

EFFEKTER AV TENSIDDOSERING

PÅ AKTIVSLAMPPROCESSEN

A. Arndtsson

A. Lyngå

P. Robinson

Ryaverket oktober 1988  
GRYAAB Rapport 1988:3

## BAKGRUND

Under januari - april 1987 var det tidvis kraftig skumbildning på Ryaverket. Skummet bildades i luftningsbassängarna, de utgående rännorna och luckhallen. Skumbildningen var tidvis så kraftig att skumdämpande medel fick användas. Orsaken till skummet var förmodligen ökad tensidhalt i avloppsvattnet men något helt säkert orsak-verkan samband kunde ej fastställas. Under perioden när skumbildning pågick fick slammet en ljusare färg, ändrad struktur och försämrad sjunkhastighet, samtidigt som grumligheten och suspenderade substanshalten i utgående vatten ökade markant.

Under perioden december 87 - januari 88 började tidvis skumbildning på nytt av sådan omfattning att skumdämpning fick tillgripas. Det beslutades då att försök med tensiddosering skulle utföras i försöksanläggningen. Syftet med försöket var att utreda om enbart ökad tensidhalt i avloppsvattnet kunde orsaka alla de förändringar som noterades i processen.

## TENSIDER

Tensider används i stor omfattning i tvätt- och rengöringsmedel liksom i många andra produkter, och förekommer därför vanligen i avloppsvatten från hushåll, industrier och jordbruk. De är ytaktiva ämnen som nedsätter vätskors ytspänning. Därigenom påverkar de processer som skumning, emulgering, dispergering och lösning av partiklar.

Beroende på tensidernas struktur indelar man tensider i fyra huvudtyper, nämligen:

- anjoniska
- katjoniska
- nonjoniska
- amfotära

Nedbrytbarheten hos de olika tensiderna är beroende av deras molekylstruktur, och vissa strukturer försvårar eller omöjliggör en fullständig nedbrytning. De vanligaste och mest använda anjon-, och katjontensiderna är med få undantag biologiskt lätt nedbrytbara och även slutlig nedbrytning hinner ske under passagen genom ett väl fungerande reningsverk. Därför är det knappast sannolikt att de kan orsaka driftstörningar på Ryaverket. Undantag utgörs främst av vissa nonjonska tensider nämligen alkylfenoletoxylater, sekundära alkoholetoxylater och blockpolymerer som är svårnedbrytbara.

För det fortsatta arbetet var det nödvändigt att välja ut en tensid från en av de mest intressanta tensidgrupperna. En tensid av typ alkylfenoletoxylat valdes ut på grund av sin svårnedbrytbarhet och den stora förbrukningsmängden i Sverige för de här typerna av tensider (ca 4 000 ton/år, 1982). Om allt detta hamnar i avloppsvattnet och når fram till reningsverket motsvarar det för Ryaverkets del i genomsnitt ca 10 mg/l.

Hyonic PE-90 (Henkel-Nopco Ab) är en nonylfenoletoxylat (EO = 9) som ansågs mest lämplig för den här undersökningen. Den är flytande, lätt vattenlösigt och kunde spädas till en 2% lösning i dricksvatten. Lösningen doserades med hjälp av en reglerbar doseringspump.

## FÖRSÖKSANLÄGGNINGEN

Försöksanläggningens utformning framgår av figur 1. I denna kommer avloppsvattnet in i en försedimenteringsbassäng med arean 12,25 m<sup>2</sup> och volymen 24 m<sup>3</sup>. Det försedimenterade vattnet fördelas via skibord till två lika aktivslamlinjer. Vardera linjen består av en luftningstank på 25 m<sup>3</sup> indelad i 10 fack och en konformad eftersedimenteringsbassäng med arean 7 m<sup>2</sup> och volymen 12,7 m<sup>3</sup>.

