdet av stor betydning. Beregning av C/N-forhold i det forfellede vannet gir følgende:

$$\text{KOF/tot-N} \approx 209/27,8 = 7,5$$

$$\text{KOF}_{\text{lost}}/\text{NH}_4\text{-N} \approx 114/18,3 = 6,2$$

$$\text{BOF}_7/\text{tot-N} = 106/27,8 = 3,8.$$

Gjennom biotrinnet ble konsentrasjonene av fosfor ytterligere redusert med ca. 60 % og innholdet av organisk stoff omtrent halvert. Fosforkonsentrasjonene ut fra kjemisk trinn var meget lave, middel 0,09 mg/l, hvilket er ca. halvparten av det normale. Resultatene er vist tabellarisk og grafisk på de 2 neste sidene.

Grunnen til at forsøket ble stanset midlertidig den 11.10 var opphopning av mye tynt slam i forsedimenteringa og at det tynne slammene var vanskelig å fortykke. TS-innholdet i det fortykkede slammene gikk ned fra normalt 3 - 3,5 % til rundt 2 % (blanding av både mekanisk, biologisk og kjemisk slam). Dette førte videre til mye resirkulering fra fortykkerne tilbake til innløp og at avvanningsmaskinen måtte kjøres vesentlig mer. Det tynne slammene så imidlertid ikke ut til å influere vesentlig på verken tørrstoffinnholdet i det avvannede slammene, kvaliteten på rejeftvannet eller polymerforbruket.

På grunn av forholdene med slammene er denne forsøksperioden ikke representativ når det gjelder å tallfeste slamproduksjonen.

FULLSKALAFORSØK MED FORFELLING + ETTERFELLING MED PAX XL 60 VED HIAS I SEPTEMBER - OKTOBER 1993

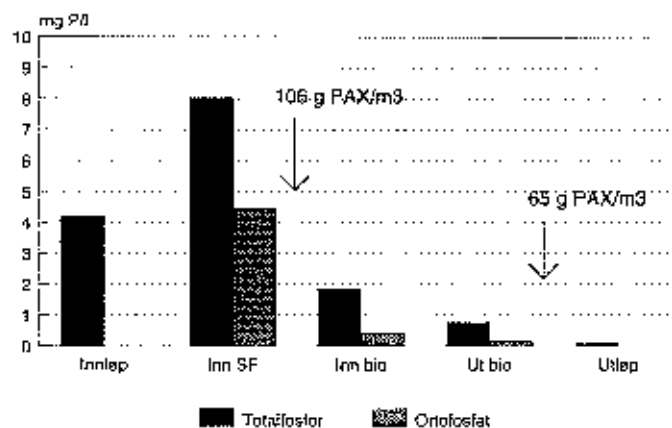
Dosering forfelling: 2 m fra enden av sandfang

Dosering etterfelling: I kanal før flokkulering

Dato	Vannfør. m <sup>3</sup> /døgn	Dosering		Inn- løp	Inn sandfang		Inn biologisk trim						Ut biologisk trim				Utløp kjemisk		
		Forfell. g/ft <sup>3</sup>	Etterfell g/m <sup>3</sup>		Tot-P	Orto-P	Tot-P	Orto-P	KOF	KOF <sub>102</sub>	Alk.	Tot-N	Tot-N <sub>102</sub>	NH <sub>4</sub> -N	Tot-P	Orto-P		KOF	Alk.
3-6/9	22 352	115	169 Alg	4,01	8,47	3,52	1,57	0,30	162	124	3,29	28,09	22,05	20,62					0,05
6-8/9	23 769	122	153 "	4,63	8,98	5,03	1,94	0,35	202	108	3,62	27,01	24,11	19,70					0,05
8-10/9	22 598	109	151 "	4,96	5,11	2,97	2,04	0,49	242	131	3,88	29,59	24,43	21,84					0,06
10-13/9	20 428	95	152 "	3,65	5,66	3,13	1,73	0,39	185	102	3,48	28,41	21,28	20,00					0,04
13-15/9	22 381	110	155 "	5,62	8,13	4,30	2,25	0,44	224	121	3,46	30,99	22,73	19,39					0,07
15-17/9	22 053	112	142 "	5,53	6,95	3,27	2,60	0,64	309	136	3,67	37,19	25,30	21,31					0,07
17-20/9	19 850	110	117 Pax	4,54	6,56	3,77	1,62	0,39	178	113	3,48	25,61	22,66	18,55					0,05
20-22/9	29 762	114	57 "	3,98	9,72	3,72	1,67	0,40	200	123	3,03	28,02	19,19	15,79					0,20
22-24/9	24 455	113	69 "	4,38	5,92	2,85	1,75	0,52	237	132	3,66	30,29	22,42	18,55					0,12
24-27/9	22 391	113	69 "	3,39	7,46	4,58	1,83	0,58	179	105	3,28	28,23	22,21	19,54					0,04
27-29/9	23 468	112	67 "	4,61	9,58	5,80	3,28	0,71	246	120	3,53	29,66	21,65	18,32					0,06
29/9-1/10	23 899	104	60 "	5,34	14,67	8,28	1,98	0,56	264	144	3,84	30,60	22,39	21,38					0,09
1-4/10	20 413	83	70 "	4,12	13,61	7,92	1,79	0,42	203	133	3,46	31,72	22,50	20,77					0,06
4-6/10	24 486	88	58 "	4,67	10,01	6,12	2,24	0,50	259	111	3,70	28,76	22,34	19,08					0,20
6-8/10	49 465	93	39 "	2,79	4,28	2,20	0,90	0,26	170	58	2,73	16,94	33,91	10,12					0,16
8-11/10	42 913	96	47 "	1,21	3,36	1,67	0,39	0,09	91	66	2,67	13,24	13,28	7,82					0,06
Middel 3/9-11/10	25 750	106	154 Alg 65 Pax	4,22	8,03	4,45	1,86	0,44	209	114	3,42	27,8	21,4	18,3					0,09

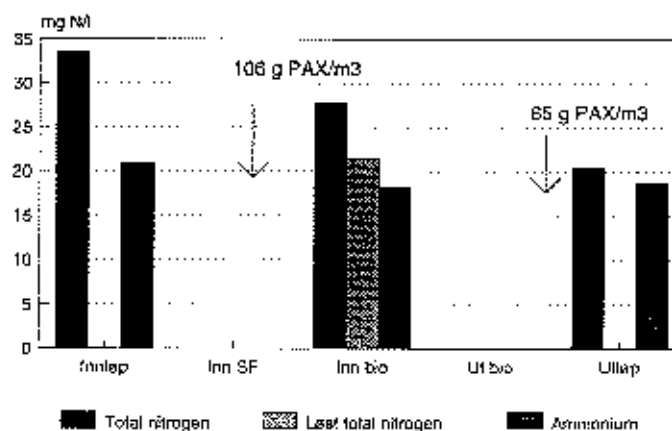
## TOTALFOSFOR OG ORTOFOSFAT 3.09 -11.10.93

Middelverdier



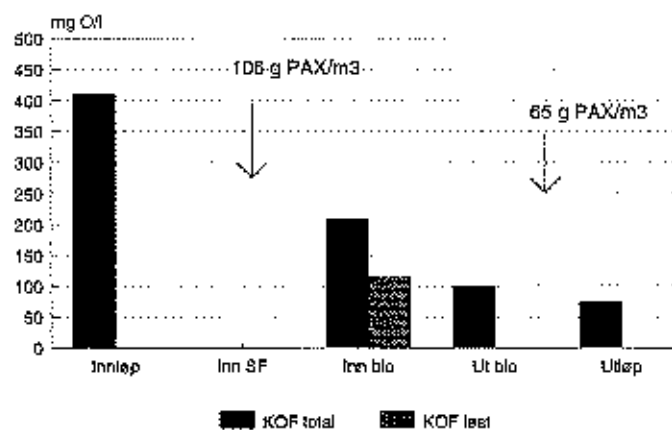
## NITROGENINNHOOLD 3.09 -11.10.93

Middelverdier



## INNHOOLD AV ORGANISK STOFF 3.09 -11.10.93

Middelverdier



Etter at man hadde kommet ajour igjen med hensyn til slammet ble fullskalaforsøket startet opp igjen den 4.november og kjørt fram til begynnelsen av desember.

Man valgte nå en mer moderat forfelling med lavere dosering, 79 g/m<sup>3</sup> i middel. I etterfellingstrinnet lå doseringa noe høyere enn i forrige periode, ca. 78 g/m<sup>3</sup>. Til sammen utgjør dette omtrent samme eller noe i underkant av det som må doseres av ALG for å oppnå tilsvarende resultater.

Dette ga noe høyere konsentrasjoner ut fra forfellingstrinnet enn i september, i middel 2,56 mg P/l som tot-P, 0,54 mg P/l som orto-P, 245 mg KOF/l og 110 mg KOF<sub>100</sub>/l. Driftsanalyser av BOF<sub>7</sub> lå i middel på 120 mg O/l. Total nitrogen lå på 25,6 mg N/l, tot-N filtrert 19,7 mg N/l og ammonium på 16,2 mg N/l.

Beregning av C/N-forholdet i det forfellede vannet gir følgende:

$$\text{KOF/tot-N} = 245/25,6 = 9,6$$

$$\text{KOF}_{100}/\text{NH}_4\text{-N} = 110/16,2 = 6,8$$

$$\text{BOF}_7/\text{tot-N} = 120/25,6 = 4,7$$

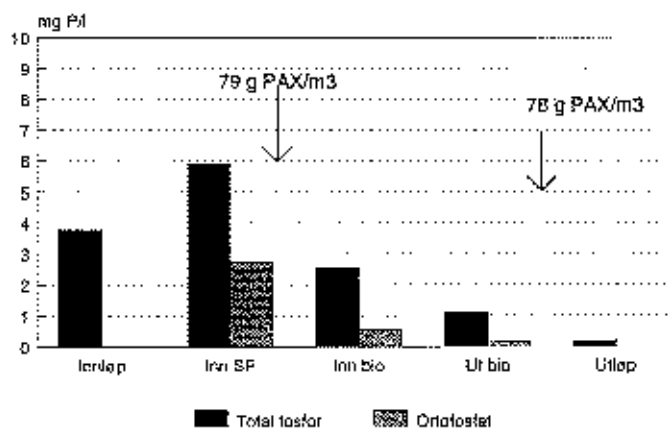
Gjennom biotrinnet ble konsentrasjonene av fosfor ytterligere redusert med 65 - 70 % og innholdet av organisk stoff omtrent halvert. Fosforkonsentrasjonene ut fra kjemisk trinn lå i middel på 0,17 mg/l, hvilket er høyere enn i september, men omtrent det som er normalt for HIAS.

Resultatene er vist tabellarisk og grafisk på de 2 neste sidene.



