

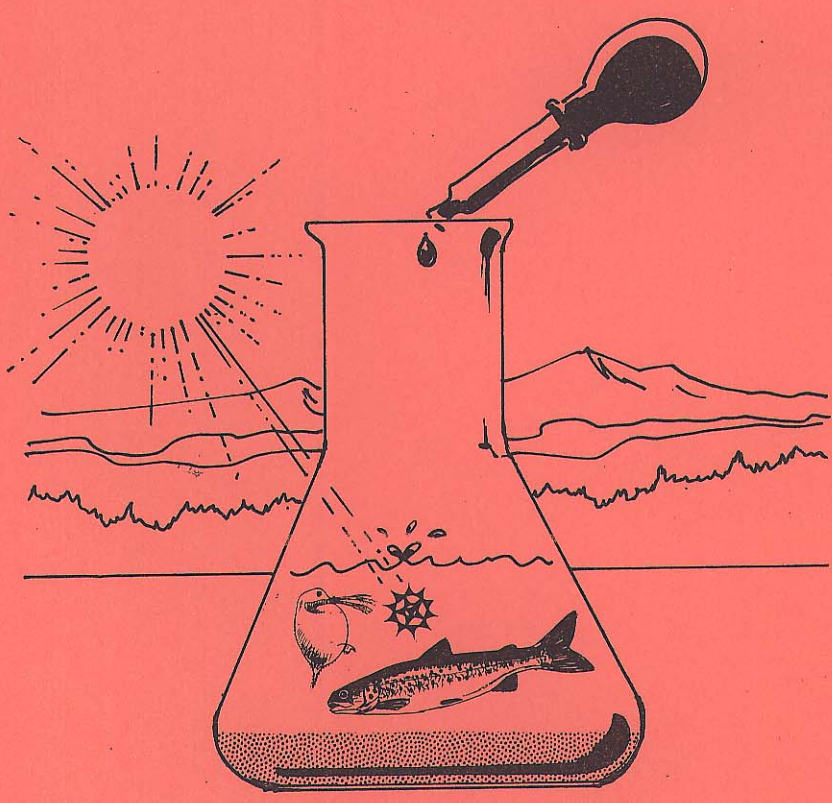


O-90114

KARAKTERISERING AV AVLOPPSVATTEN FRÅN

Sekab

Örnsköldsvik



# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

**Hovedkontor**  
Postboks 69, Korsvoll  
0808 Oslo 8  
Telefon (02) 23 52 80  
Telefax (02) 39 41 89

**Sørlandsavdelingen**  
Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033  
Telefax (041) 43 033

**Østlandsavdelingen**  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752  
Telefax (065) 78 402

**Vestlandsavdelingen**  
Breiviken 5  
5035 Bergen-Sandviken  
Telefon (05) 95 17 00  
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.:  
0-90114

Undernummer:

Løpnummer:  
2532

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: <b>Karakterisering av avløpsvatten från SEKAB, Örnsköldsvik</b>	Dato: <b>28.12.90</b>
	Prosjektnummer: <b>0-90114</b>
Forfatter (e): <b>Torsten Källqvist</b>	Faggruppe: <b>Analyse</b>
	Geografisk område: <b>Sverige</b>
	Antall sider (inkl. bilag): <b>44</b>

Oppdragsgiver: <b>SEKAB</b>	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): <b>G. Åkerlund</b>
--------------------------------	--

Ekstrakt:

En karakterisering av utgående avløpsvann før rensing fra SEKAB i Örnsköldsvik, Sverige er utført etter direktiver fra Statens Naturvårdsverk. Programmet omfattet kjemisk og biologisk karakterisering (toxicitet og nedbrytbarhet) av prøver tatt over en uke, 11-17/6 1990. Avløpsvannet hadde et høyt innhold av organisk karbon (4.4-7.4 g/l). Det organiske materialet var lett nedbrytbart, og 98% av DOC ble omsatt i løpet av 5 uker. Gifteffekter på akvatiske organismer ble påvist ned til ca. 0.3% konsentrasjon.

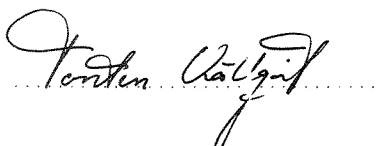
4 emneord, norske:

1. Industriavløpsvann
2. Kjemisk industri
3. Økotoxikologi
4. Biologisk nedbrytbarhet

4 emneord, engelske:

1. Industrial waste water
2. Chemical industry
3. Ecotoxicology
4. Biological degradation

Prosjektleder:



For administrasjonen:



ISBN 82-577-1846-7

Norsk Institutt for Vannforskning

O-90114

KARAKTERISERING AV AVLOPPSVATTEN

FRÅN

SEKAB

ÖRNSKÖLDSVIK

Prosjektledare: Torsten Källqvist, NIVA

Medarbeidere:

NIVA

Harry Efraimsen

Randi Romstad

SI

Berit Holestøl

## FÖRORD

*Som ett led i kartläggningen av utsläpp från kemisk industri, har Statens naturvårdsverk anmodat Svensk Etanolkemi AB (SEKAB) att utföra en kemisk/biologisk karakterisering av avloppsvattnet från produktionsanläggningen i Örnsköldsvik, efter riktninglinjer från Naturvårdsverkets "STORK"-projekt. Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA), i samarbete med Senter for Industrieforskning (SI) fick i maj 1990 uppdraget att genomföra karakteriseringen.*

*Utöver de nämnda institutionerna har VBB konsult AB varit ansvarig för provtagning och leverans av prover till Oslo. Vissa analyser av dygnsprover utfördes lokalt vid Berol Nobel. Övriga tester och analyser har utförts vid NIVA och SI.*

*Oslo december 1990*

*Torsten Källqvist*

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sida
<b>1. Material och metoder</b>	4
1.1. Beskrivning av anläggning	4
1.2. Provtagning	5
1.3. Provbehandling	5
1.4. Test-och analysprogram	5
<b>2. Resultat</b>	7
2.1. Variationsstudie	7
2.2. Veckoblandprov	8
2.2.1. Kemisk karakterisering	8
2.2.2. Bioackumuleringspotential	8
2.2.3. Toxicitet	9
2.2.4. Nedbrytbarhet	10
2.2.5. Kemisk karakterisering efter nedbrytning	11
2.2.6. Toxicitet efter nedbrytning	11
<b>3. Kommentarer</b>	11
APPENDIX 1.	Bioackumuleringspotential 13
APPENDIX 2.	Toxicitetstest med aktivt slam 24
APPENDIX 3.	Toxicitetstester med <i>Microtox</i> 26
APPENDIX 4.	Toxicitetstester med <i>Selenastrum</i> 33
APPENDIX 5.	Nedbrytbarhetstester 40
APPENDIX 6.	Metoder 43

## 1. MATERIAL OCH METODER

### 1.1. Beskrivning av anläggning

Sekab tillverkar etylacetat, acetaldehyd, ättiksyra och absoluterad alkohol, som går till bl. a. färg-och plastindustrin.

Acetaldehyd framställs genom oxidation av etanol med silver som katalysator. Den renas genom ett antal kolonner och avloppsvatten från spritåtervinningskolonn går till reningsanläggningen.

Ättiksyra framställs genom oxidation av acetaldehyd med mangan och koboltacetat som katalysator. Från reaktorn leds ättiksyra via stripper till absoluteringskolonnen. Avgaserna från reaktorn går via skrubber till tvättkolonn, där gasen tvättas med vatten. Detta vatten går sedan som avlopp till reningsanläggningen.

Etylacetat framställs genom förestringsreaktion mellan ättiksyra och etanol. Vatten från råvaran, förestringsvatten och vatten till extraktionskolonn släpps efter destillation till avlopp.

Absolutering av etanol sker med hjälp av cyklohexan som vattenborttagande medel. Upparbetning till låg vattenhalt sker via ett antal kolonner, och avskilt vatten leds till avlopp.

Totala mängden avloppsvatten uppgår till ca. 300 m<sup>3</sup>/dygn. Avloppsvattnet från de olika processerna leds till ett gemensamt uppsamlingskärl. Därifrån går det via flödesmätare och provtagare till den för MoDo, Berol Nobel, Neste och Sekab gemensamma reningsanläggningen, där vattnet pH-justeras med kalk, och erforderliga närsalter i form av kväve och fosfor tillsätts.