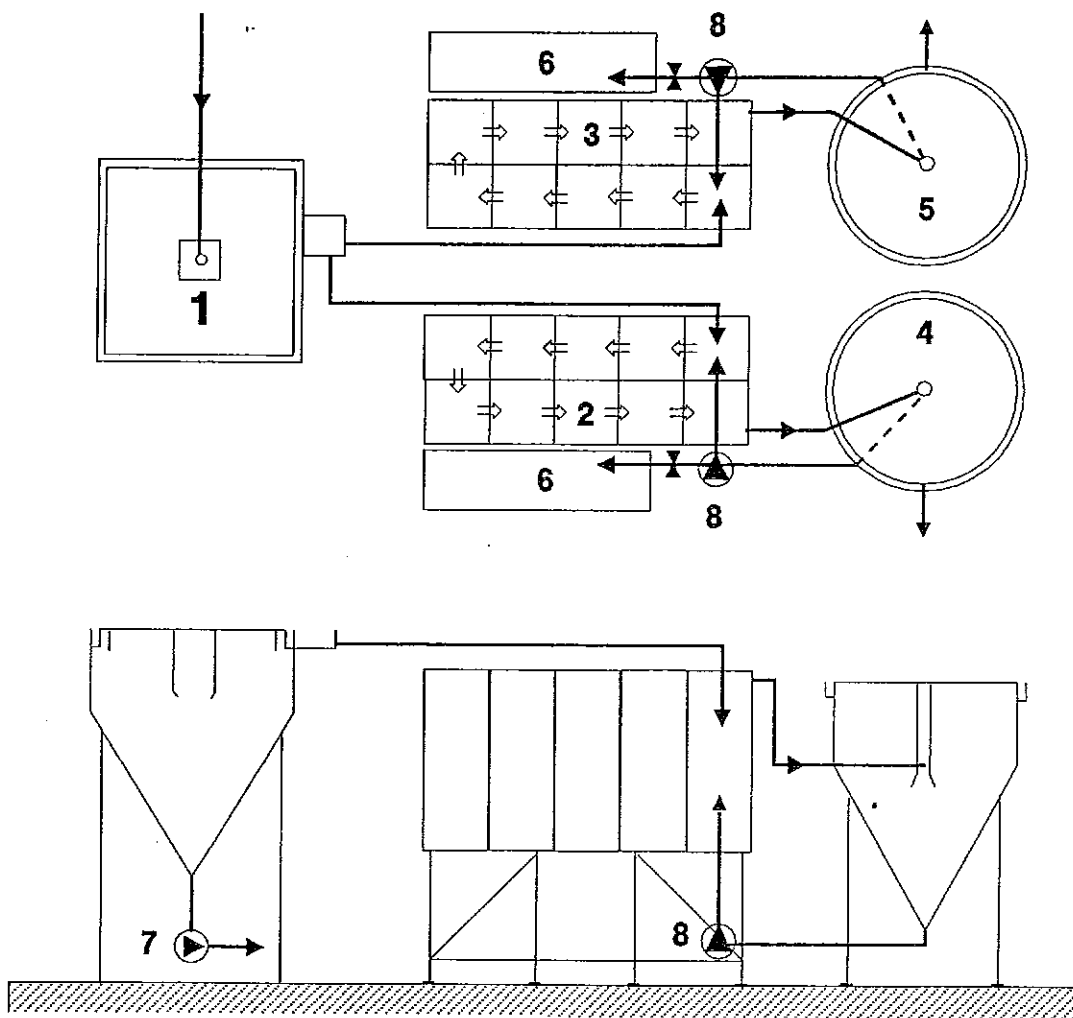


Fig 1. Försöksanläggningens utformning.

- |                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. Försedimentering           | 5. Eftersedimentering linje B  |
| 2. Luftningsbassäng linje A   | 6. Behållare för överskottslam |
| 3. Luftningsbassäng linje B   | 7. Primärslampump              |
| 4. Eftersedimentering linje A | 8. Returslampumpar             |

## FÖRSÖKSUTFÖRANDE

Försöksanläggningen startades 871217 och var i drift till 880607. Linje A startades med aktivering i två fack och drevs så till 880421 då den ändrades till en konventionell aktivslamanläggning. Linje B drevs under hela försöket som konventionell aktivslamanläggning.

### Flöden

Till försedimentering: ca 8 l/s (flödet kontrollerades ej)  
Till luftn.bass. 2,4 l/s till vardera (flödet koll. dagligen)  
Returslam: 0,8 l/s " " (flödet koll. 1 gg/vecka)  
verskottsslam: Tappning efter behov. (koll. 4 ggr/vecka)  
Primärsslam: ca 0,5 l/s (flödet kontrollerades ej)

Luftflödet hölls i stort sett konstant hela tiden (avlästes dagligen). Lägsta uppmätta syrehalt i fack 10 var 7,1 mgO<sub>2</sub>/l.

Järnsulfat, med ett medelinnehåll av 68 gFe/l och flödet 1,8 l/h, doserades till båda linjerna (flödet kontrollerades 1 gg/vecka).

### Analyser

Utgående vatten linje A och B med avseende på:

Susp.ämnen (ca 3 ggr/vecka), dygnsprov  
COD (ca 3 ggr/vecka), dygnsprov  
Turbiditet (5 ggr/vecka), stickprov

Luftat slam (fack 10) linje A och B med avseende på:

Avsättbara ämnen 0,5h, 1h, 2h (ca 3 ggr/vecka)  
Avsättbara ämnen 0,5h (5 ggr/vecka)  
Initial sjunkhastighet (5 ggr/vecka)  
Filtrermotstånd, flockstyrka och flocksönderslagning (1 gg/vecka)  
Slamaktivitet (2 ggr/vecka)  
mikroskopstudier (ca 3ggr/vecka)

### Dosering

En 2%-ig lösning av tensiden i dricksvatten doserades direkt till fack 1 av linje B:s biosteg med hjälp av en reglerbar doseringspump. Dosering påbörjades 880503 på en nivå som motsvarade 1 mg/l i det inkommande försedimenterade vattnet till linje B:s biosteg. Doseringsnivån kontrollerades dagligen och hölls konstant till 880510 då den ökades till 2 mg/l. Doseringsnivån ökades ytterligare till 3 mg/l 880517 och till 5 mg/l 880525. Dosering avslutades 880602 då en kraftig och okontrollerbar skumbilning hade börjat och ett försök att fortsätta med hjälp av skumbekämpningsmedel misslyckats.