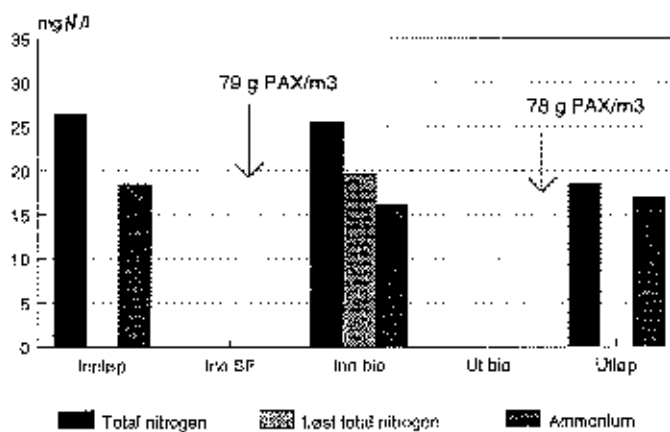
## TOTALFOSFOR OG ORTOFOSFAT november 1993

Middelverdier



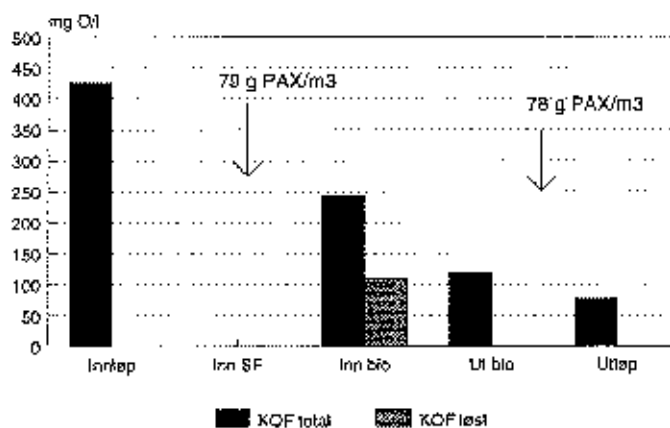
## NITROGENINNHOOLD november 1993

Middelverdier



## INNHOOLD AV ORGANISK STOFF november 1993

Middelverdier



## 7. Slamproduksjon, slam- og slamvannsstrømmer

Prodaserte slammengder og volumstrømmer for slam og slamvann er satt opp i tabellen under.

### SLAMMENGDER UNDER FULLSKALAFORSØK MED FORFELLING OG ETTERFELLING I NOVEMBER 1993

Ukemiddelverdier

Date	Vannføring	Pumpet overskuddsslam fra sedimentering til fortykkere				Fra fortykker	Bortkjørt fra anlegget	Returstrømmer til innløp	
		Mekanisk målt m <sup>3</sup> /d	Biologisk målt m <sup>3</sup> /d	Kjemisk målt m <sup>3</sup> /d	Totalt målt m <sup>3</sup> /d			Rejektvann (5 d./uke) beregn m <sup>3</sup> /d	Overrenning fortykkere, beregnet m <sup>3</sup> /d
Fra-til	Målt m <sup>3</sup> /d					Til avvanning (5 døgn/uke) målt m <sup>3</sup> /d	Avvannet slam (5 døgn/uke) målt m <sup>3</sup> /d		
1-7/11	27 609	327	286	180	793	417	50	367	376
7-14/11	26 751	379	242	166	787	520	51	469	267
14-21/11	31 469	519	302	151	972	662	52	610	310
21-28/11	24 088	535	281	123	939	609	57	552	330
28-30/11	22 735	330	289	114	733	633	60	573	100
<b>Middel</b>	<b>26 446</b>	<b>436</b>	<b>278</b>	<b>151</b>	<b>865</b>	<b>568</b>	<b>54</b>	<b>514</b>	<b>297</b>
<b>Korr. middel</b>	<b>26 446</b>	<b>535</b>	<b>278</b>	<b>185</b>	<b>998</b>	<b>568</b>	<b>54</b>	<b>514</b>	<b>430</b>

#### Kommentarer:

Pumpede slammengder inn til fortykker er for mekanisk og kjemisk slam målt og beregnet vha. timetellere på pumper og pumpekapasiteter. Slam fra biotrimnet er registrert med måler.

Slammengder til avvanning er også registrert med måler. Avvanning foregår kun mandag - fredag. Avvannet slammengde er basert på veiet, bortkjørt mengde. Denne behøver derfor ikke å være helt identisk med avvannet mengde hver uke.

Returstrømmer tilbake til innløp (etter innløpsprøvetaker) er *beregnet* i øverste tabell.

Senere målinger av overrenningen fra fortykkerne viser at de registrerte mengder til fortykker i tabellen over er ca. 15 % for lave. Feilen antas å ligge på hhv. mekanisk og kjemisk slam der timetellere nyttes for registrering. Se forøvrig side 20.

Overrenningen fra fortykkerne varierer mye, fra lite eller ingenting til lik innpumpet slammengde på slutten av helgene. Under forfellingforsøket var trolig overrenningen oppe i ca. 1000 m<sup>3</sup>/d på slutten av helgene.

Uten forfelling ligger overrenningen på ca. 700 m<sup>3</sup>/døgn i gjennomsnitt, men kan i helgene være oppe i godt over 1 000 m<sup>3</sup>/d. I forbindelse med belastningsvurderinger vil de største mengdene først og fremst ha interesse.

For å kunne sammenligne volumet av utpumpet slam i forsøksperioden med tradisjonell drift er det nedenfor satt opp en tabell som viser registrert slamproduksjon i m<sup>3</sup> fra de enkelte rensetrinn for hele 1993, samt mengde avvannet slam i tonn.

Måned	Mekanisk	Biologisk	Kjemisk	Totalt	Avv. slam
JAN.	10 022	10 615	9 220	29 857	1 025
FEB.	12 182	9 455	8 564	30 201	929
MARS	12 154	10 653	10 389	33 196	1 071
APRIL	12 902	9 931	10 202	33 035	954
MAI	13 248	6 092	8 073	27 413	900
JUNI	10 253	7 889	9 500	27 642	1 154
JULI	10 138	13 531	8 681	32 350	1 085
AUG.	12 096	13 741	10 296	36 133	1 067
SEPT.	10 713	7 821	8 143	26 677	961
OKT.	* 12 355	9 644	9 781	* 31 780	1 463
NOV.	13 520	8 345	5 522	27 387	1 173
DES.	6 883	8 873	6 248	22 004	1 050
SUM	136 466	116 590	104 619	357 675	12 832
MIDDEL	11 372	9 716	8 718	29 806	1 069

\*) Dette tallet er for lavt, idet det ble kjørt en ekstra slampumpe fra 30.09 til 8.10 p.g.a. opphopning av tynt slam som følge av forfellinga. Den ekstra slammengden kommer til uttrykk i den større mengden avvannet slam denne måneden.

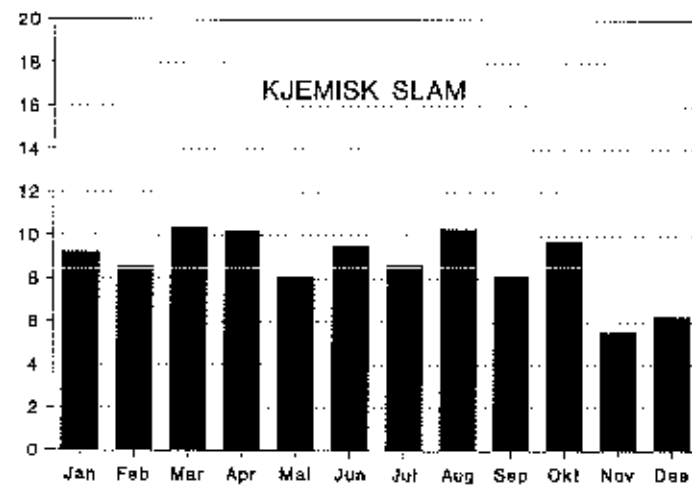
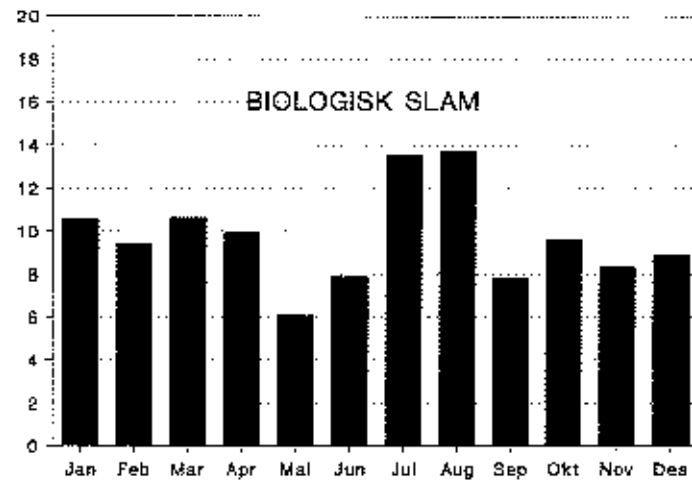
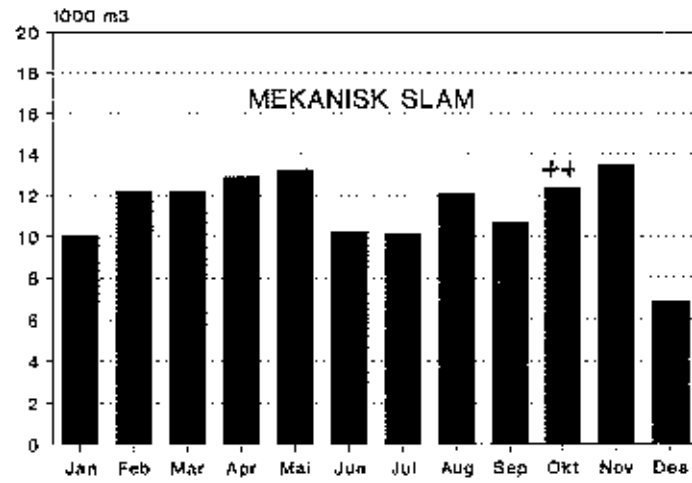
Den første perioden med forfelling i full skala i september gir ikke noe godt tallmessig bilde av slamproduksjonen idet man etter hvert fikk en opphopning av slam med lav TS i forsedimenteringa. Utslagene i slammengde kom derfor i hovedsak i første halvdel av oktober.

I den siste forsøksperioden i november var man mer forberedt på endringene i slamproduksjon og de registrerte mengdene gir trolig et mer representativt bilde av slamsiden. Denne viser at:

- Mengden mekanisk slam lå ca. 20 % over gjennomsnittet ved vanlig mekanisk rensing.
- Mengde biologisk overskuddsslam lå ca. 15 % under gjennomsnittet for tradisjonell drift.
- Mengden kjemisk slam lå ca. 35 % under gjennomsnittet for tradisjonell drift.
- Sum mengde våtslam lå ca. 8 % under gjennomsnittet for tradisjonell drift.
- Avvannet slammengde og total tørrstoffmengde lå ca. 10 % høyere enn ved tradisjonell drift.

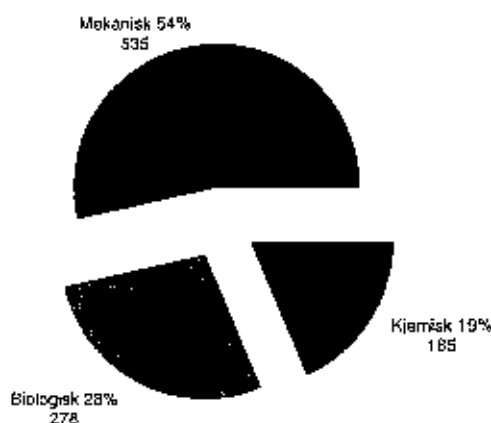
Slammengdene i 1993 er framstilt grafisk på neste side.

## SLAMMENGDER FRA DE ENKELTE TRINN 1993



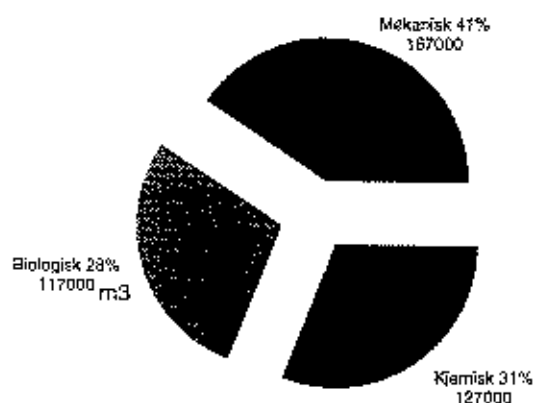
For å illustrere forskjellen i fordelingen av utpumpet slam fra de enkelte trinn med og uten forfelling, er det gjort en grafisk framstilling av dette under.