Vattnet pumpas till anaeroba tankar där en omblandning sker genom gas och vätske-cirkulation. I anaerobtankarna sker en biologisk nedbrytning under syrefria förhållanden varvid biogas produceras.

Det anaerobt behandlade vattnet rinner sedan på överlöp från anaerobtankarna till slamsepareringssteget. För att upprätthålla en hög slamhalt i anaerobtankarna recirkuleras det avskilda slammet till anaerobtankarna.

Efter slamsepareringen rinner vattnet som klarfas till den efterföljande luftningstanken och därifrån ut till Moälven, som i sin tur mynnar ut i Örnköldsviksfjärden.

## 1.2. Provtagning

7 dygnsprov togs ut under en vecka från 11-18/6 1990. Proverna togs med en automatisk provtagare på delflödet från Sekab till reningsanläggningen.

## 1.3. Provbehandling

Dygnsproverna överfördes till flaskor/kannor av polyeten som förvarades frysta. Efter avslutad provtagning transporterades de frysta proverna till testlaboratorierna i Oslo, dit de ankom med frystransport 22.6. Proverna tinades genom att kannorna placerades i rinnande vatten av ca. 15 °C, och blandades därefter proportionellt med dygnsflödet till ett blandprov, som fördelades till de olika testerna och analyserna. Som blandningskar användes en tank av rostfritt stål, som rengjorts med aceton och destillerat vatten.

Dygnsflödet i avloppsströmmen registrerades på provtagningspunkten. Flödesregistreringarna och blandningsförhållandet redovisas i tabell 1. Provtagningspunkten var ca. kl 8.<sup>00</sup>. Dygnsprovet märkt 11/6 togs alltså från 11/6 kl. 8.<sup>00</sup> till 12/6 kl. 8.<sup>00</sup> o.s.v.

Tabell 1. Dygnsflöde av avloppsvatten vid provtagningspunkten, blandningsförhållande av dygnsprover i blandprov, samt produktion av acetaldehyd, ättiksyra och etylacetat i perioden 11-17/6 1990.

Datum:	11/6	12/6	13/6	14/6	15/6	16/6	17/6
Flöde m <sup>3</sup> /d	371	369	374	377	368	364	366
Blandningsförhållande %	14.3	14.3	14.4	14.4	14.2	14.1	14.1
acetaldehyd ton/d	58.3	59.1	64.4	68.9	67.4	66.8	66.7
ättiksyra ton/d	50	53.8	50.4	52.5	49.9	48.3	50.8
etylacetat ton/dygn	48.3	49.2	47.3	51.1	49.7	54.4	47.8

## 1.4. Test-och analysprogram

Programmet för karakteriseringen är upplagt efter Statens Naturvårdsverks "STORK-projekt" (Bengtsson och medarb. 1990). I korthet går undersökningen ut på att avloppsvattnet karakteriseras med hjälp av kemiska analyser och biologiska tester. Vid de biologiska testerna undersöks avloppsvattnets giftverkan på olika vattenlevande organismer (toxicitetstester), och den mikrobiella nedbrytbarheten av organiska ämnen i avloppsvattnet. Programmets uppläggning framgår av figur 1.

I dygnsproverna undersöktes giftverkan på bakterien *Photobacterium phosphoreum* med Microtox-test. Dessutom bestämdes provernas innehåll av totalt organisk kol (TOC), ledningsförmåga och pH-värde.

Den kemiska karakteriseringen av veckoblandprovet omfattade följande parametrar:

Kemisk syreförbrukning	COD	NS 4748
Biokemisk syreförbrukning	BOD <sub>7</sub>	NS 4749
Totalt organiskt kol	TOC	Standard methods 505 (Se app.6)
Löst organiskt kol	DOC	Standard methods 505 (Se app. 6).
Organiskt kväve	N	NS 4743, 4744, 4745
Organiskt fosfor	P	NS 4724, 4725
pH		NS 4720
Ledningsförmåga		NS4721
Suspenderat material		NS 4733

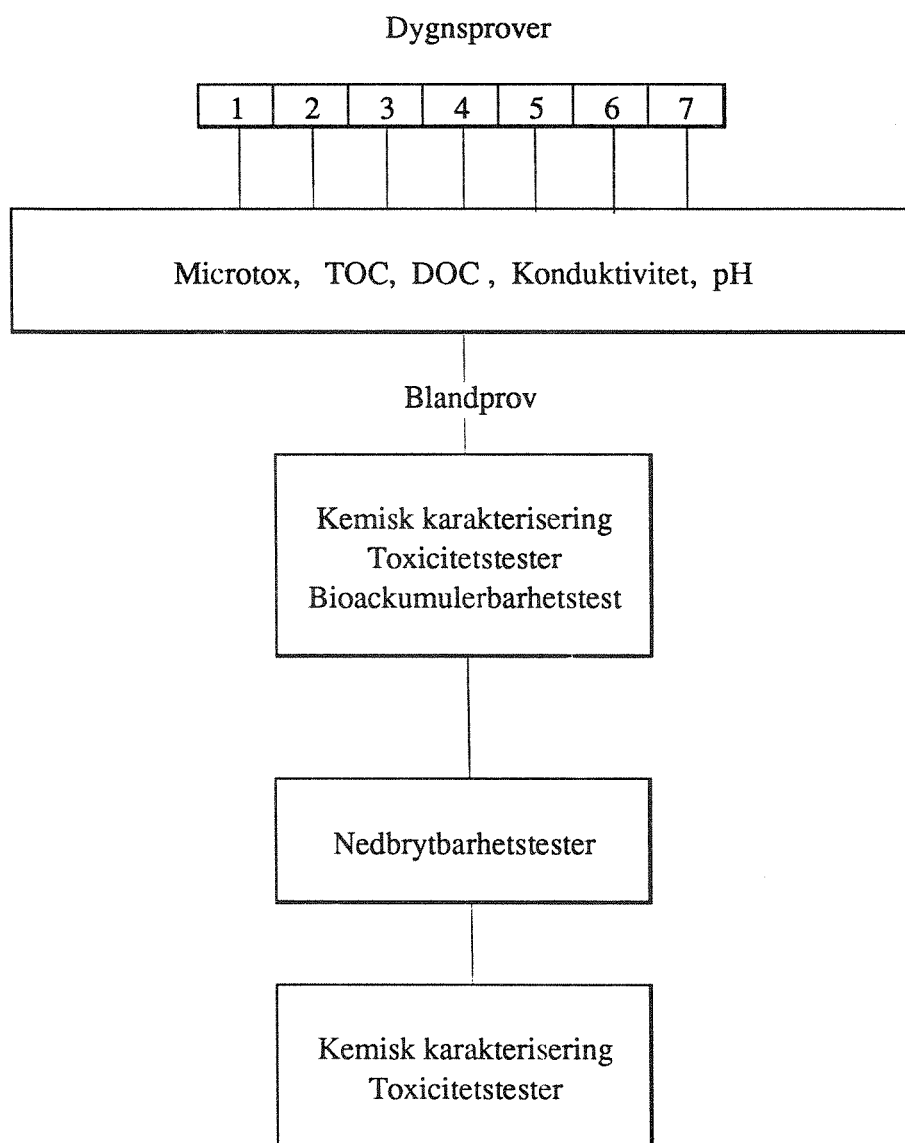


Fig. 1. Skiss av program för karakteriseringen.



Avloppsvattnets innehåll av potentiellt bioackumulerbara organiska ämnen undersöktes med hjälp av en tunnskikt-kromatografisk metod genom fraktionering och kvantifiering av lipofila komponenter. (Se appendix 1).

Avloppsvattnets giftverkan undersöktes med 3 toxicitetstester:

Organism	parameter	metod
Heterotrofa mikroorganismer (aktivt slam)	EC <sub>50</sub> hämning av syreförbrukning	ISO 8192
Photobacterium phosphoreum	EC <sub>50</sub> hämning av ljusprod.	Microtox
Selenastrum capricornutum	EC <sub>50</sub> hämning av växt	ISO DIS 8692

Bionedbrytning av organiska ämnen i avloppsvattnet undersöktes enligt ISO 7827 "Water quality - Evaluation in an aqueous medium of the ultimate aerobic biodegradability of organic compounds - method by analysis of dissolved organic carbon (DOC)". Testen utfördes i en 10 l glasflaska efter spädning av avloppsvattnet till 1% koncentration för att erhålla ett passande DOC-nivå för testen. Testtemperaturen var 20 °C .