## **Driftstörningar**

880517 gick retur slampump A ej att köra mer. Pumpen ersattes med en dränkbar pump som inte gick att reglera. Som en följd undergick slammet i inje A en markant förändring. Flockarna minskade i storlek och mikroskopstudier visade en kraftigt minskning i individantal för de flesta mikroorganismer. Eftersom det då skulle vara svårt att få meningsfulla jämförelser mellan linjer A och B beslutades det att försöket skulle fortsätta med endast linje B.

## **RESULTATREDOVISNING**

### **Skumbildning**

Under tiden försöksanläggningen var i drift inträffade periodvis skumbildning i reningsverket men ingen markant skumbildning kunde noteras i försöksanläggningen förrän 880526, två dygn efter det att doseringen hade ökats till 5 mg/l. Kraftig skumbildning började i linje B och fortsatte till 880604, två dygn efter avslutad dosering. Samtidigt kunde ingen tendens till skumbildning noteras i linje A.

### **Slamfärg**

Fram till början av försöket med tensiddosering hade slammet från både linjerna samma färg och inga dagliga förändringar kunde noteras. 880504, ett dygn efter påbörjad dosering, övergick slammet i linje B till en tydligt ljusare färg till skillnad från slammet i linje A. Skillnaden var konstant tills några dagar efter avslutad dosering.

### **Mikroskopstudier**

Stickprover togs från fack 1 i båda linjerna och studerades under mikroskop. Innan tensiddoseringen startades kunde inga skillnader mellan slammet från linjerna A och B noteras. Dagen efter det att doseringen påbörjades hade slammet från linje B ändrat struktur. Flockarna hade blivit greniga istället för kompakta och avrundade. Mikroorganismerna visade också förändringar. Klockdjurskolonierna minskade kraftigt i storlek under de följande dagarna och genusen aspidisca blev nästan utslagna och därefter sällsynta.

### **Turbiditet. Bilaga 1**

Turbiditet på utgående vatten från de båda linjerna låg konstant under 4 NTU fram till 880527 då turbiditeten i linje B började stiga kraftigt. Den nådde en topp på 19,5 NTU den 880530 för att sedan minska kraftigt under den tid då skumbildningen pågick.

## Slamaktivitet. Bilaga 2

Stickprover togs från fack 1 av linjerna A och B och aktiviteten mättes enligt följande. Provet mätas med syre genom luftning i labbet i 1 h under vilket tid temperaturen också stabiliseras till  $18 \pm 1$  °C. Slammet överförs till ett slutet kärl och syrehalten i kärlet registreras därefter under kontinuerlig omrörning. Efter det att syrehaltsförloppet har stabiliserats och sjunkit till hälften doseras slammet med en viss mängd glukos (motsvarande 1 g/l). Analysen avser utgöra ett mått på mikroorganismernas syreförbrukning per tidsenhet och gram suspenderat material med (AktG) och utan (Akt0) näringssubstrat. Under försöket med tensiddosering kunde inga signifikanta förändringar i aktivitet noteras.

## Initial sjunkhastighet. Bilaga 3

När tensiddosering startades kunde inga markanta skillnader i sjunkhastighet mellan linjer A och B noteras. I början av försöket med tensiddosering visade slammet i linje B en kraftig försämrad sjunkhastighet jämfört med linje A. Efter det att doseringen höjdes till 5 mg/l började sjunkhastigheten förbättras något.

## Filtrermotstånd, flockstyrka och flocksönderslagning. Bilaga 4

CST eller filtrermotståndet är högre om slammet är svårare att avvattna, dvs om vattnet är hårdare bundet till flocken. Det som här kallas filtermotståndet är i själva verket CST efter omrörning i 10s. CST uppmäts efter standardiserad omrörning i 10, 20, 50 och 110s. Vid omrörning slås flockarna sönder och filtrermotståndet blir större. Flocksönderslagningen anger hur mycket filtrermotståndet ökar vid ökad omrörning. Högt värde på flocksönderslagning innebär låg flockstyrka och vice versa. (Ekiksson & Härding, ref 1)

$$\text{Flocksönderslagning} = \frac{\text{CST}}{t} \quad (\text{dimensionslös})$$

Under den period då tensider doserades i linje B visade slammet en tendens till ökat filtrermotstånd och svagare flockar. Förmodligen berodde detta på övergången till en grenig flockstruktur.

## Suspenderade ämnen i utgående vatten. Bilaga 5

Suspenderade ämnen (SS) i utgående vatten från linjerna A och B visade inga kraftiga förändringar under perioden när tensiddosering pågick. Dock varierade halterna från linje B mer med tensiddosering än innan.