SLAMPRODUKSJON november 1993  
Midlere volumer våtslam, m<sup>3</sup>/døgn



Karrigerte mengder

SLAMPRODUKSJON hele 1993  
Totale volumer våtslam, m<sup>3</sup>



Karrigerte mengder

For å vise utviklingen videre er det også tatt med en tilsvarende oversikt for 1. halvår av 1994:

Måned	Mekanisk	Biologisk	Kjemisk	Totalt	Avv. slam
JAN.	5 916	8 091	8 237	22 244	1 006
FEB.	8 928	7 275	6 435	22 638	928
MARS	* 16 474	9 807	8 377	34 658	1 023
APRIL	* 15 206	8 151	8 354	31 711	1 180
MAI	11 693	9 158	6 552	27 403	1 047
JUNI	8 006	10 326	4 235	22 567	1 007
SUM	66 223	52 808	42 190	161 221	6 191
MIDDEL	11 037	8 801	7 032	26 870	1 032

\*) I mars og deler av april ble det dosert polymer i mekanisk trinn for å bedre sedimenteringsegenskapene p.g.a. lav vanntemperatur, noe som kan være en forklaring på de relativt høye mengdene. En annen årsak er trolig stor utspyling fra ledningsnettet p.g.a. tilførsel av store mengder smeltevann.

## 8. Måling av overrenning fra slamfortykkere i 1. kv. 1994 - balansering av volumstrømmer til og fra fortykkerne

I 1. kvartal 1994 ble det foretatt målinger av overrenningen fra slamfortykkere. Summen av overrenningen og det som pumpes til avvanning skal være lik summen av det slammet som pumpes til fortykkerne fra de enkelte rensetrinn. Resultatet av denne sammenligningen er satt opp i tabellen under.

Måned	Pumpet inn på avvanning, målt middel, m <sup>3</sup> /d	Overrenning fra fortykkere, målt m <sup>3</sup> /d			Totalt målt ut fra fortykkere middel, m <sup>3</sup> /d	Sum pumpet slam til fortykkere, middel, m <sup>3</sup> /d
		Middel	Maks.	Min.		
JAN -94	260	715	955	494	975	718
FEB -94	230	690	1 378	381	920	809
MAR-94	* 430	877	1 088	724	1 307	1 118

\*) Trolig feil med måler inn på avvanninga en periode i mars. Det ble imidlertid samtidig registrert en sterk økning i slampumpinga fra mekanisk trinn.

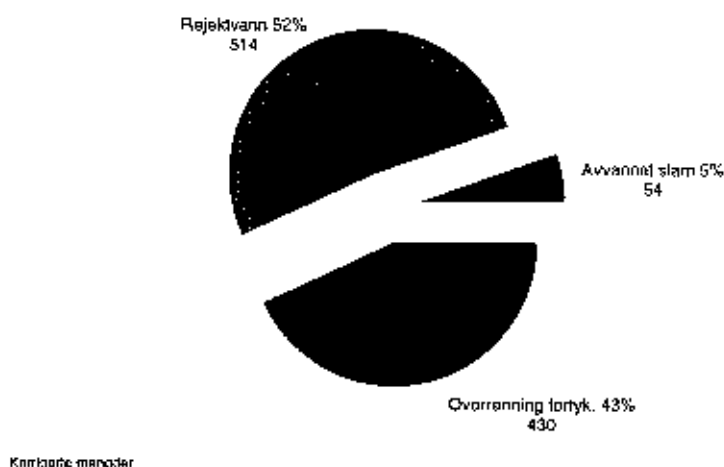
Sammenligning av de 2 høyre kolonnene viser et visst avvik. Registrert slam pumpet til fortykkere ligger en del lavere enn det som måles ut fra fortykkerne (35 % i januar og ca. 15 % i febr. og mars).

De mengder som er målt ut fra fortykkere måles v.h.a. mengdemålere og bør betraktes som mest pålitelige. Pumpet slammengde fra mekanisk og kjemisk trinn registreres v.h.a. timetellere og pumpekapasitet, og kan ikke bli like nøyaktig.

Dette indikerer at de totale slammengder som pumpes til fortykkerne er ca. 15 % høyere enn det som registreres til daglig. Avviket ligger trolig på mekanisk og/eller kjemisk slam.

Dette gir følgende fordeling av slam og slamvannsstrømmer for forsøksperioden i november 1993:

### AVV. SLAM OG SLAMVANNSSSTRØMMER nov. 1993 Midlere volumer, m<sup>3</sup>/døgn (døgn m/avvann)



## 9. Kvaliteten på slam og slamvann - stoffbelastninger fra slamvannet ved 2-trinns felling

I forbindelse med forsøket med forfelling og etterfelling i november ble det gjort en del analyser av kvaliteten på rejektivannet og overrenningsvannet fra fortykkerne.

### ANALYSER AV REJEKTIVANNET VED HIAS NOVEMBER 1993

Dato	Mengde rejeckt, beregnet middel m <sup>3</sup> /d	Tot-P mg P/l	Orto-P mg P/l	SS mg/l	KOF mg O/l	KOF <sub>filtrert</sub> mg O/l	Alkalitet mmol/l	Tot-N mg N/l	Tot-N <sub>filtrert</sub> mg N/l	NH <sub>4</sub> -N mg N/l
1-2/11	325	48,58	11,55	3 214	4 200	1 415	10,33	259,0	100,4	70,1
3-4/11	403	60,94	13,80	3 778	4 800	1 275	7,72	282,7	100,1	44,9
8-9/11	472	55,02	15,53	3 866	4 900	1 634	9,26	285,1	114,0	64,8
10-12/11	402	39,18	10,14	3 274	3 400	1 010	4,30	217,1	74,5	38,0
15-16/11	655	43,18	4,20	3 206	4 000	1 140	7,78	230,5	84,6	49,8
17-18/11	603	36,57	5,50	2 640	3 500	855	7,08	181,7	63,7	29,1
22-23/11	546	32,73	4,68	3 050	3 700	865	8,23	175,6	64,6	36,0
<b>Middel</b>	<b>487</b>	<b>45,2</b>	<b>9,3</b>	<b>3 290</b>	<b>4 070</b>	<b>1 170</b>	<b>7,8</b>	<b>233,1</b>	<b>86,0</b>	<b>47,5</b>

Prøver av rejektivannet er tatt ut som stikkprøver 2 ganger pr. dag, og det er analysert på blandprøver for 2 og 2 dager.

### ANALYSER AV OVERRENNINGSVANNET FRA SLAMFORTYKKERNE VED HIAS NOV. 1993

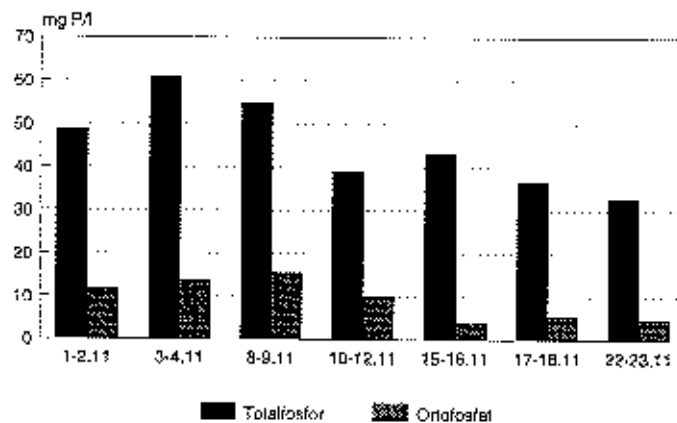
Dato	Mengde overrenning, beregnet ukemiddel m <sup>3</sup> /d	Tot-P mg P/l	Orto-P mg P/l	SS mg/l	KOF mg O/l	KOF <sub>filtrert</sub> mg O/l	Alkalitet mmol/l	Tot-N mg N/l	Tot-N <sub>filtrert</sub> mg N/l	NH <sub>4</sub> -N mg N/l
3-5/11	376	48,75	10,93	2 940	3 700	1 024	5,46	214,7	94,9	33,8
5-8/11		71,91	20,20	3 924	5 000	1 443	7,90	329,8	118,8	39,9
8-10/11	267	106,0	46,38	6 210	7 500	1 772	9,86	363,3	153,8	75,1
10-12/11		43,36	9,67	2 538	3 400	956	6,68	208,0	88,9	36,1
12-15/11		106,0	41,03	6 780	7 800	1 742	8,18	387,4	154,6	39,1
15-17/11	310	145,0	62,73	10 135	10 500	2 034	9,31	578,8	163,4	36,1
17-19/11		97,51	32,54	7 150	8 600	1 909	9,44	319,1	146,1	28,4
19-22/11		107,0	47,00	7 725	7 600	2 018	9,03	378,9	154,5	9,5
22-24/11		98,55	56,44	8 510	9 800	1 980	10,55	422,2	160,8	36,1
<b>Middel</b>	<b>318</b>	<b>91,5</b>	<b>36,3</b>	<b>6 212</b>	<b>7 100</b>	<b>1 653</b>	<b>8,49</b>	<b>355,8</b>	<b>137,3</b>	<b>37,1</b>
<b>Korr. mengde</b>	<b>430</b>									

Prøvene er tatt ut i mengdeproporsjonalt med automatisk prøvetaker.

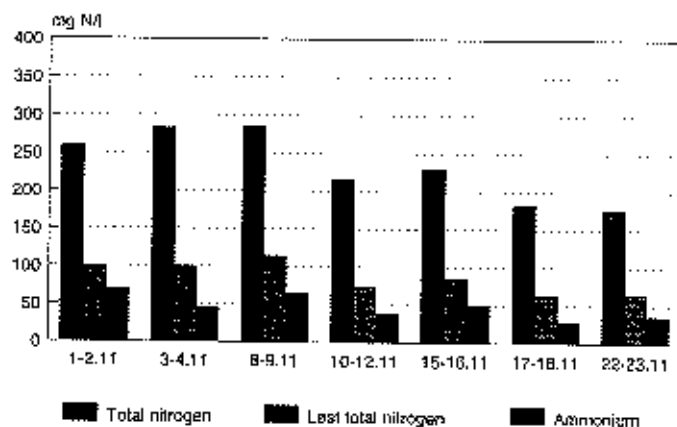
Mengdemåleren som var montert på overrenningen fra fortykkerne, hadde imidlertid feilstilt nullpunkt, slik at de mengder som denne registrerte, ble feil. Av den grunn er mengdene i kolonne 2 i tabellen over, *beregnete* verdier. Etter kalibrering og nye mengdemålinger i 1994 er det beregnet en korrigeret verdi under.