Parallellt med denna nedbrytbarhetstest gjordes en test i respirometer (ISO 9408 "Evaluation in an aqueous medium of the ultimate aerobic biodegradability of organic compounds"), med daglig registrering av syreförbrukningen. Denna test utfördes för att följa utvecklingen av BOD över tid. Testen gjordes vid 20 °C.

Efter nedbrytningen upprepades delar av den kemiska karakteriseringen och toxicitetstesterna (utom testen med aktivt slam) av den persistenta fraktionen från nedbrytbarhetstesten ISO 7827.

## 2. RESULTAT

### 2.1. Variationsstudie

Resultaten av analyserna av dygnsproverna redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Ledningsförmåga pH-värde, löst organiskt kol och EC<sub>50</sub> för Microtox (15 min.) i dygnsprover.

Datum:		11/6	12/6	13/6	14/6	15/6	16/6	17/6
Ledningsförmåga	mS/m	67	62.6	86	82	89.2	79.7	66.5
pH		2.9	2.7	2.8	2.7	2.5	2.6	2.8
TOC	mg/l	6650	6640	4430	5830	7380	7120	5180
Microtox	EC <sub>50</sub> (%)	2.0	2.3	3.3	2.1	1.6	2.4	2.9

## 2.2. VECKOBLANDPROV

### 2.2.1. Kemisk karakterisering

Resultat av de kemiska analyserna av veckoblandprovet redovisas i tabell 3.

Tabell 3. Resultat av kemisk karakterisering av avloppsvatten före och efter 28 dygns nedbrytbarhetstest. Analysresultaten efter nedbrytning har korrigerats för utspädningen vid nedbrytbarhetstesten genom multiplikation med spänningsfaktorn (100 ggr.). (i.p. = icke påvisat).

Parameter	enhet	före nedbr.	efter nedbr.
COD	mg O/l	18200	1600
BOD	mg O/l	15000	<200
TOC	mg/l	7220	261
DOC	mg/l	7380	205
NO <sub>3</sub>	mg N/l	0.025	-
NH <sub>4</sub>	mg N/l	0.5	-
tot. P	mg/l	0.3	-
PO <sub>4</sub>	mg P/l	0.021	-
pH		2.83	-
Ledningsförmåga	mS/m	73.4	-
Suspenderat material	mg/l	7.31	-

Det höga innehållet av organiskt material visas av parametrarna COD, BOD, TOC och DOC. Förhållandet mellan COD och BOD tyder på att det organiska materialet är lätt nedbrytbart.

Enligt TOC och DOC-analyserna var hela den organiska fraktionen i löst form. TOC-analysen visar t.o.m ett något lägre värde än DOC. Innehållet av suspenderat material är också mycket lågt i förhållande till DOC (7.3 mg/l).

Jämfört med organiskt kol, var innehållet av kväve och fosforföreningar lågt. Analys av total-N visade ett för lågt värde p.g.a. ofullständig oxidation. Ammoniumkoncentrationen var 0.5 mg N/l och nitratat endast 0.025 mg N/l.

Innehållet av fosfor var 0.3 mg/l, och av detta var 0.021 mg i form av fosfat.

### 2.2.2. Bioackumuleringspotential

Bioackumulerbarheten undersöktes i ett surt och ett basiskt extrakt av avloppsvattnet. Innehållet av kromatograferbara ämnen i de två extrakten före och efter fraktionering

med tunnskiktskromatografi visas i tabell 4. Som potentiellt bioackumulerbara räknas ämnen med fördelningskoefficient oktanol/vatten ( $P_{ow}$ )  $>10^3$ .

Tabell 4. Innehåll av kromatograferbara ämnen (mg/l) i surt och basiskt extrakt av avloppsvatten. Fraktion II och III är fraktioner med fördelningskoefficient oktanol/vatten ( $P_{ow}$ )  $>10^5$  resp.  $10^3$ - $10^5$ . (i.p. = icke påvisat).

Extrakt	Före extraktion	Fraktion II	Fraktion III
Surt	6	0.9	i.p.
Basiskt	0.4	i.p.	i.p.

Det sura hexanextraktet innehöll ca. 6 mg/l. Av detta var 0.9 mg potentiellt bioackumulerbara ämnen, med fördelningskoefficient oktanol/vatten  $>10^5$ . Det basiska extraktet innehöll endast 0.4 mg/l, och potentiellt bioackumulerbara ämnen påvisades inte.

### 2.2.3. Toxicitet

Resultaten av toxicitetstesterna har sammanfattats i tabell 5. Toxiska effekter observerades ned till 0.32% för algen *Selenastrum capricornutum* och 0.56% för Microtox.  $EC_{50}$ -värdet för effekt på algernas växthastighet var 0.67% och för Microtox 1.47%. Konsentration/responskurvan för effekt på algernas växthastighet visas i figur 2. Areal under växtkurvan, som är en annan responsparameter som bestäms vid samma test ger något lägre  $EC_{50}$ -värde (större känslighet), vilket hänger samman med att små skillnader i växthastighet ger stora skillnader i biomassa och därmed också areal under växtkurvan.

Mikroorganismer i aktivslam är normalt mindre känsliga än *Selenastrum*- och Microtox-testerna, men i detta fallet var skillnaden inte så stor. Hämning av syrekonsumtionen påvisades ned till ca. 0.3%, och  $EC_{50}$ -värdet var 2.4%.

Tabell 5. Toxicitet i avloppsvatten före och efter nedbrytbarhetstest. ( $EC_{50}$ -värden angivet som % avloppsvatten. Värdet efter nedbrytning har korrigerats för utspädningen vid nedbrytbarhetstesten (100 ggr.).

Test	respons	före nedbr.	efter nedbr.	Appendix
Aktiv slam	$EC_{50}$ , syrekonsumtion	2.4	-	App. 3
Microtox	$EC_{50}$ , ljusproduktion, 15 min.	1.47	>1	App. 4
Selenastrum	$EC_{50}$ , växthastighet, 72 tim.	0.67	-	App. 5
Selenastrum	$EC_{50}$ , areal under växtkurva	0.31	-	App. 5

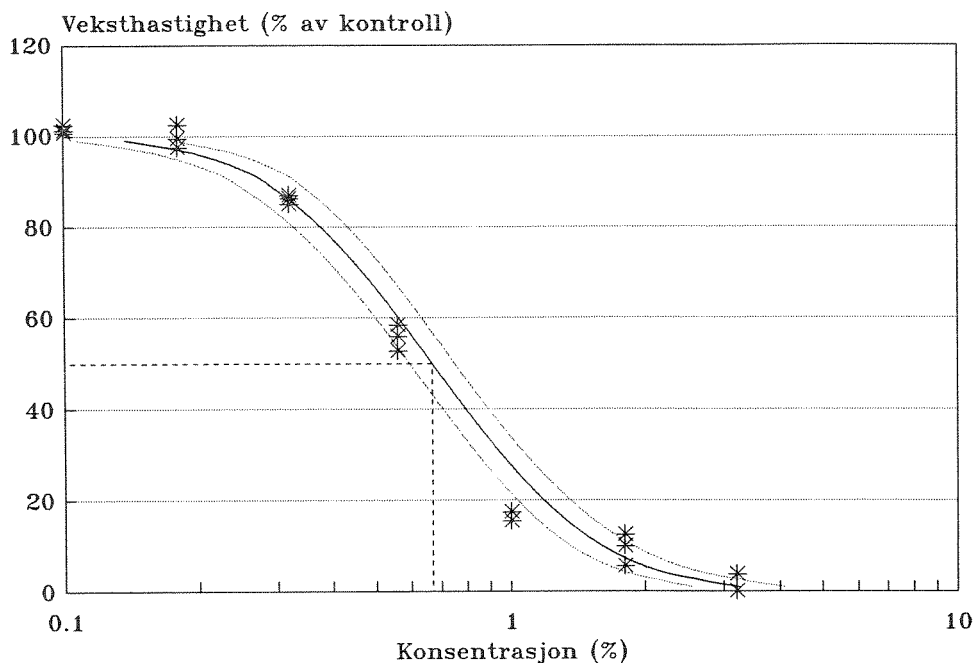


Fig. 2. Effekt av avloppsvatten på växthastigheten hos *Selenastrum capricornutum*. 100% växthastighet = växthastighet i kontrollkulturer. Prickade linjer = 95% konfidensintervall för responskurvan (Probit-analys). Streckad linje anger 50% respons ( $EC_{50}$ ).