## Slamvolymindex Bilaga 6.

För att beskriva slammets sedimenteringsegenskaper används här SSVI - omrörd slamvolymindex. I linje A var SSVI ca 40 - 50 ml/g SS fram till 880517 då pumphaveri med följande byte till dränkt pump medförde väsentliga förändringar i slammets struktur. I linje B steg SSVI då doseringen av tensider inleddes till omkring 60 ml/g SS. SSVI varierade under försökets gång, men tendensen var sjunkande. Mot slutet av försöksperioden var SSVI 40 - 60 ml/g SS.

## Formfaktorn Bilaga 6.

Formfaktorn beräknas enligt:

$$\text{Formfaktor} = \frac{\text{SQI}}{\text{SSVI}} - 1$$

Där: SQI = slamkvalitetsindex som då  $150 < SV < 300$  är samma som SVI.

$$\text{SVI} = \frac{\text{SV}}{\text{SS}}$$

$$\text{SSVI} = \frac{\text{SSV}}{\text{SS}}$$

Om flockarna är runda och regelbundna blir SQI och SSVI lika stora vilket ger en formfaktor nära 0. Oregelbundna flockar med utstickande delar som hakar tag i varandra sedimenterar snabbare under omrörning än utan omrörning. Detta ger en formfaktor som är större än 0. (Eriksson & Härdin ref 1)

I linje A var formfaktorn omkring 0.5 före problemet med returslampumpen. Ersättningspumpen medförde att flockarna blev små och runda. I linje B steg formfaktorn då doseringen av tensider startade till nära 2 och var fortsatt hög under större delen av försöksperioden. Detta stämmer väl med övriga iakttagelser om att flockarna blev greniga vid dosering av tensider.

### SAMMANFATTANDE SLUTSATSER

Tensiddoseringen påverkade slammets på följande vis:

- \* Flockarna blev greniga och svaga, vilket påverkar sedimentering utan omrörning mer än sedimentering med omrörning.
- \* Den initiala sjunkhastigheten försämrades något jämfört med referenslinjen.
- \* Slammets färg blev ljusare.
- \* Vid en tensiddosering av 5 mg/l blev det kraftig skumbildning.
- \* I början av perioden med skumbildning var turbiditeten i utgående vatten förhöjd.

Inga större skillnader kunde noteras av slammets aktivitet.

## LITTERATUR OCH REFFERENS

1 Eriksson & Härdin; Settling properties of activated sludge related to floc structure, Wat Sci Tech; Vol 16, s 55-68, 1984

Flera av de utnyttjade metoderna för slamkarakterisering finns beskrivna i:

Lyngå; Sedimenteringsegenskaper hos aktivt slam i samband med försök med kvävereduktion, LuTH 1988:021 E

**Tensider** kan man läsa mer om i:

Swedmark, Tensider - egenskaper och miljöeffekter, SNV pm 1999

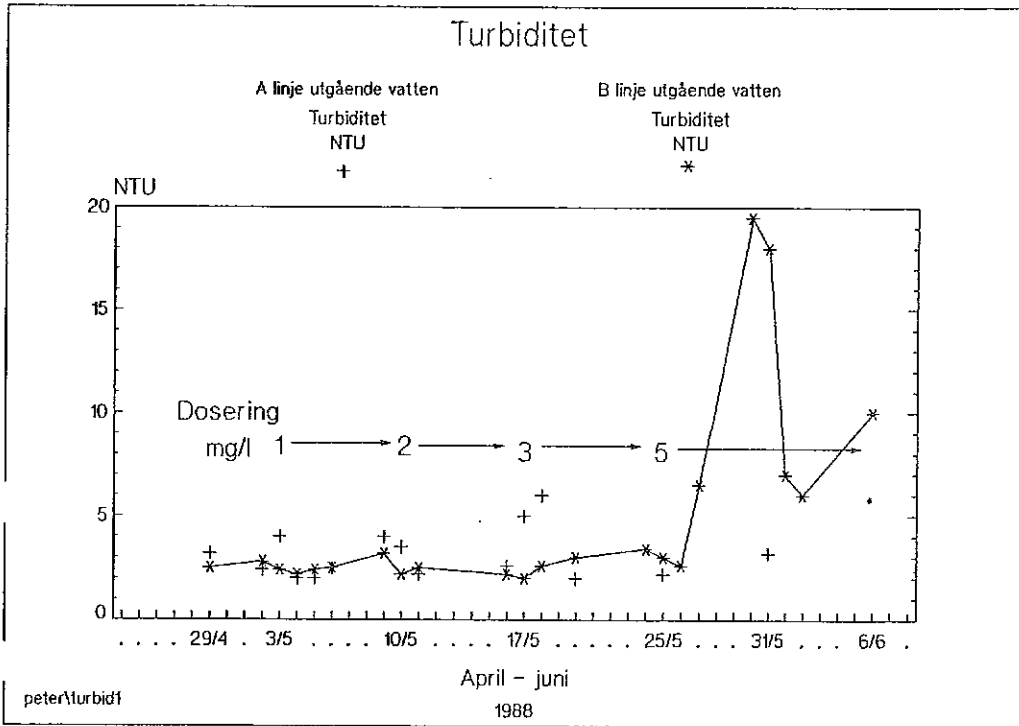
Granmo mfl, Miljöegenskaper hos några utvalda typer av tensider, SNV rapport 3024



Bilaga 1.