## KONSENTRASJONER I REJEKTVANNET nov. 1993

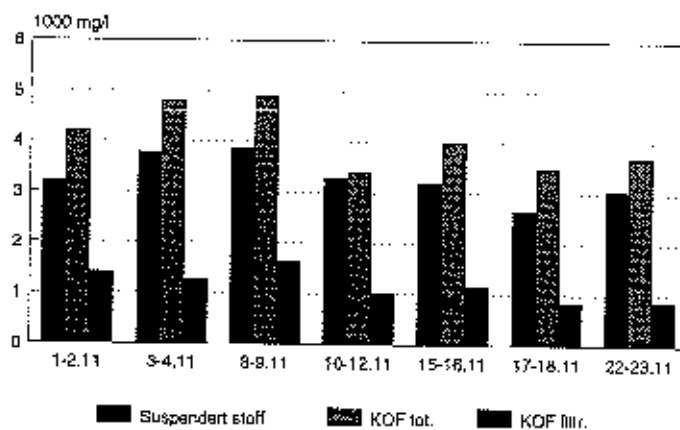
### Totalfosfor og ortofosfat



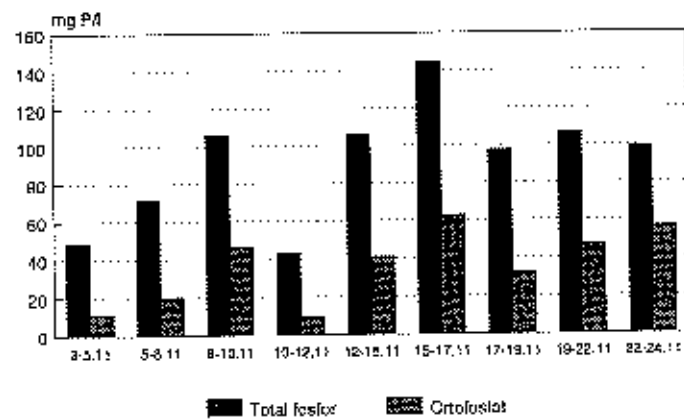
### Nitrogenforbindelser



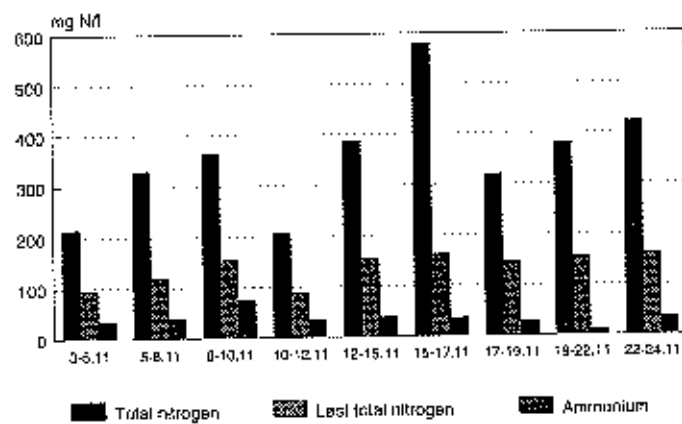
### Suspendert stoff og organisk stoff



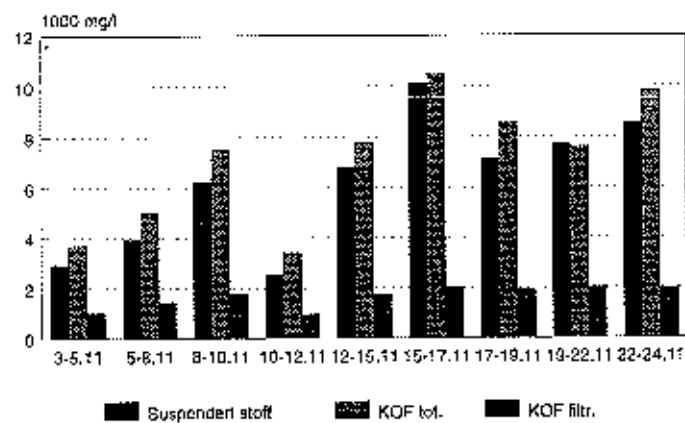
## OVERRENNING FRA FORTYKKERE nov. 1993 Totalfosfor og ortofosfat



## Nitrogenforbindelser



## Suspendert stoff og organisk stoff



Som tabellene og grafene foran viser lå konsentrasjonene i rejektivannet ca. 10 ganger høyere enn i vanlig urensset kloakk. Både næringsstoffene og organisk stoff foreligger i større grad i partikkulær form enn i vanlig kloakk. I volum utgjorde rejektivannet ca. 2,5 % av tørrværstilrenningen.

Konsentrasjonene i overrenningen fra slamfortykkene lå for flere parametre nærmere dobbelt så høyt i konsentrasjon som rejektivannet, dvs. 15 - 20 ganger normal, urensset kloakk. Her var imidlertid andelen av orto-P vesentlig høyere enn i rejektivannet, mens ammoniuminnholdet var lavere. I volum utgjorde overrenningen i middel 2,2 % av tørrværstilrenningen.

En har også sett på hvilke stoffmengder som returstrømmene av rejekt- og overrenningsvannet innebærer for anleggets belastning. Det viser seg at returstrømmene til sammen utgjorde 38 % av fosforbelastningen, 28 % av nitrogenbelastningen, 31 % av den organiske belastningen og 46 % av tilførselen av susp. stoff.

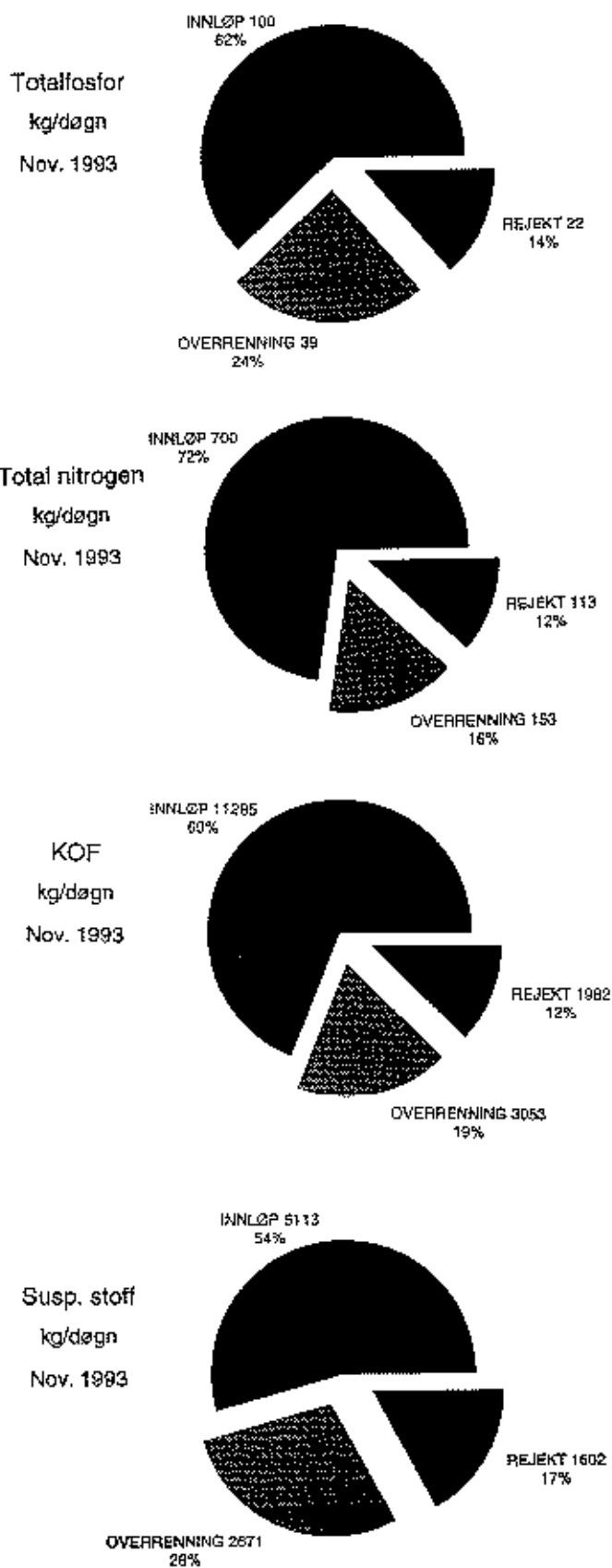
Dette bekrefter egentlig det som ble registrert tidlig i forsøksperioden ved den store forskjellen i konsentrasjoner etter tilbakeføringen av slamvannsstrømmene ved innløpet.

Ved en framtidig utbygging av nitrogenrensing vil disse returstrømmene ha svært stor innflytelse på dimensjoneringen. En av utfordringene vil derfor bli å få redusert returstrømmene mest mulig. Bruk av polymer som hjelpekoagulant i forfellingstrinnet vil være blant de tiltak som bør utprøves.

Andelene av stoffbelastning er illustrert og tallfestet på neste side.

For å få en sammenligning er det senere foretatt en kartlegging av stoffbelastningen fra returstrømmene under tradisjonell drift. Denne undersøkelsen ble gjennomført i august 1994 og er omtalt i kapitel 10 side 28.

## ANDEL AV BELASTNING FRA HHV. INNLØP, OVERRENNING FORTYKKERE OG REJEKT



Det er videre satt opp en oversikt over tørrstoffinnhold i fortykket slam, avvannet slam og rejektivann for hele 1993:

Måned	TS-% ut fortykker	TS-% avvannet slam	TS-% rejektivann
JAN.	3,80	20,6	0,58
FEB.	3,46	20,7	0,45
MARS	3,13	20,5	0,51
APRIL	3,53	20,6	0,52
MAI	3,10	21,7	0,27
JUNI	3,30	21,4	0,42
JULI	2,87	21,2	0,29
AUG.	3,45	21,2	0,37
SEPT.	2,92	20,2	0,31
OKT.	2,28	21,2	0,32
NOV.	2,55	21,8	0,33
DES.	2,96	21,2	0,43
MIDDEL	3,11	21,1	0,40

Tabellen er illustrert grafisk på neste side.

Tørrstoffinnholdet i fortykket slam var lavest i periodene med forfelling. I november, som anses som mest representativ tallmessig, lå TS-innholdet relativt sett ca. 20 % lavere enn årsgjennomsnittet.

Når det gjelder tørrstoffet i avvannet slam er det ingen tegn på at forfellingsforsøkene ga noe utslag. Polymerforbruket i november lå imidlertid ca. 10 % høyere enn gjennomsnittet for hele året (3,0 kg/t TS mot 2,7 for hele 1993).