#### 2.2.4. Nedbrytbarhet

Nedbrytbarhetstesterna visade ett snabbt nedbrytningsförlopp. Redan efter en vecka uppnåddes 93% reduktion av DOC. (Se fig. 3). Syreförbrukningen i respirometertesten, som utfördes vid lägre koncentration visar samma förlopp som huvudtesten (Se fig. 4). Den totala syreförbrukningen under testen ( $BOD_{28}$ ) var, omräknat till koncentrerat avloppsvatten, 23400 mg/l.. Vid bägge testerna var den totala DOC-reduktionen efter fyra veckor den samma (98%).

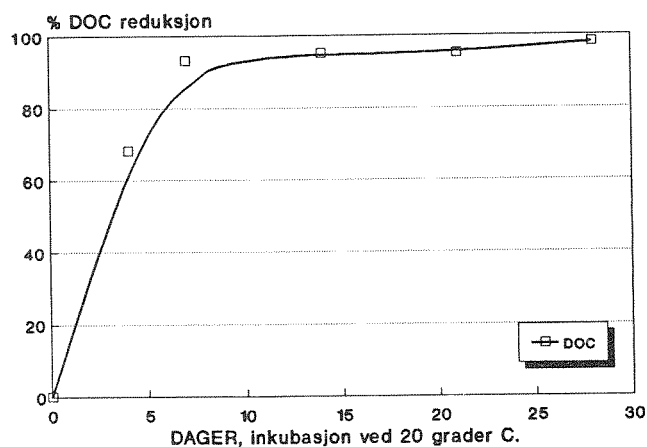


Fig. 3. Koncentrationer av DOC mätt vid nedbrytbarhetstest ved 20 °C.

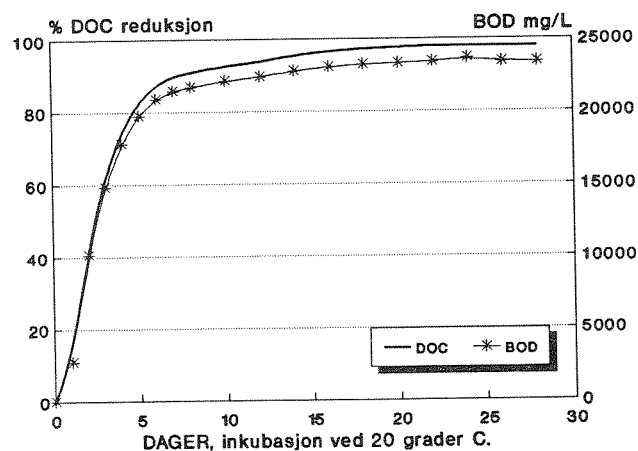


Fig. 4. Syreförbrukning vid nedbrytbarhetstest ved 20°C. Den övre kurvan indikerar DOC-förlopp på basis av syreförbrukning.

Resultaterna av den kemiska karakteriseringen efter nedbrytning redovisas i tabell 3. Värdena är korrigerade för utspädningen vid nedbrytbarhetstesterna och motsvarar alltså halter i koncentrerat avloppsvatten.

Vid nedbrytningen reducerades COD med ca. 91% till 1600 mg/l. BOD var som väntat mycket lågt i förhållande till värdet före nedbrytbarhetstesten.

#### 2.2.6. Toxicitet efter nedbrytning

Resultaten av toxicitetstesterna redovisas i tabell 5. Gifteffekterna i det utspädda avloppsvattnet efter nedbrytning var för svaga för att EC<sub>50</sub>-värdet kunde beräknas för Microtox. En screening-test med Microtox vid full koncentration av vattnet efter nedbrytning, som alltså motsvarar 1% koncentration av det ursprungliga avloppsvattnet, gav obetydlig hämning (2%).

I motsättning till Microtoxtesten, visade alg-testen klar hämning av växten vid koncentrationer ned till 32% av det utspädda avloppsvattnet, vilket motsvarar 0.32% av det ursprungliga avloppsvattnet. Beräkningen av EC<sub>50</sub>-värden ger något högre värden (mindre toxicitet) än före nedbrytning (Se appendix 5). Det har emellertid konstaterats att den salttillsättning som används vid nedbrytbarhetstesten (bl. a. fosfatbuffer) kan ge växthämning av *Selenastrum* i höga koncentrationer av nedbrytbarhetsmedium även utan tillsats av avloppsvatten. Det är därför sannolikt att gifteffekten som påvisades med *Selenastrum* efter nedbrytning inte beror på substanser som härstammar från avloppsvattnet.

### 3. KOMMENTARER

Under den vecka provtagningen gjordes var produktionen/dygn av acetaldehyd, ättiksyra och etylacetat någorlunda konstant. Avloppsmängden uppgick till ca. 370 m<sup>3</sup>/dygn. Under dessa förhållanden var avloppsvattnets innehåll av organiska ämnen förhållandevis stabilt på ett högt nivå (4.4 - 7.4 g/l). Det betyder att den samlade utsläppsmängden var 1.6-2.7 ton kol/dygn (medelvärde 2.28).

Det organiska innehållet utgjordes av lätt nedbrytbara ämnen. Nedbrytbarhetstesterna visade 98% nedbrytning av DOC efter 4 veckor vid 20 °C med en total syreförbrukning (BOD<sub>28</sub>) på 23 g/l. Mer än 90% av DOC var omsatt efter en vecka. Resultaten tyder på att avloppsvattnet lämpar sig väl för biologisk rening.

Mängden potentiellt bioackumulerbara substanser uppmättes till 0.9 mg/l, d.v.s. endast ca. 0.05 promille av det organiska innehållet. Multiplicerat med flödet utgör detta ca. 0.3 kg/dygn. Undersökningen omfattade inte analys av potentiellt bioackumulerbara ämnen efter nedbrytning, så persistensen av denna fraktionen är inte känd.

I förhållande till det organiska innehållet var koncentrationerna av kväve och fosfor lågt.

Gifteffekter på akvatiska organismer påvisades ned till ca. 0.3% koncentration av neutraliserat avloppsvatten, och 50% effekt ( $EC_{50}$ ) bestämdes till 0.67% och 1.47% för resp. alger (*Selenastrum*) och Microtox.

Uttryckt i förhållande till avloppsvattnets innehåll av organiskt material, motsvarar dessa  $EC_{50}$ -värden ca. 50 resp. 110 mg TOC/l. Det betyder att de organiska huvudkomponenterna i avloppsvattnet har en gifteffekt på *Selenastrum* som motsvarar t. ex. fenol. ( $EC_{50}$ = 76 mg TOC/l). För Microtox var avloppsvattnets giftverkan ca. 5 ggr. mindre än för fenol ( $EC_{50}$ = ca. 20 mg TOC/l).

På grund av att avloppsvattnet måste spädas 100 ggr. vid nedbrytbarhetstesten, försvårades undersökningen av toxicitetens persistens. Toxicitetstesten med alger indikerade liten ändring i toxiciteten vid nedbrytning, men det är sannolikt att salter som tillsatts vid nedbrytbarhetstesten bidrog till den observerade växthämningen, eftersom Microtox-testen inte visade gifteffekter vid koncentrationer upp till 1%.

## APPENDIX 1

### Bioackumuleringspotential

## Vedlegg

## METODE FOR BESTEMMELSE AV POTENSIELT BIOAKKUMULERBARE SUBSTANSER.

## Surt ekstrakt

Vannprøven ble først ekstrahert 2 ganger med heksan ved pH ca.2 (justert med svovelsyre). Eventuell emulsjon ble fjernet ved utsalting med natriumklorid. Ekstraktene ble kombinert, vasket med vann pH ca.2 og tørket med natriumsulfat. Ekstraktet ble oppkonsentrert til lite volum, (1-5ml.) analysert gasskromatisk og viderefraksjonert på tynnsjikt (TLC) i tre fraksjoner.

I Fraksjon: Applikasjonszone

II " :  $10^5 > P_{ow} > 10^3$

III " :  $P_{ow} > 10^3$

## Basisk ekstrakt

Den sure vannprøven ble gjort basisk med natriumhydroksydpastiller til pH ca.11 og ekstrahert 2 ganger med heksan. Heksanekstraktet ble vasket med vann pH ca.11 og forøvrig ble den samme fremgangsmåten fulgt som for det sure ekstraktet.