Turbiditet

Datum	NTU		Datum	NTU	
	A	B		A	B
880429	3,2	2,5	880518	6,0	2,6
880502	2,4	2,8	-20	2,0	3,0
-04	4,0	2,2	-24		3,4
-05	2,0	2,4	-25	2,2	3,0
-06	2,0	2,5	-26		2,6
-09	2,5	3,2	-27		6,5
-10	3,5	2,2	-30		19,5
-11	2,2	2,5	-31	3,2	18,0
-16	2,6	2,2	880601		7,0
-17	5,0	2,0	-02		7,0
			-06		10,0



Bilaga 2.

Slamaktivitet

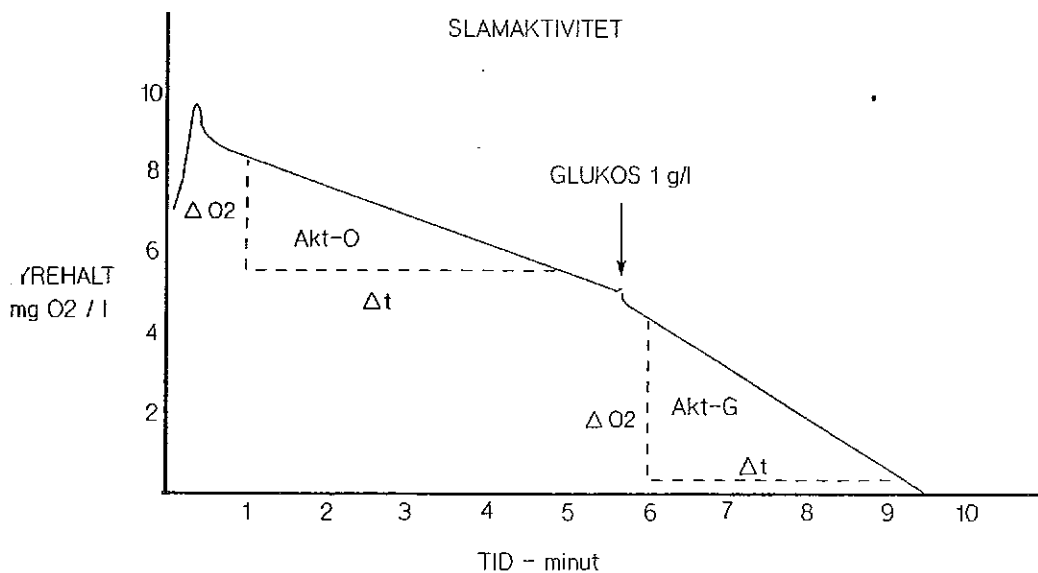
Slamaktivitet: mgO2/l.min.gSS

Datum	Referenslinje A		Försökslinje B	
	Akt-o	Akt-g	Akt-o	Akt-g
880503	0.125	0.159	0.122	0.185
880504	0.123	0.192	0.123	0.192
880509			0.167	0.171
880510	0.132	0.173	0.145	0.203
80517			0.175	0.222
880518			0.114	0.154
880525			0.168	0.179
880530			0.156	0.188

Akt-o syreförbrukning efter 1 timmes luftning.

Akt-g Syreförbrukning efter 1 timmes luftning och tillsatts av 1 g/l glukos.

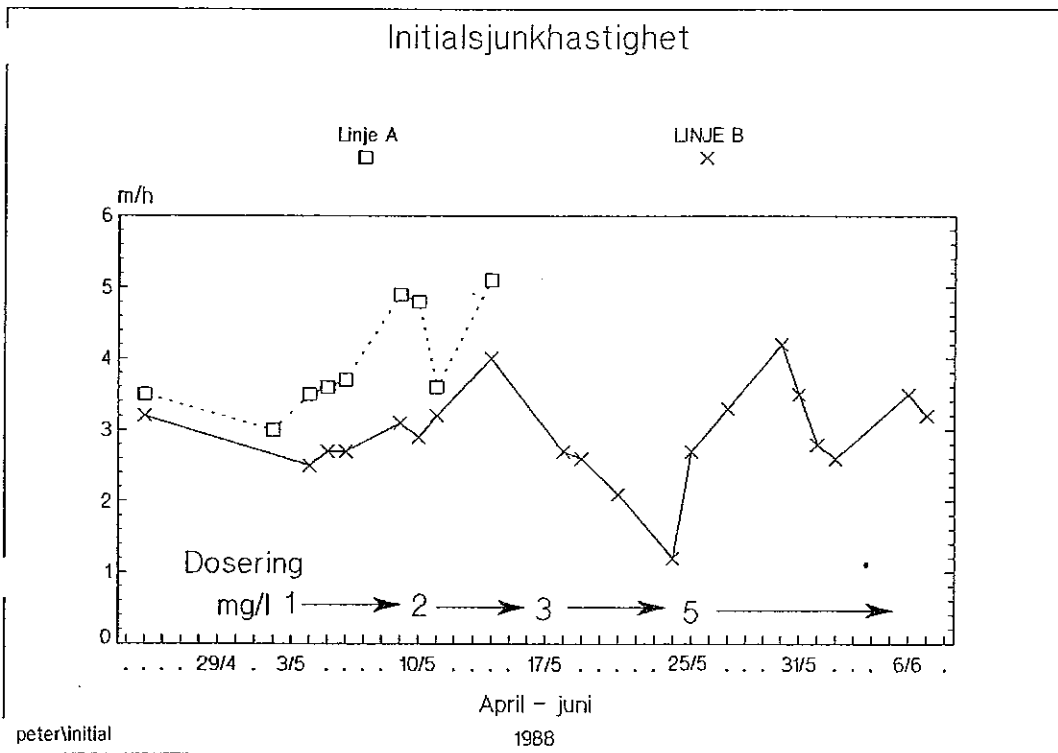
$$\text{Akt} = \frac{\text{syreförbrukning}}{\text{Susp.halt} \cdot \text{tid}} = \frac{\text{mgO}_2/\text{l}}{\text{SS} \cdot \text{min}}$$