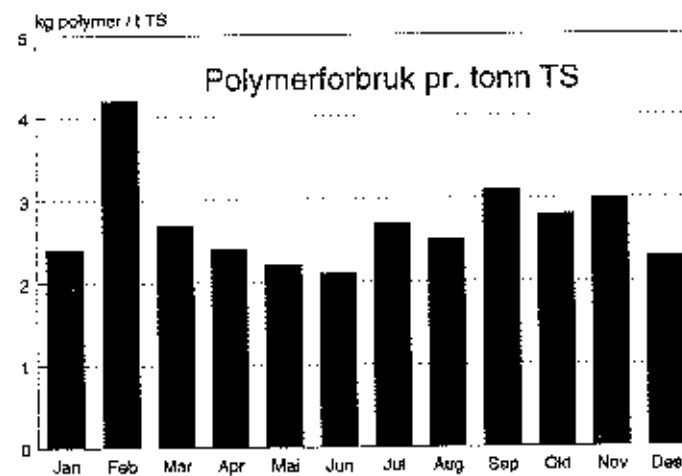
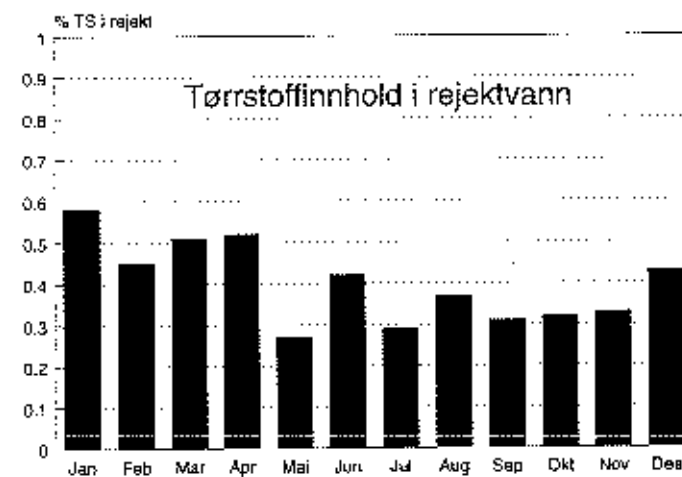
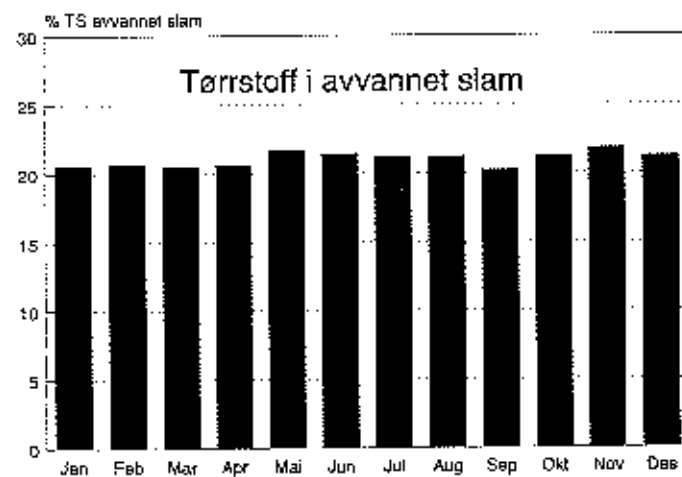
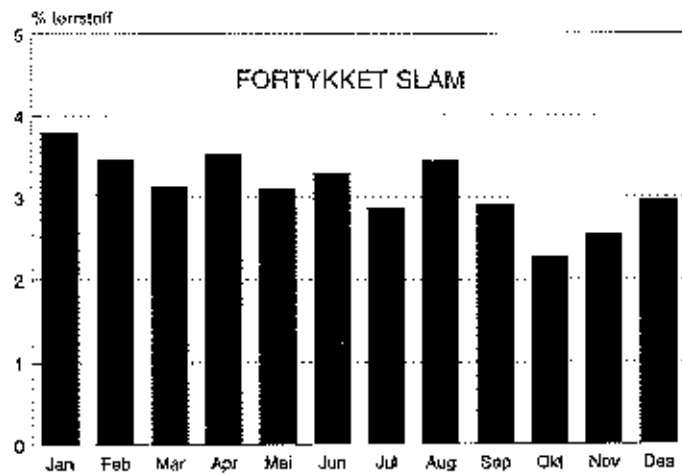
I periodene med forfelling var rejektivannskvaliteten noe bedre enn årsgjennomsnittet, ca. 18 % relativt sett. Rejektivannet var dårligst i vintermånedene. Kvaliteten på rejektivannet må i det store og hele karakteriseres som mindre god. Rejektivannet inneholder relativt mye tørrstoff, noe som innebærer en forholdsvis stor resirkulasjon av slam i anlegget og ekstra stoffbelastning i renseprosessen.

Dette kan illustreres ved hjelp av **gjenvinningsgraden** for avvanningsmaskinen som er et uttrykk for hvor stor del av slampartiklene som utskilles som avvannet slam i forhold til det som mates inn. Gjenvinningsgraden bør derfor være høyest mulig.

For 1993 som helhet er gjenvinningsgraden beregnet til 88,8 %. Dette er generelt lavt og innebærer at 11,2 % av tørrstoffet går tilbake igjen i prosessen.

I perioden med forfelling i november var gjenvinningsgraden 88,4 %, dvs. omtrent som gjennomsnittet.

## SLAM- OG REJEKTVANNSKVALITET 1993



### 10. Kvalitet og stoffbelastning fra slamvannet ved tradisjonell drift aug. -94

I august 1994 ble det over en 3-ukers periode gjort en ny kartlegging av returstrømmene under tradisjonell drift av rensanlegget. Resultatene er sammenstilt nedenfor. På de 2 neste sidene er resultatene vist grafisk

#### ANALYSER AV REJEKTVANNET VED HIAS 8. - 31. august 1994

Dato	Mengde rejevt, beregnet av ukemiddel, m <sup>3</sup> /d	Tot-P mg P/l	Orto-P mg P/l	SS mg/l	KOF mg O/l	KOF <sub>filtrert</sub> mg O/l	Alkalitet mmol/l	Tot-N mg N/l	Tot-N <sub>filtrert</sub> mg N/l	NH <sub>4</sub> -N mg N/l
8-9/8	322	47,41	13,00	3 418	4 700	3 000	12,71	664,0	215,0	125,6
10-11/8	322	37,41	8,96	2 886	4 000	2 100	11,10	251,3	173,7	106,9
15-16/8	212	38,97	8,25	3 084	4 300	2 500	14,63	317,9	218,1	147,7
17-18/8	212	33,10	8,00	2 468	3 700	2 300	11,68	249,2	188,9	112,8
22-23/8	233	41,90	11,21	3 474	4 700	2 700	15,31	297,7	192,2	72,1
24-25/8	233	24,57	3,33	2 052	2 600	1 600	10,04	190,0	133,8	82,5
29-30/8	248	42,93	10,13	3 670	5 000	2 500	15,46			
31/8	248	30,34	7,92	2 850	3 700	1 900	12,20			
<b>Middel</b>	<b>254</b>	<b>37,1</b>	<b>8,9</b>	<b>2 988</b>	<b>4 090</b>	<b>2 300</b>	<b>12,9</b>	<b>328,4</b>	<b>187,0</b>	<b>107,9</b>

Prøver av rejektivannet er tatt ut som stikkprøver 2 ganger pr. dag, og det er analysert på blandprøver for 2 og 2 dager unntatt siste prøve.

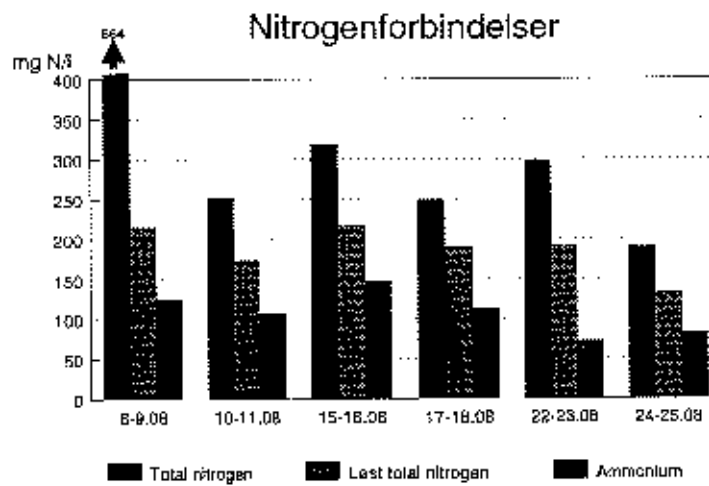
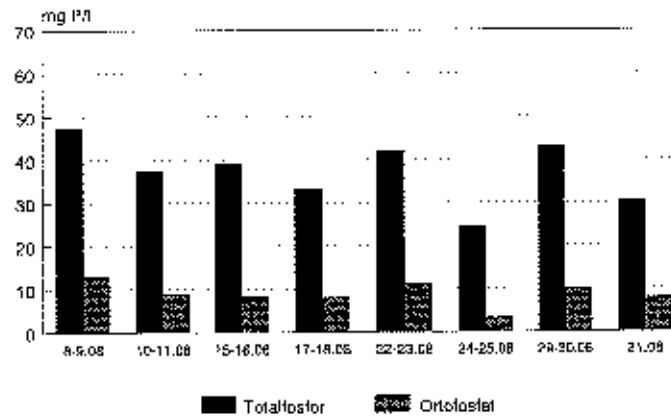
#### ANALYSER AV OVERRENNINGSVANNET FRA SLAMFORTYKKERNE 8. - 31. august 1994

Dato	Mengde overrenning, målt m <sup>3</sup> /d	Tot-P mg P/l	Orto-P mg P/l	SS mg/l	KOF mg O/l	KOF <sub>filtrert</sub> mg O/l	Alkalitet mmol/l	Tot-N mg N/l	Tot-N <sub>filtrert</sub> mg N/l	NH <sub>4</sub> -N mg N/l
8-10/8	485	53,28	28,33	3 428	3 500	1 100	8,28	207,1	96,0	66,8
10-12/8	427	43,10	23,17	3 022	3 300	970	7,18	199,4	104,4	59,7
12-15/8 H	604	7,66	1,83	848	740	340	5,96	118,0	83,8	57,5
15-17/8	433	46,90	26,33	3 052	3 800	1 100	9,38	200,6	134,2	72,2
17-19/8	527	24,14	11,17	2 012	1 800	640	6,41	158,6		52,4
19-22/8 H	644	33,97	17,83	2 652	2 000	450	7,02	118,5	57,6	46,6
22-24/8	548	71,37	46,25	5 078	6 100	810	11,34	216,4	95,0	56,1
24-26/8	555	28,10	13,50	2 150	2 400	640	6,64	104,5	59,3	41,9
26-29/8 H	650	53,45	27,67	3 416	2 700	500	7,45			
29-31/8	419	28,79	17,42	2 244	2 000	560	7,96			
<b>Middel</b>	<b>529</b>	<b>39,1</b>	<b>21,4</b>	<b>2 790</b>	<b>2 800</b>	<b>710</b>	<b>7,75</b>	<b>165,4</b>	<b>90,0</b>	<b>56,7</b>

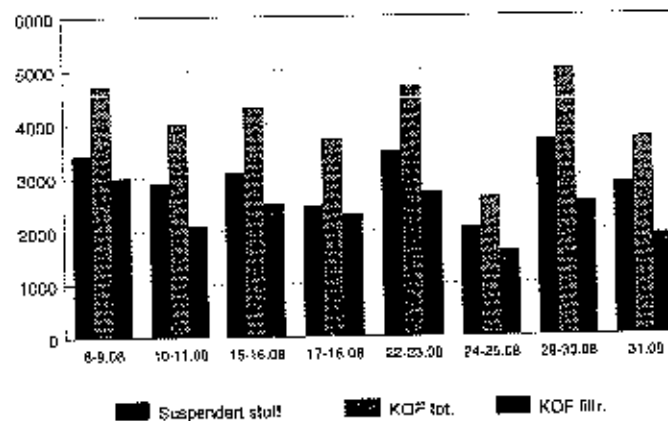
H = helg

Prøvene er tatt ut mengdeproporsjonalt med automatisk prøvetaker.