Lipofile eller potensielt bioakkumulerbare organiske forbindelser ble bestemt ved tynnsjiktskromatografi av heksanekstrakter av vannprøvene. Metoden er en tillempling av en metode utarbeidet av Lars Renberg et al.<sup>1</sup> Substanser med en fordelingskonstant oktanol/vann  $P_{ow} > 10^3$  ble regnet som potensielt bioakkumulerbare. Fraksjonene ble utskrapet og ekstrahert med aceton/hexan (1:1) 3 ganger. De samlede Aceton/hexan-ekstraktene ble ristet med vann pH ca.2 for surt ekstrakt, med vann pH ca.11 for basisk ekstrakt og vann/acetonfasen ble skilt fra. Heksanekstraktet ble vasket med vann (surt for surt ekstrakt, basisk for basisk ekstrakt) og tørket med natriumsulfat.

Den potensielt bioakkumulerbare mengden i hvert ekstrakt ble bestemt ved gasskromatografisk analyse med flammejonisasjonsdetektor (FID). Arealet av de enkelte toppene relatert til en ytre standard  $C_{18}H_{38}$  ga et mål for mengden organiske kromatograferbare forbindelser. Med kromatograferbare forbindelser menes i dette tilfelle organiske substanser med en molekylvekt opp til ca.500, som kan analyseres gasskromatografisk. Ved beregningen ble det antatt at de potensielt bioakkumulerbare forbindelsene har lik respons med den utvalgte ytre standarden. Vår erfaring er at responsen med FID-detektor for ulike organiske forbindelser kan variere med opptil 50%. Dette betyr at metoden må betraktes som semikvantitativ. Blindprøve ble opparbeidet og kjørt parallelt med prøveekstraktet.



Testbetingelser ved GC-analysen:

Kapillærkolonne, fused silica, DB5,  
1.30 m indre diameter.=0,24 mm

Program:

Starttemp. 60°C, Henstand 2 min.

Oppvarmingshastighet 5°C

Sluttemp. 280°C, Henstand 8 min.

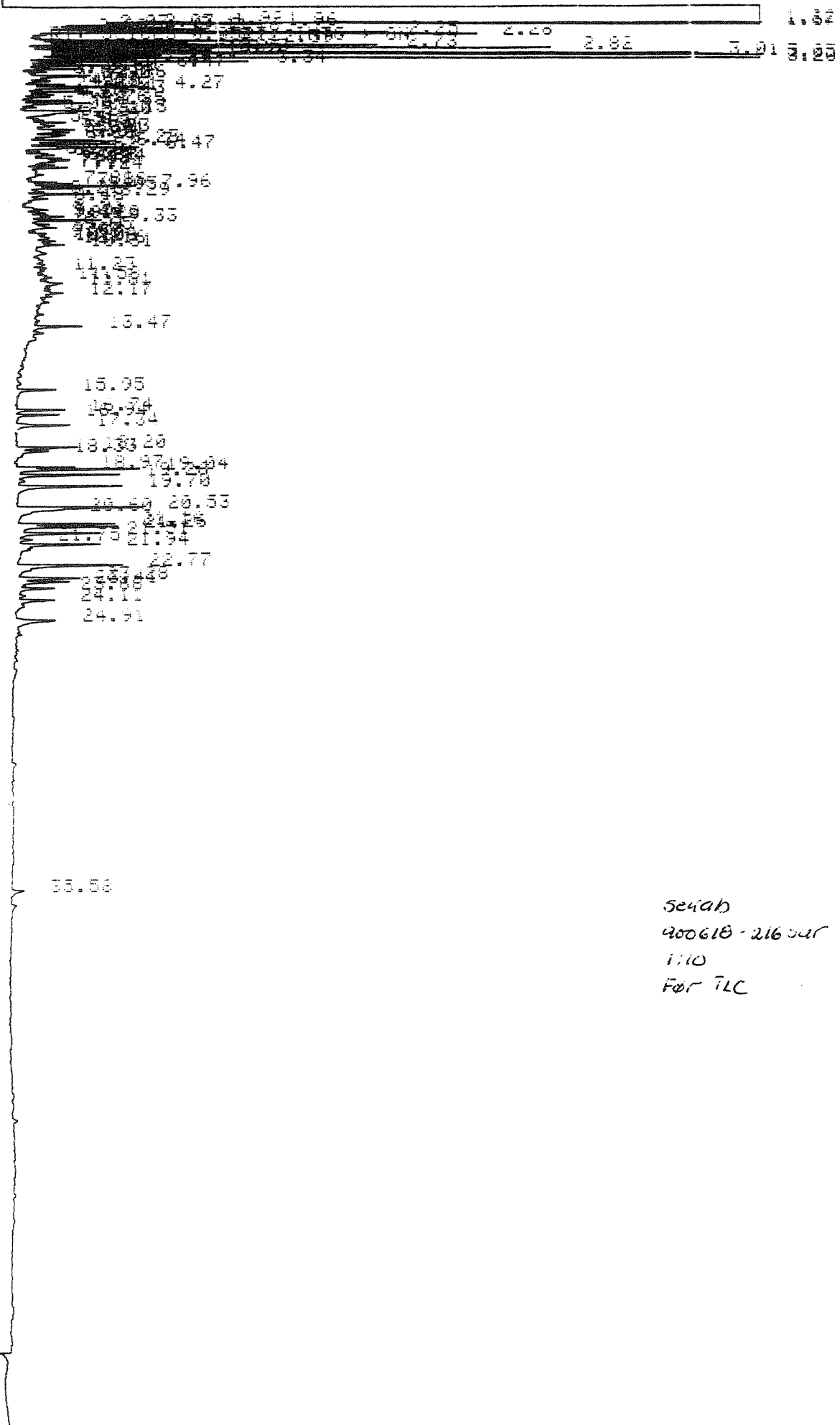
Attn. før TLC 2<sup>5</sup>

Attn. etter TLC 2<sup>3</sup>

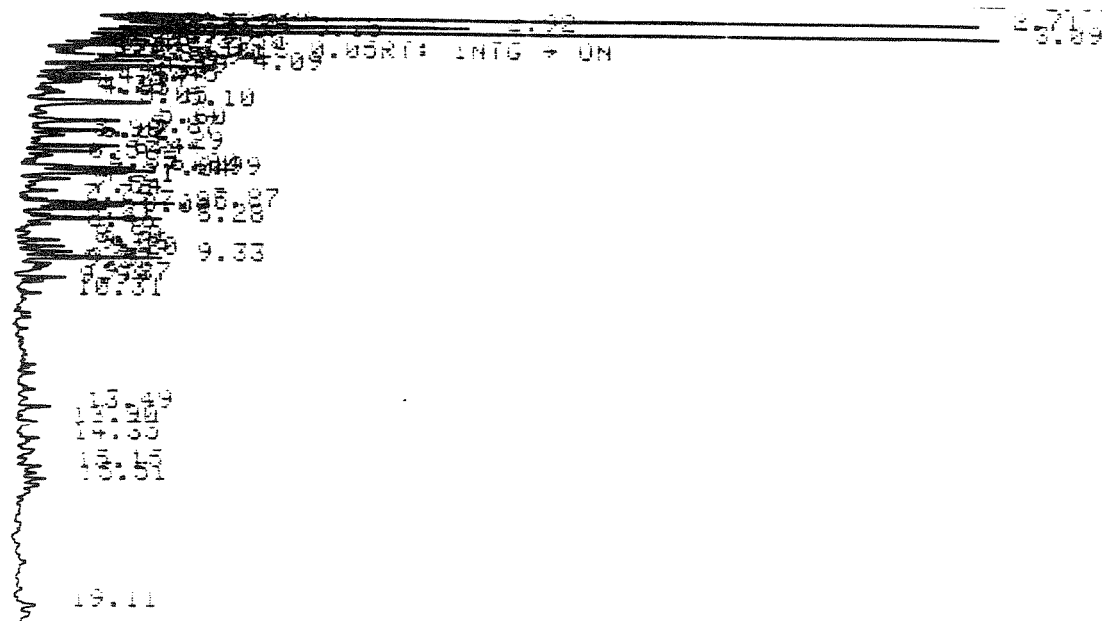
Ytre standard n-C<sub>18</sub>H<sub>38</sub>=106,9 µg/ml før TLC

Indre standard " " etter TLC

1) Lars Renberg et al., Chemosphere, Vol. 9, 1980, s.683-691.