Bilaga 3.

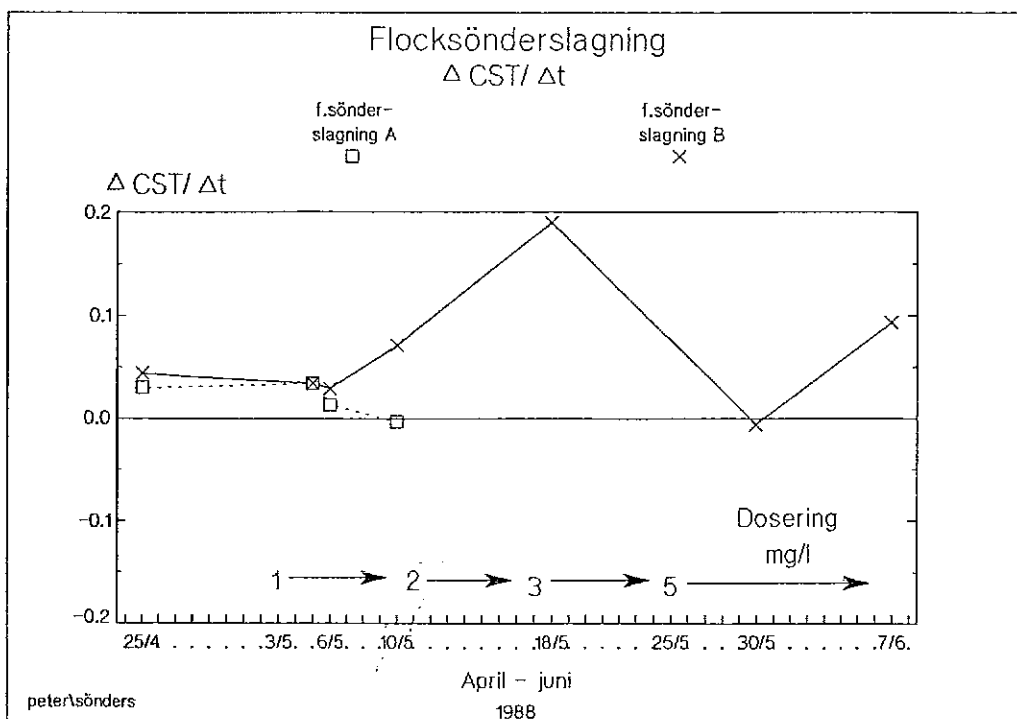
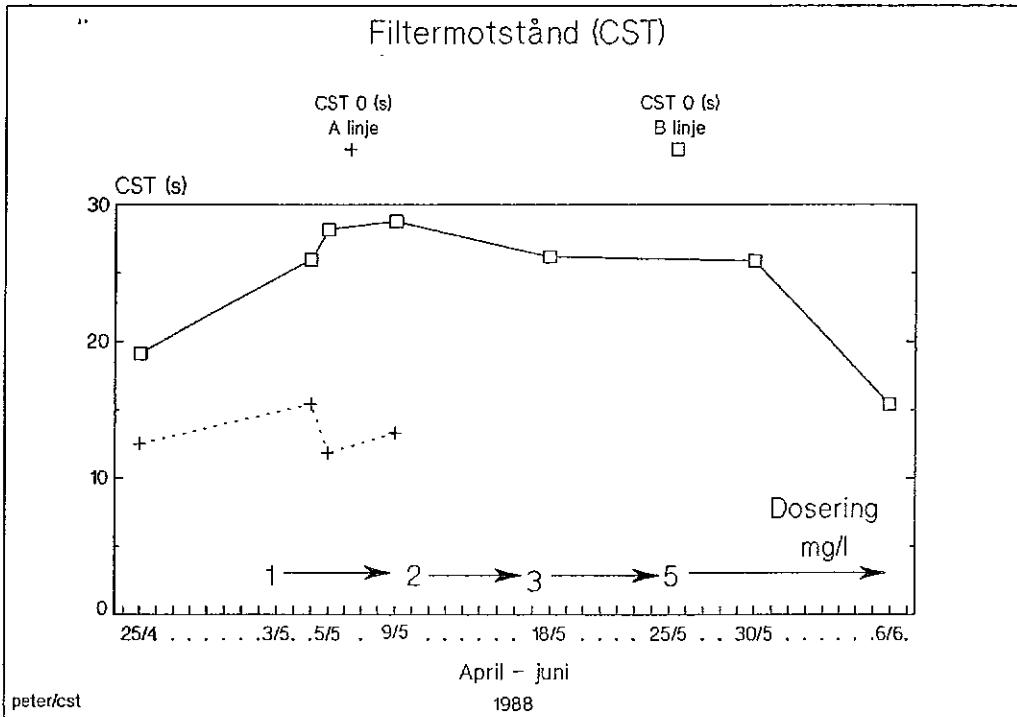
Initial sjunkhastighet (m/h)