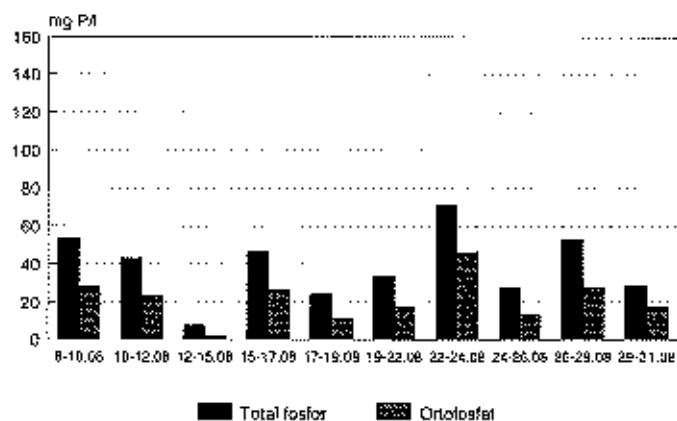
## KONSENTRASJONER I REJEKTVANNET aug. 1994 Totalfosfor og ortofosfat



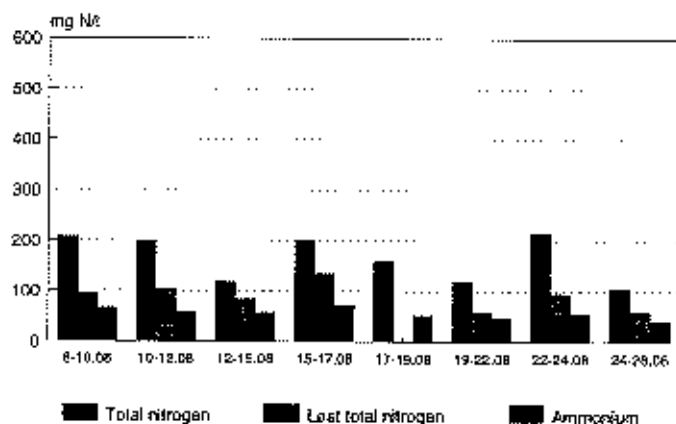
## Suspendert stoff og organisk stoff



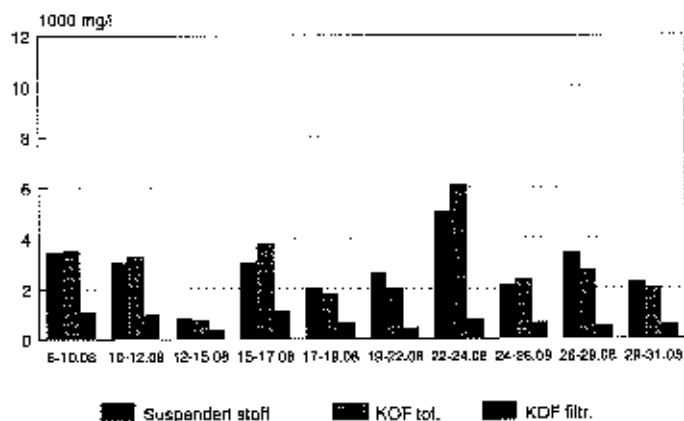
## OVERRENNING FRA FORTYKKERE aug. 1994 Totalfosfor og ortofosfat



## Nitrogenforbindelser



## Suspendert stoff og organisk stoff



Målingene på *rejektvannet* i august 1994 viste at mengdene (målt som volum) da lå nesten 50 % lavere enn under perioden med forfelling i november 1993. Dette henger naturlig nok sammen med at mengden slam som ble pumpet til avvanning lå tilsvarende lavere i aug. -94 enn i nov. -93.

Konsentrasjonene fosfor og suspendert stoff i *rejektvannet* lå litt lavere i august enn i november, mens konsentrasjonen av løst organisk stoff og nitrogenforbindelser, samt alkaliteten, lå en god del høyere i august. Totalt sett kan man si at konsentrasjonene i *rejektvannet* ligger ca. 10 ganger høyere enn i vanlig urensset kloakk uavhengig av forfelling eller ikke.

Når det gjelder *overrenning fra fortykkerne*, lå denne i volum noe høyere i aug. -94 enn i nov. -93.

Konsentrasjonene i *overrenningsvannet* i august lå for alle parametre unntatt ammonium, på i størrelsesorden halvparten av konsentrasjonene i november. Dette underbygger bare driftspersonellens erfaringer, nemlig at slammet fortykker langt bedre ved tradisjonell drift enn ved forfelling.

Konsentrasjonene av fosfor og suspendert stoff lå omtrent 10 ganger så høyt som i vanlig urensset kloakk, mens de andre parameterne lå 5 - 7 ganger over vanlig kloakk.

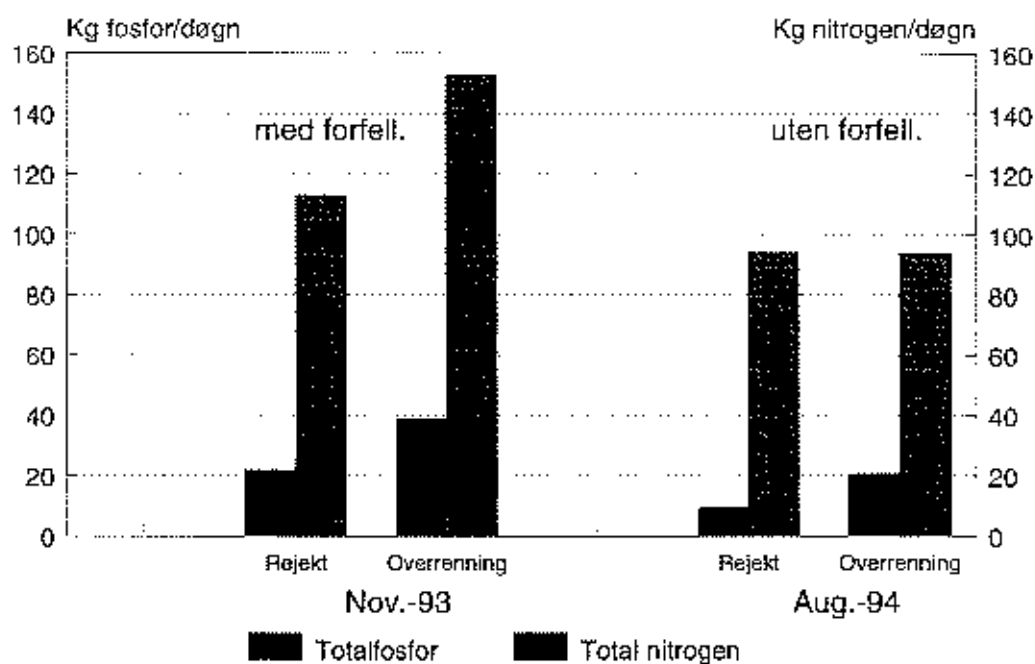
I august representerte stoffmengden i returstrømmene langt mindre enn i forfellingsperioden i november (ca. 50 % lavere unntatt for nitrogen som lå ca. 30 % lavere). Returstrømmene utgjorde til sammen 20 % av fosforbelastningen (38 % i nov. -93), 17 % av nitrogenbelastningen (28 % i nov. -93), 15 % av den organiske belastningen (31 % i nov. -93) og 24 % av tilførselen av susp. stoff (46 % i nov. -93). Det må imidlertid gjøres oppmerksom på at den eksterne tilførselen til renseanlegget lå mellom 15 og 40 % høyere i august -94 enn i november -93. Differansen var størst for susp. stoff og minst for fosfor.

Stoffmengdene fra *rejektvann* og *overrenning fra fortykkerne* er vist grafisk på neste side både for november 1993 og august 1994.

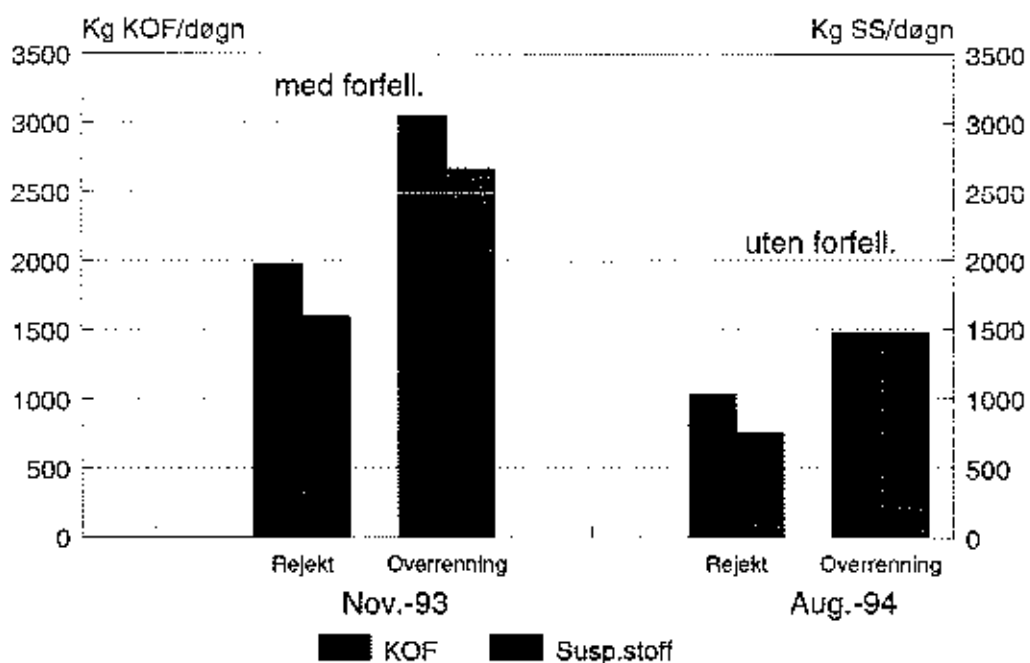
På side 33 er belastningsandelene både for innløp, *rejektvann* og *overrenning* illustrert grafisk med tallverdier.

På side 34 er volumstrømmene av slam ut fra *fortykkerne* i august 1994 illustrert. *Overrenningen* utgjorde 66 % i august mot 52 % i november. *Rejektvannet* utgjorde 28 % i august mot 52 % i november. Disse forskjellene skyldes at langt større volumer gikk til avvanning i november enn i august.

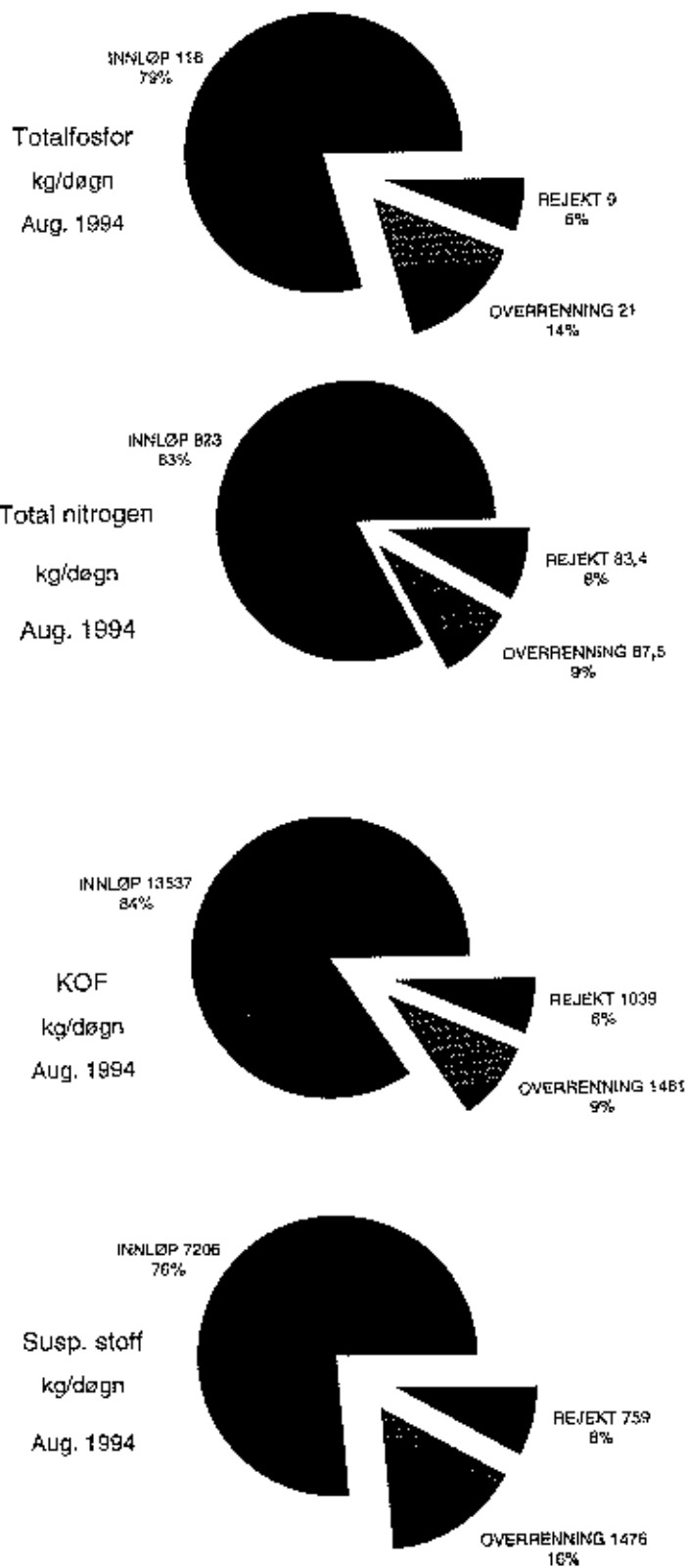
## MENGDER FOSFOR OG NITROGEN FRA REJEKT OG OVERRENNING nov -93 og aug -94