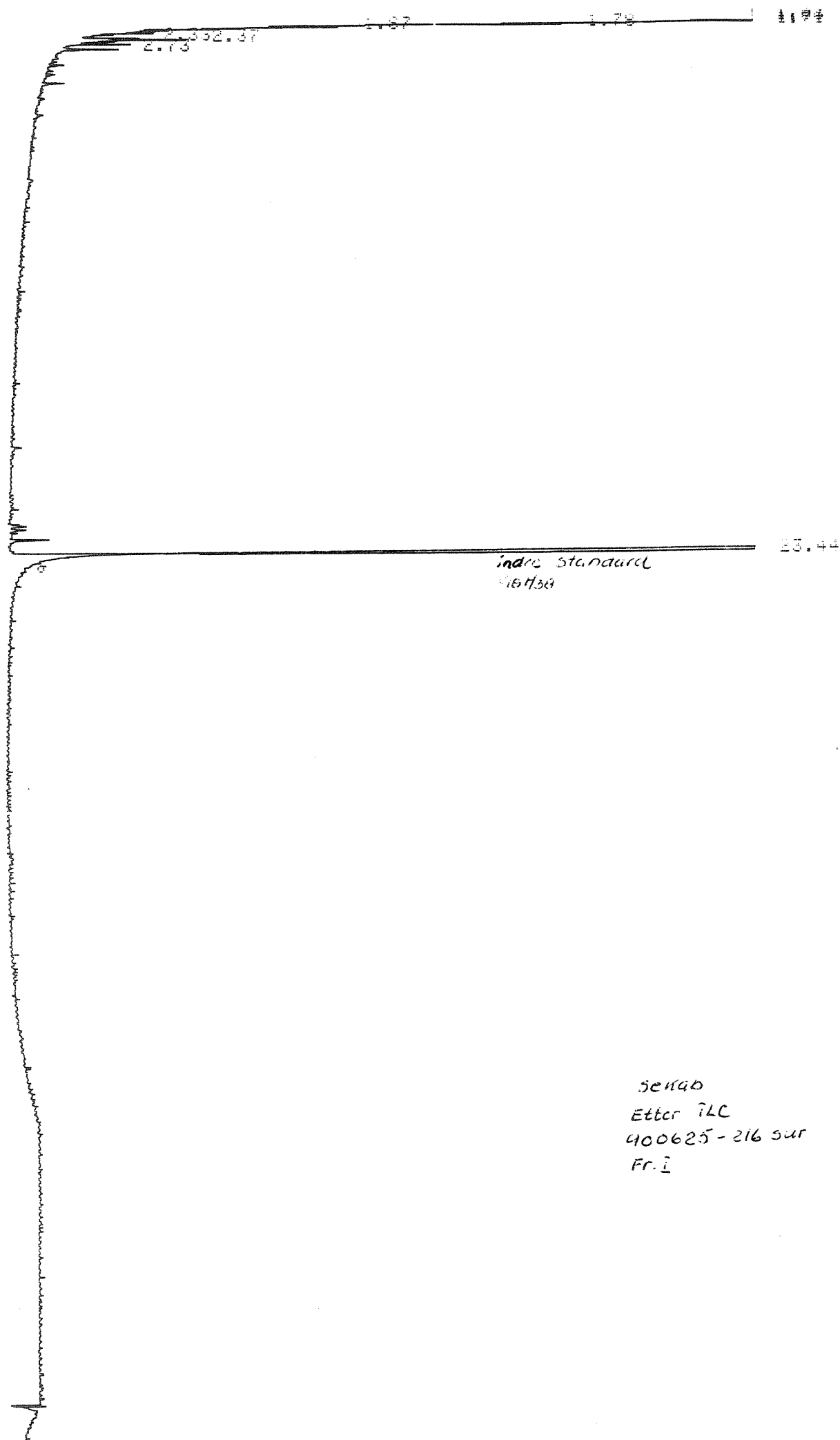
Sejarah  
 900610-216 out  
 1:10  
 For TLC