Datum	A linje	B linje	Datum	A linje	Blinje
880425	3,5	3,2	880519		2,6
880502	3,0	2,7	-21		2,1
-04	3,5	2,5	-24		1,2
-05	3,6	2,7	-25		2,7
-06	3,7	2,7	-27		3,3
-09	4,9	3,1	-30		4,2
-10	4,8	2,9	-31		3,5
-11	3,6	3,2	880601		2,8
-14	5,1	4,0	-02		2,7
-18		2,7	-06		3,5
			-07		3,2



Bilaga 4. Filtretermotstånd (CST) och flocksönderslagning

Datum	CST 0 (s)		CST/ t (s/s)	
	A	B	A	B
880425	12,5	19,1	0,030	0,044
880504	15,4	26,0	0,034	0,034
-05	11,8	28,2	0,013	0,029
-09	13,3	28,8	-0,003	0,071
-18		26,2		0,071
-30		25,9		-0,006
880607		15,4		0,093



Utskrift lagrade mätvärden från 880420

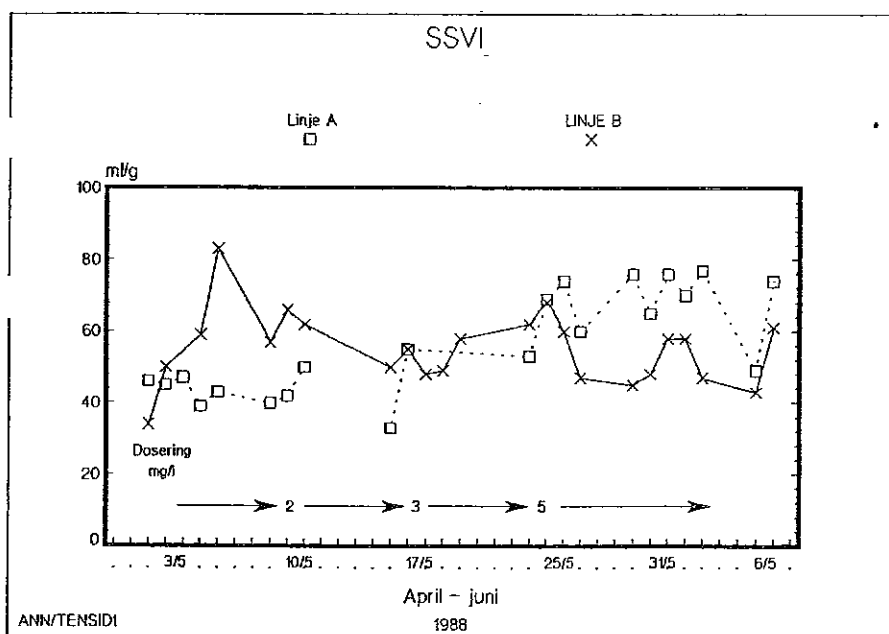
till 880610

Mätpunkt	Klartext
FAU.SS	Försöksanl. linje A utg. susp. ämnen
FBU.SS	Försöksanl. linje B utg. susp. ämnen
FAL.SS	Försöksanl. linje A10 susp. ämnen
FBL.SS	Försöksanl. linje B10 susp. ämnen
FAU.COD	Försöksanl. linje A utg. COD
FBU.COD	Försöksanl. linje B utg. COD