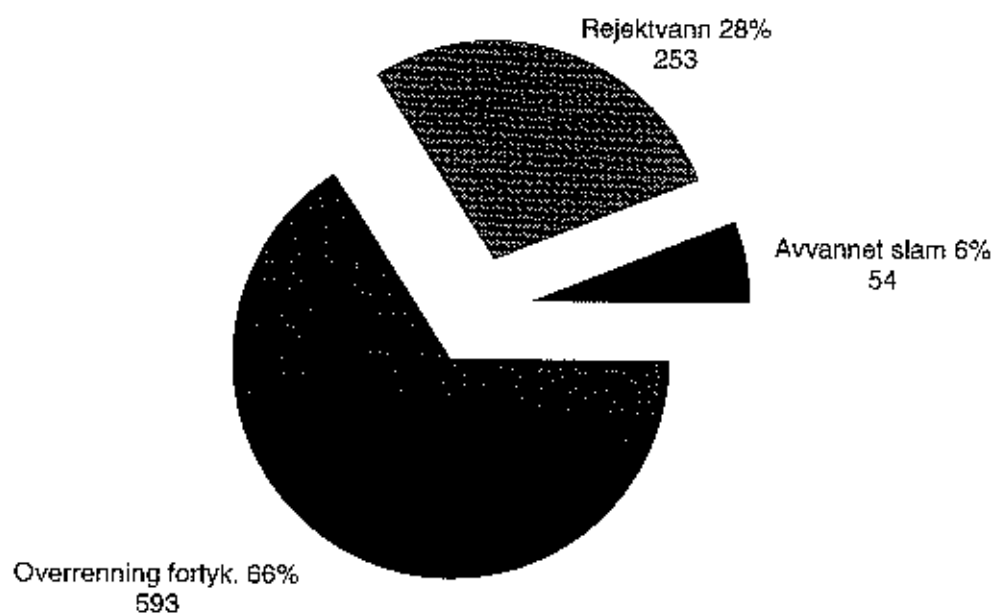
## MENGDER SUSPENDERT OG ORGANISK STOFF FRA REJEKT OG OVERRENNING nov.-93 og aug.-94



## ANDEL AV BELASTNING FRA HHV. INNLØP, OVERRENNING FORTYKKERE OG REJEKT



AVV. SLAM OG SLAMVANNsstrømmer aug. 1994  
Midlere volumer, m<sup>3</sup>/døgn (døgn m/avvann)



## **V E D L E G G**

Tabeller og utfyllende grafikk fra innledende forsøk med forfelling i 1 linje

FORSØK MED FORFELLING MED UPAX-6 I 1 LINJE VED HIAS juni 1993.

Parameter \ Dato	02-03/6	04-05/6	06-07/6	07-08/6	09-10/6	10-11/6	11-12/6	13-14/6	14-15/6
Q <small>(tek anlegget)</small> m <sup>3</sup> /d	22 241	20 284	19 966	21 517	20 928	20 222	23 210	19 358	20 819
Q <small>Linje 1</small> ca. m <sup>3</sup> /d *	5 560	5 070	5 000	5 380	5 230	5 060	5 800	4 840	5 210
Dos. UPAX-6, g/m <sup>3</sup>	91	103	122	122	145	104	100	100	78 ?
Dos.punkt	Ende sf	Ende sf	Ende sf	Ende sf	Ende sf	Etter sf	Etter sf	Midt sf	Etter sf
pH inn sandfang	7,07	7,12	7,19	7,18	7,17	7,19	7,20	7,22	7,40
pH ut linje 1	7,03	7,12	7,18	7,28	7,24	6,95	7,04	7,13	7,27
pH ut linje 2-4	7,39	7,08	7,13	7,31	7,43	7,11	7,12	7,25	7,34
Alk. inn s.f. mekv/l									
Alk. ut l. 1 mekv/l									
Alk. ut 2-4 mekv/l									
Tot-P inn s.f. mg P/l	6,36	3,98	8,24	6,81	5,44	6,52	7,27	4,91	6,91
Tot-P ut l. 1 mg P/l	2,46	1,08	1,17	1,89	1,03	2,18	3,52	0,97	1,56
Tot-P ut l.2-4 mg P/l	1,87	2,86	3,92	3,60	4,37	4,78	6,49	3,09	3,50
Orto-P inn s.f mg P/l	1,81	2,16	4,05	3,51	3,07	2,64	4,21	2,58	4,07
Orto-P ut l. 1 mg P/l	1,14	0,29	0,22	0,62	0,295	0,93	1,76	0,20	0,83
Orto-P ut 2-4 mg P/l	0,88	1,84	1,65	1,88	2,62	2,69	3,81	1,38	2,38
KOF inn s.f. mg O/l	512	384	586	761	542	576	647	303	601
KOF ut l. 1 mg O/l	296	198	160	244	242		338	113	169
KOF ut 2-4 mg O/l	151	257	304	293	366		484	223	212
KOF <sub>fil</sub> inn sf mg O/l	95	85	87	133	165	129	138	68	99
KOF <sub>fil</sub> ut l. 1 mg O/l	160	111	57	122	157		143	67	69
KOF <sub>fil</sub> ut 2-4 mg O/l	83	177	68	102	140		116	66	90
Tot-N inn s.f mg N/l									
Tot-N ut l. 1 mg N/l									
Tot-N ut 2-4 mg N/l									
NH <sub>4</sub> -N inn sf mg N/l									
NH <sub>4</sub> -N ut l mg N/l									
NH <sub>4</sub> -N ut 2-4 mg N/l									

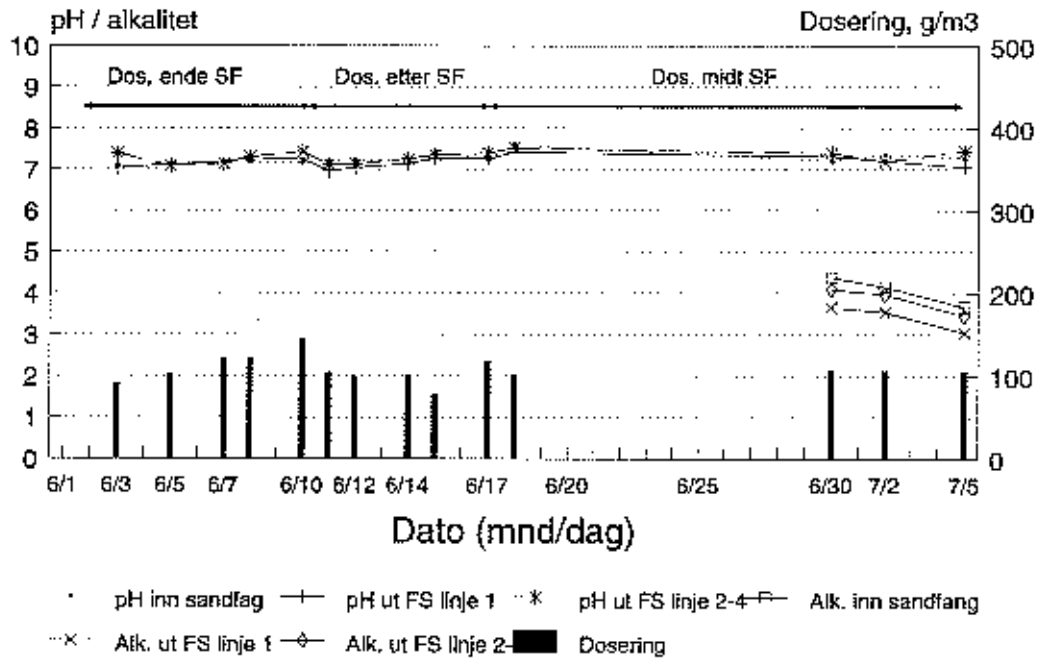
edb.ark.: forfres.hia

FORSØK MED FORFELLING MED UPAX-6 I 1 LINJE VED HIAS juni 1993.

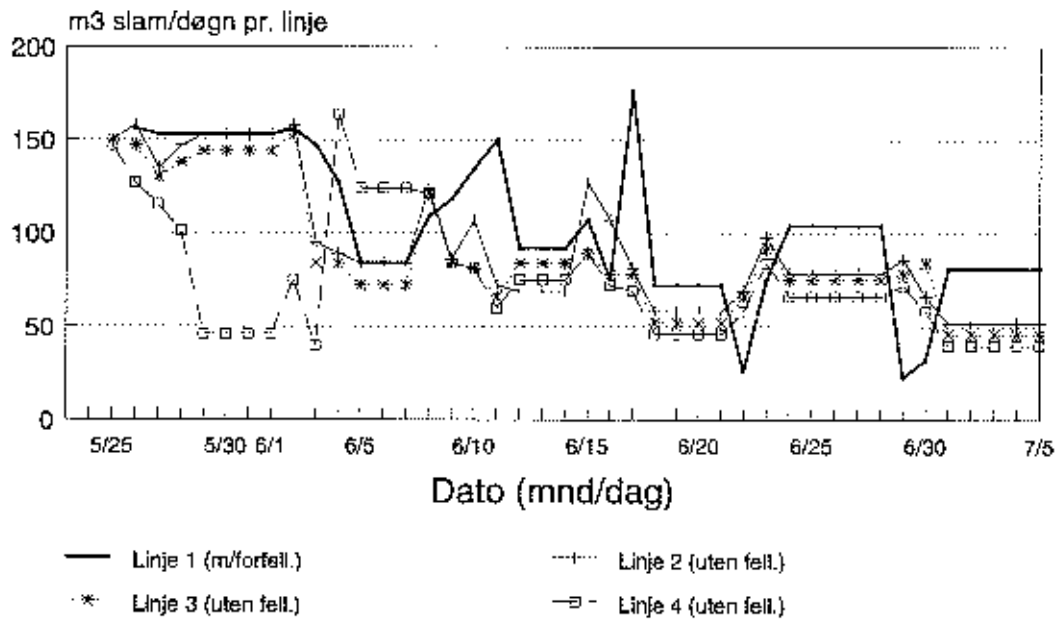
Parameter \ Dato	16-17/6	17-18/6	29/6 ca 8 - 16	01-02/7	04-05/7				
Q <sub>Itteie andegget</sub> m <sup>3</sup> /d	21 622	19 121	19 119	19 461	18 445				
Q <sub>Linje 1</sub> ca. m <sup>3</sup> /d *	5 410	4 780	4 780	4 865	4 610				
Dos. UPAX-6, g/m <sup>3</sup>	118	101	106	106	106				
Dos.punkt	Etter sf	Midt sf	Midt sf	Midt sf	Midt sf				
pH inn sandfang	7,25	7,58	7,0-7,6	7,36	7,2-7,3				
pH ut linje 1	7,25	7,41	7,2-7,4	7,20	6,7-7,2				
pH ut linje 2-4	7,39	7,51	7,3-7,5	7,19	7,3-7,5				
Alk. inn s.f. mekv/l			4,37	4,14	3,66				
Alk. ut l. 1 mekv/l			3,65	3,53	3,05				
Alk. ut 2-4 mekv/l			4,08	3,96	3,45				
Tot-P inn s.f. mg P/l	5,21	5,37	8,59	7,28	9,59				
Tot-P ut l. 1 mg P/l	2,24	1,85	3,72	3,62	3,06				
Tot-P ut l. 2-4 mg P/l	4,06	4,03	5,96	5,81	4,37				
Orto-P inn s.f mg P/l	3,50	3,11	5,55	4,31	5,30				
Orto-P ut l. 1 mg P/l	1,37	1,07	1,44	1,15	1,04				
Orto-P ut 2-4 mg P/l	2,96	2,96	3,44	3,30	2,10				
KOF inn s.f. mg O/l	413	490	1044	679	587				
KOF ut l. 1 mg O/l	227	215	370	395	219				
KOF ut 2-4 mg O/l	301	301	468	319	246				
KOF <sub>fil</sub> inn sf mg O/l	137	82	202	225	93				
KOF <sub>fil</sub> ut l. 1 mg O/l	100	122	82	104	64				
KOF <sub>fil</sub> ut 2-4 mg O/l	100	133	137	125	92				
Tot-N inn s.f mg N/l			45,22	42,21	48,5				
Tot-N ut l. 1 mg N/l			38,59	38,52	34,22				
Tot-N ut 2-4 mg N/l			45,28	38,25	33,54				
NH <sub>4</sub> -N inn sf mg N/l			26,68	26,22	25,14				
NH <sub>4</sub> -N ut l mg N/l			22,69	24,22	22,99				
NH <sub>4</sub> -N ut 2-4 mg N/l			23,53	23,38	23,22				