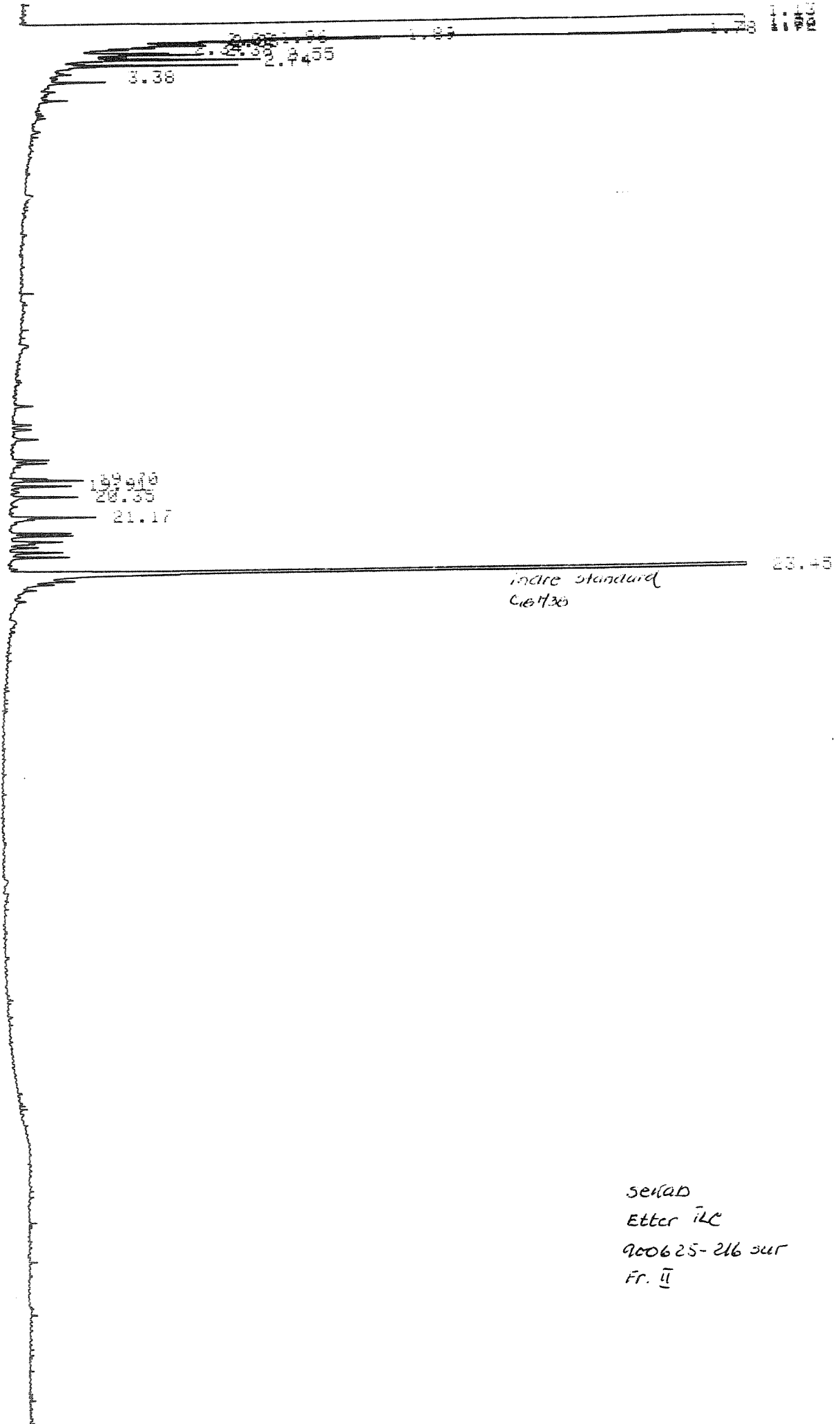
133

RT: INTG + OFF

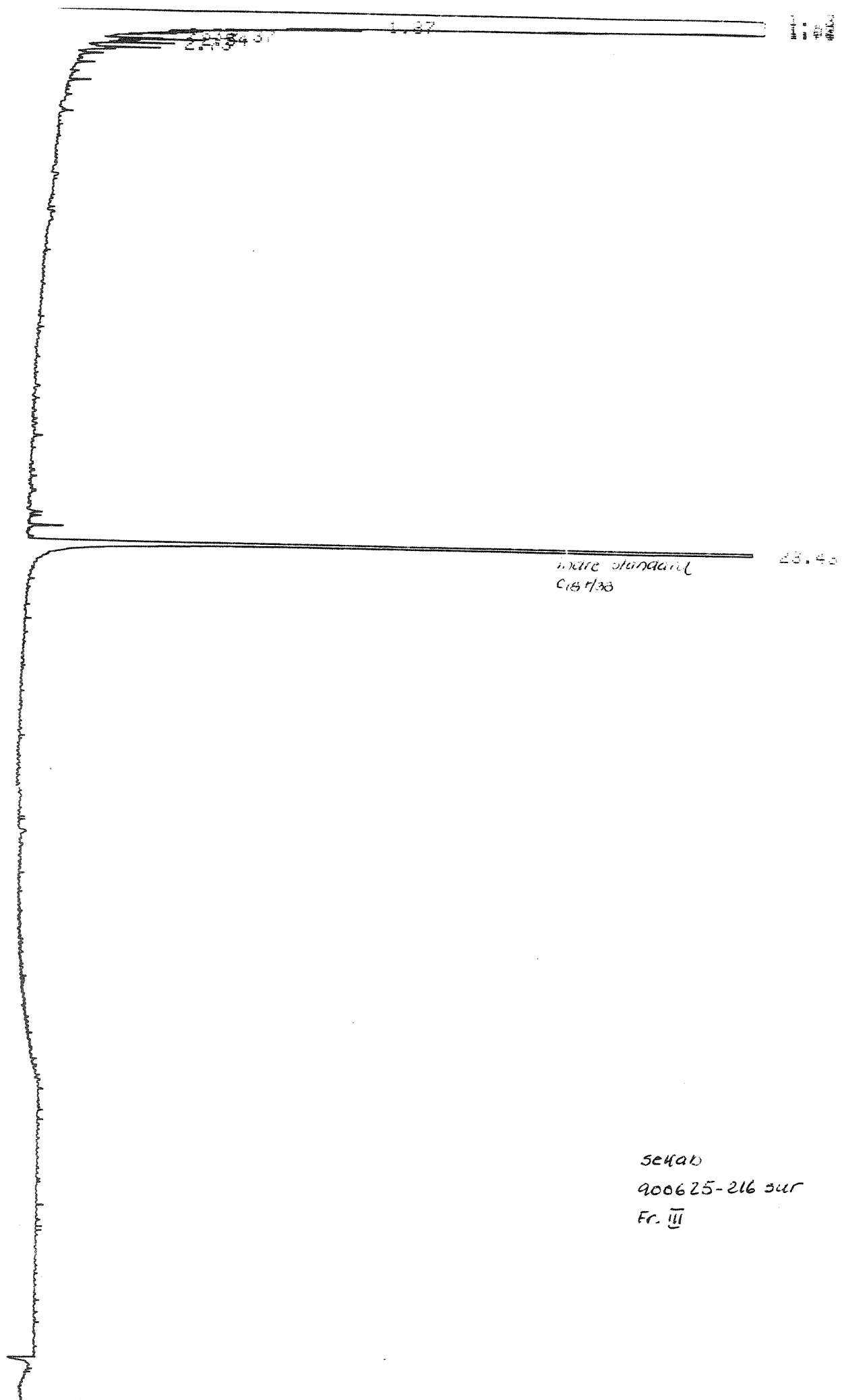
Send  
For TLC  
900618-216 000004



50190  
Etter ILC  
400625-216 sur  
Fr. I

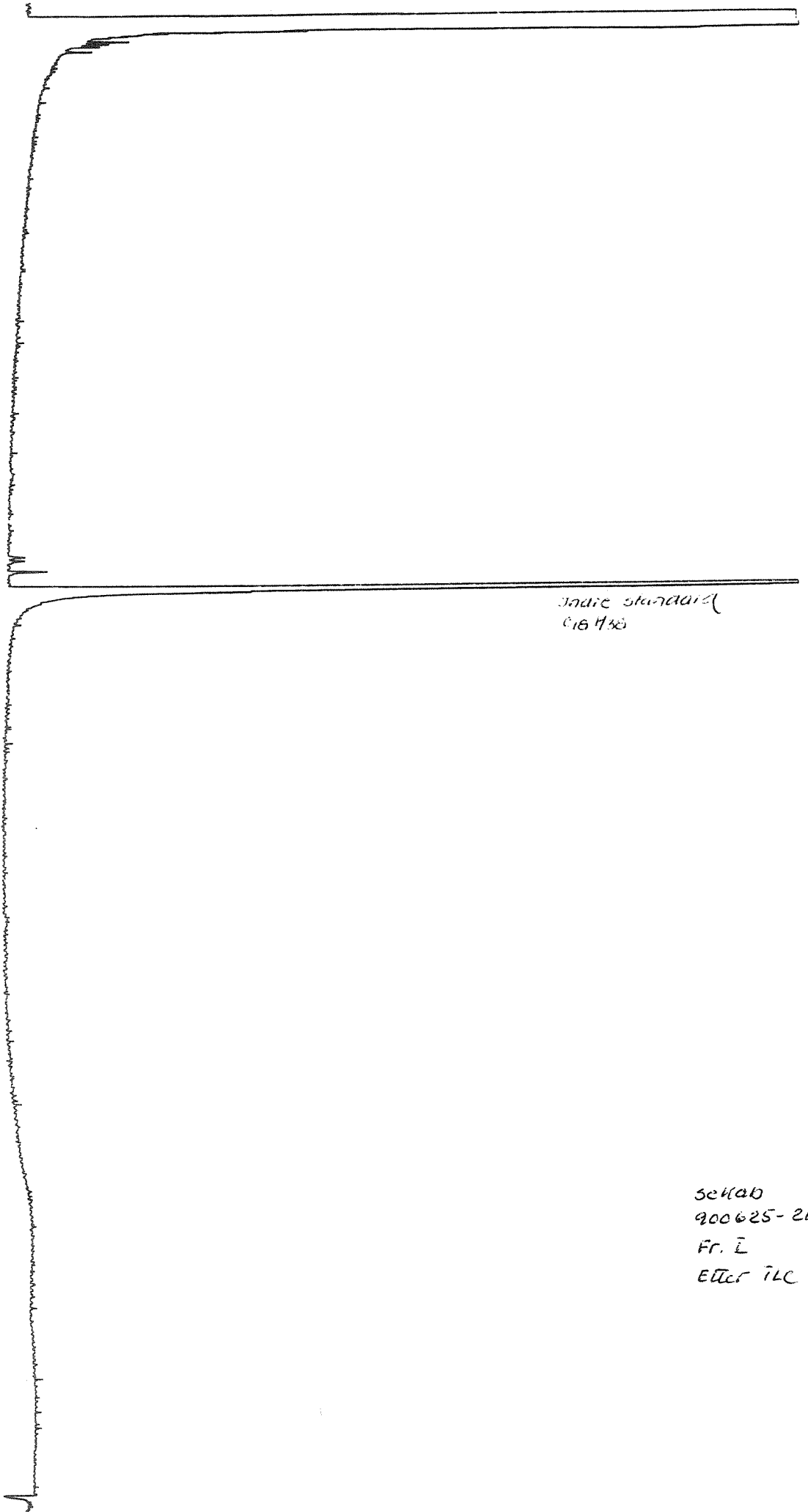


senhad  
 Etter iLC  
 900625-216 sur  
 Fr. 4



inure standard  
C18/30

524ab  
900625-216 sur  
Fr. III



pure standard  
0.1646

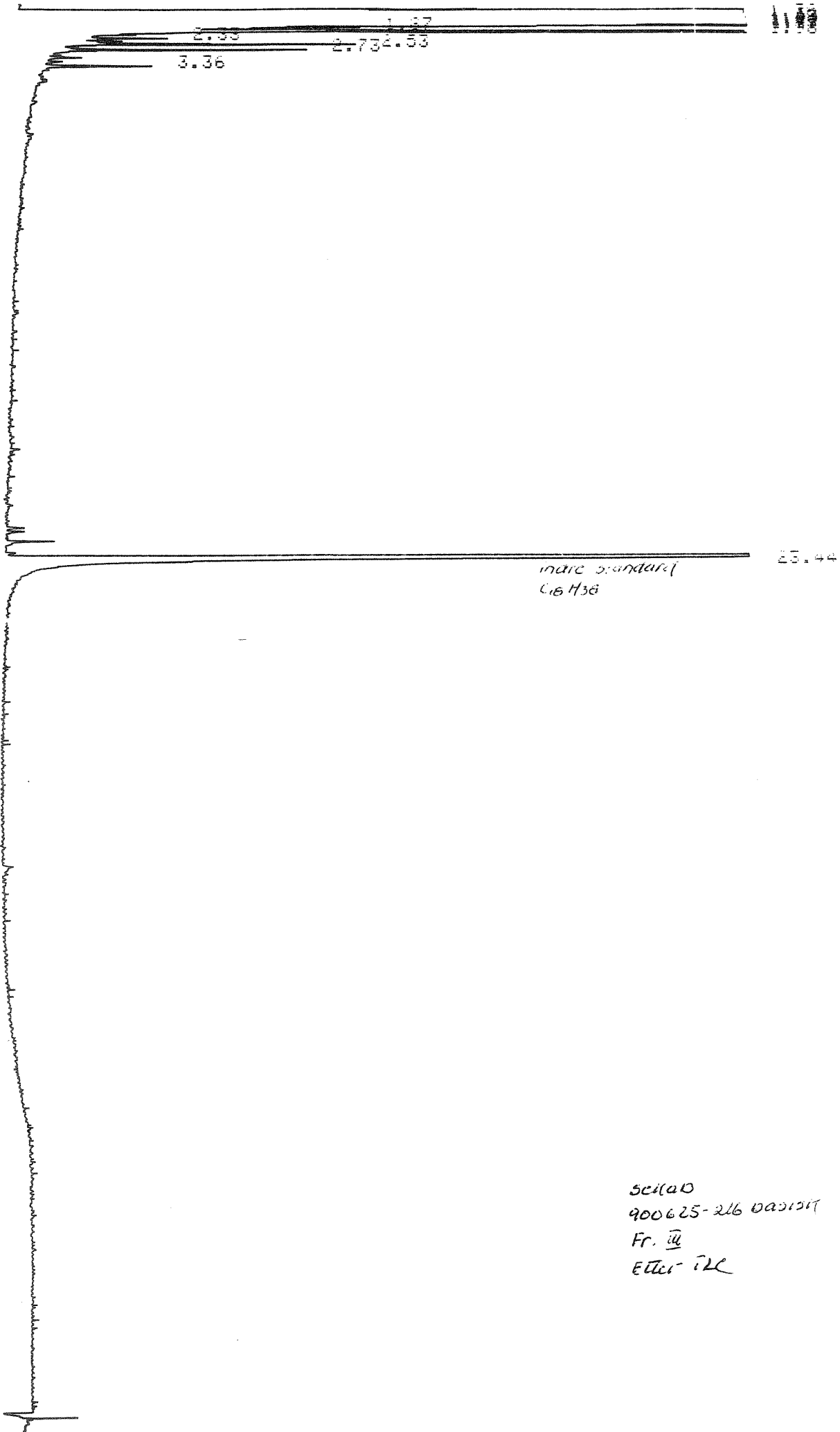
23.44

sekab  
900625-216 basisk  
Fr. I  
Ettor TLC

043







50100  
 900625-216 003197  
 Fr. III  
 Etlcr ILC

## APPENDIX 2

### Toxicitetstester med Aktivt slam

---

**TESTRAPPORT ISO 8192**
**HEMNING AV OKSYGENOPPTAK I MIKROORGANISMER I AKTIV-SLAM  
(TEST FOR INHIBITION OF OXYGEN CONSUMPTION OF ACTIVATED SLUDGE) METODE A**


---

TESTSTOFF: Avløpsvann, SEKAB, Ørnskjöldsvik

TESTORGANISMER: Aktiv-slam produsert av OECD syntetisk kloakkvann i lab-skala, (Husmann unit).

FORBEHANDLING: Slammet ble sentrifugert og resuspendert i isotonisk saltvann. Behandlingen ble utført 2 ganger og suspensjonen ble kontinuerlig luftet under gjennomføringen av testingen.

TESTDATO: 25. og 26.06. 1990.

**BETINGELSER FOR TESTPRØVER:**

Testkonsentrasjoner: 1. serie: 1,0 1,8 3,2 5,6 10 18 og 32% avløpsvann.  
2. serie: 0,1 0,32 0,56 1 10

Slamkonsentrasjon i testprøvene; 1. testserie: 60 mg STS/L  
2. testserie: 60 mg STS/L

pH i testløsningene: 7,4

Testtemperatur: 20± 2° C

Abiotisk oksygenforbruk i fysisk-kjemisk kontroll < 0,1 mg/L

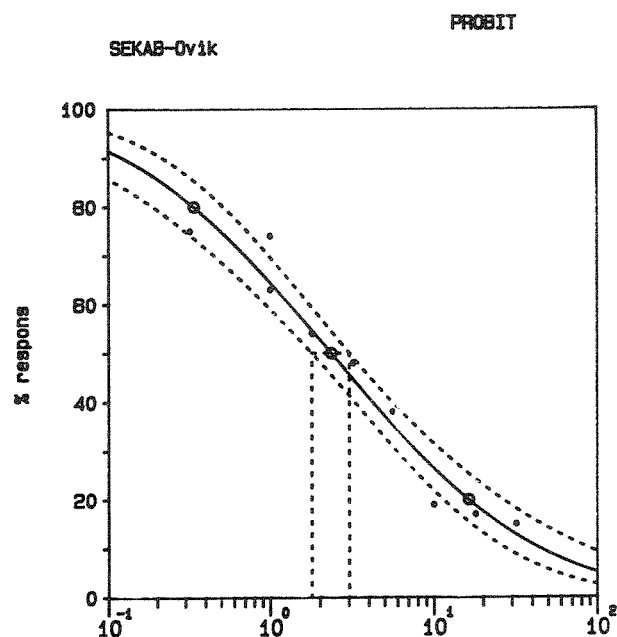
REFERANSESTOFF: 3,5-diklorfenol: EC<sub>50</sub>-verdi på testslammet: 5,7 mg/L

**RESULTATER:**

EC <sub>50</sub>	95% konfidensintervall	EC <sub>20</sub>	EC <sub>80</sub>
2,4 %	1,8 - 3,0 %	0,34 %	16 %

**Kommentarer:**

Det ble registrert hemning på respirasjonsaktiviteten over et bredt konsentrasjons- område. Probit-diagrammet illustrerer det dette.



## APPENDIX 3

### Toxicitetstester med Microtox

## MICROTOX, STANDARD METODE

Testen er utført etter standardmetoden ( Microtox TM System Operating manual Beckman 1982.)