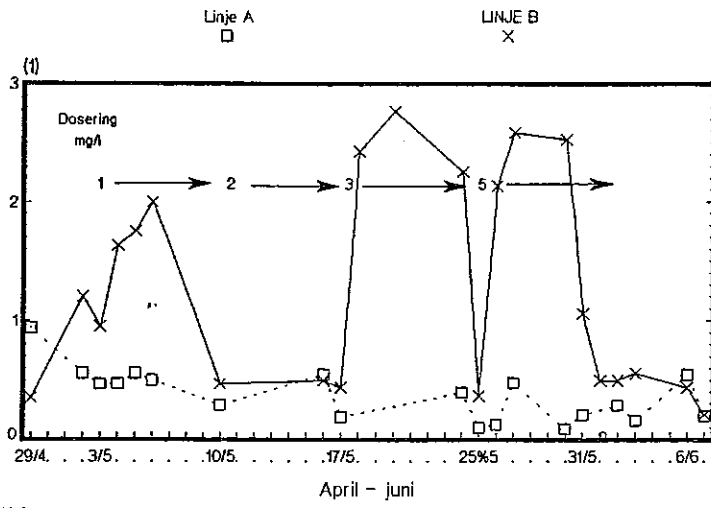
Tidpunkt	FAU.SS mg/l	FBU.SS mg/l	FAL.SS g/l	FBL.SS g/l	FAU.COD mgO2/l	FBU.COD mgO2/l
880420	16.00	13.00	4.70	3.40	.00*	.00*
880421	16.00	11.00	3.80	2.90	.00*	.00*
880422	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880423	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880424	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880425	.00*	.00*	3.80	2.80	.00*	.00*
880426	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880427	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880428	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880429	.00*	.00*	4.30	3.60	.00*	.00*
880430	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880501	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880502	22.00	14.00	3.90	4.40	50.00	41.00
880503	21.00	14.00	3.80	4.00	43.00	40.00
880504	18.00	12.00	3.60	3.60	50.00	45.00
880505	.00*	.00*	4.10	3.40	.00*	.00*
880506	.00*	.00*	3.70	3.60	.00*	.00*
880507	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880508	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880509	6.00	9.20	3.20	3.00	31.00	43.00
880510	27.00	21.00	3.30	2.90	60.00	53.00
880511	.00*	.00*	3.40	3.20	.00*	.00*
880512	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880513	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880514	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880515	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880516	.00*	.00*	3.30	2.80	48.00	46.00
880517	22.00	19.00	2.90	2.90	.00*	31.00
880518	.00*	6.20	.00*	4.40	.00*	36.00
880519	.00*	7.60	.00*	3.70	.00*	33.00
880520	.00*	.00*	.00*	3.80	.00*	.00*
880521	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880522	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880523	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880524	.00*	12.00	4.70	3.70	.00*	48.00
880525	.00*	6.00	2.90	2.80	.00*	43.00
880526	.00*	11.00	3.10	3.50	.00*	55.00
880527	.00*	.00*	3.50	3.60	.00*	.00*
880528	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880529	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880530	.00*	9.60	2.90	3.30	.00*	54.00
880531	.00*	22.00	3.70	3.30	.00*	45.00
880601	.00*	8.80	2.90	3.10	.00*	46.00
880602	.00*	10.00	3.00	3.10	.00*	51.00
880603	.00*	.00*	3.10	3.40	.00*	.00*
880604	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880605	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880606	.00*	20.00	4.10	3.70	.00*	55.00
880607	.00*	.00*	3.40	3.10	.00*	.00*
880608	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880609	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*
880610	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*	.00*

## Bilaga 6. Slamvolymindex och formfaktor

Datum	SSV (ml/l)		SV (ml/l)		SS (g/l)		SSVI (ml/g)		Formfaktor (l)	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
29/4	180	200	250	270	4,3	3,6	42	56	0.94	0.35
2/5	180	150	280	330	3,9	4,4	46	34	0.56	1.20
3/5	170	200	250	390	3,8	4,0	45	50	0.47	0.95
4/5	170	190	250	500	3,6	3,6	47	53	0.47	1.63
5/5	160	200	250	550	4,1	3,4	39	59	0.56	1.75
6/5	160	200	240	600	3,7	3,6	43	83	0.50	2.00
9/5	130	170			3,2	2,0	40	57		
10/5	140	190	180	280	3.3	2.9	42	66	0.29	0.47
11/5	170	200			3.4	3.2	50	62		
16/5	110	140	170	210	3,3	2,8	33	50	0.55	0.50
7/5	160	160	190	230	2,9	2,9	55	55	0.19	0.44
18/5		210	320	720		4,4		48		2.43
19/5		180	330	730		3,7		49		3.06
20/5		220	410	830		3,8		58		2.77
24/5	250	230	350	750	4,7	3,7	53	62	0.40	2.26
5/5	200	190	220	260	2,9	2,8	69	68	0.10	0.37
26/5	230	210	260	660	3,1	3,5	74	60	0.13	2,14
27/5	210	170	310	610	2,5	3,6	60	47	0.48	2.59
30/5	220	150	240	530	2,9	3,3	76	45	0.09	2.53
31/5	240	160	290	330	3,7	3,3	65	48	0,21	1,06
1/6	220	180	230	270	2,9	3,1	76	58	0,05	0,50
2/6	210	180	270	270	3,0	3,1	70	58	0.29	0,50
3/6	240	160	280	250	3,1	3,4	77	47	0,16	0.56
6/6	200	160	310	230	4,1	3,7	49	43	0,55	0,44
7/6	250	190	300	230	3,4	3,1	74	61	0,20	0,21



# FORMFAKTOR



ANNOTENSID2