edb.ark.: forfres.hia

## Forfelling i 1 linje pH og alkalitet

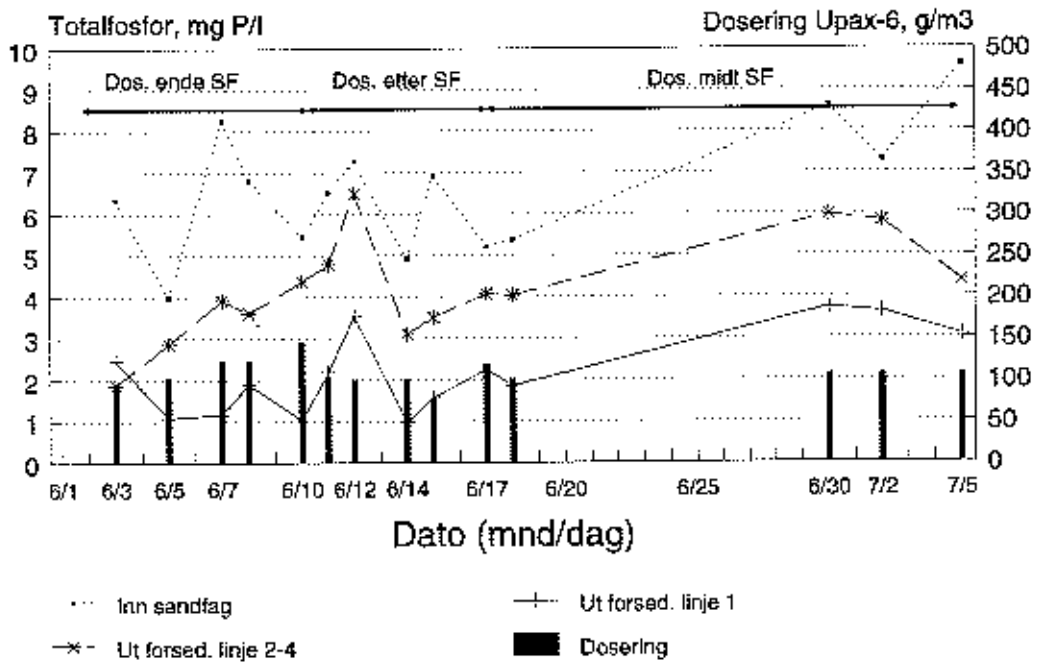


## Forfelling i 1 linje ved HIAS Mengde primærslam pr. linje med og uten forfelling 25/5 - 5/7 1993

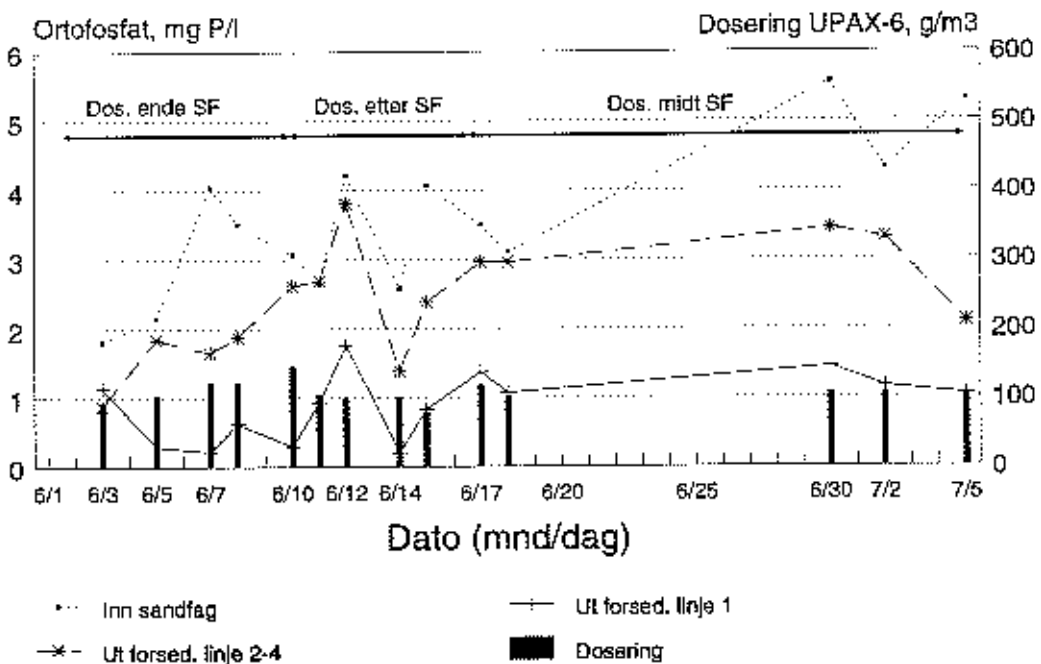


Slammengden i linje 1 har i middel ligget 25 % høyere enn i linje 2 - 4 i perioden med forfelling.

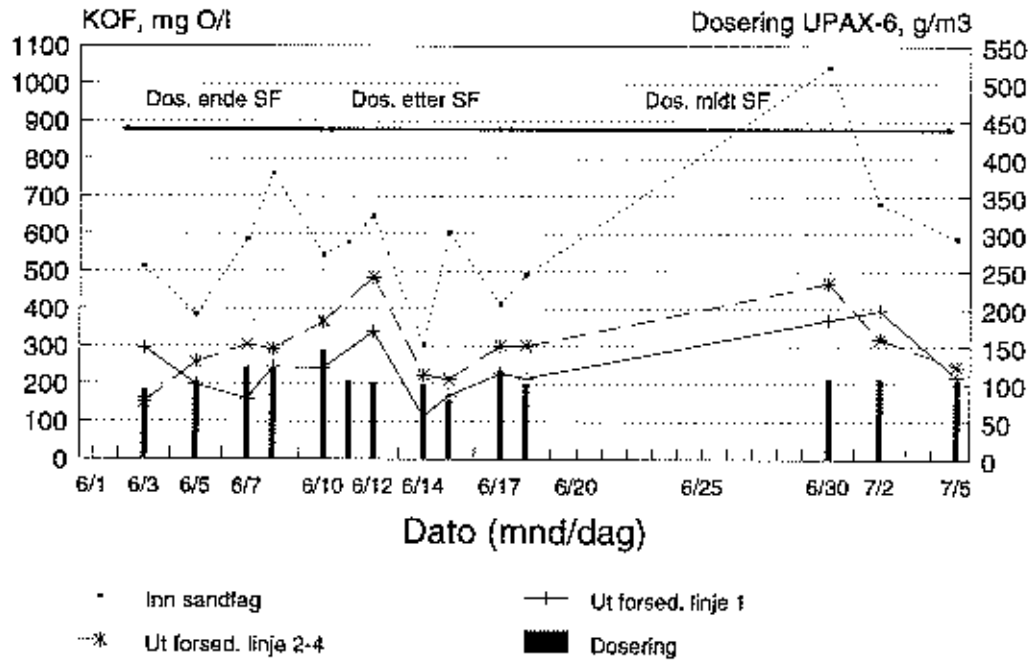
## Forfelling i 1 linje TOTALFOSFOR



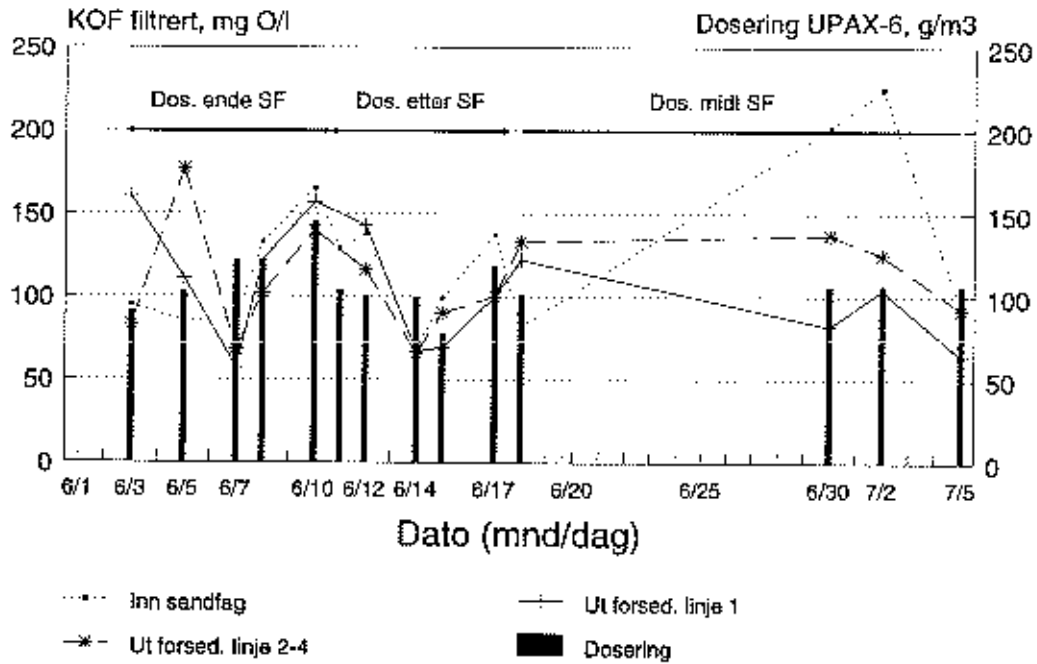
## Forfelling i 1 linje ORTOFOSFAT



### Forfelling i 1 linje KOF



### Forfelling i 1 linje KOF filtrert



NITROGEN - Tot-N og NH4-N  
 Dosering midten av sandfanget - 106 g/m<sup>3</sup>