Microtox-apparatet ble startet 2 timer før forsøk ble satt i gang for at temperaturen i inkubasjonskamrene skulle stabiliseres. Temperaturen i bakterie-oppbevaringskammeret ble justert til 3°C og i de andre kamrene til 15°C.

De frysetørrede bakteriene ble suspendert i 1 ml. destillert, dejonisert vann og plassert i bakterieoppbevaringskammeret.

Før en normal toksitetstesting settes i gang, må det kjøres en "screening-test for nye prøver, for å finne ut hvilke konsentrasjoner som skal velges for å komme inn på kurven hvor den ønskete EC-verdien kan avleses.

Ved en standard toksisitetstesting ble 15 kuvetter plassert i inkubasjonskamrene. Til 10 av disse (reaksjonskuvetter) ble 0,5 ml. 2% NaCl-løsning pipettert. I fire av de resterende fem kuvetter ble det gjort en fortyningsserie av testprøven, basert på resultatene fra forforsøket. Den siste kuvetten var beregnet for blindprøve, og denne ble tilsatt 1ml. 2% NaCl-løsning.

Til de 10 reaksjonskuvettene ble 10 µl bakteriesuspensjon tilsatt, og etter 10 min. akklimatisering ble den initiale luminescensen ( $I_0$ ) målt i de respektive kuvetter. Deretter ble det med jevne tidsintervaller tilsatt 0,5 ml. av de respektive prøvekonsentrasjoner i reaksjonskuvettene. Luminescensen  $I_t$  ble målt etter 5 og 15 min. eksponeringstid. Det ble målt på to paralleller av hver testkonsentrasjon.

Som kontrollsubstans for bakteriene ble benyttet  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$

Før måling ble pH justert til ca. 6,8-7,2 i prøven.

Data av resultatene ble beregnet etter Microtox manual okt.89 "How to run the microtox calculation program on an IBM PC-computer."

## UTREGNING AV EC-VERDIEN

Luminescensen  $I^0 \times I_t$  til hver reaksjonskuvette ble nedtegnet, og ut fra disse data kan EC-verdien regnes. Bakteriesuspensjonens lysproduksjon minsker gradvis etter overføring til reaksjonskuvettene. For å korrigere for denne minskningen, som skyldes forltyningseffekt ved prøvetilsetting, regnes det ut en reduksjonsfaktor,  $R_t$ .

$$R_t = \frac{I_t \text{ (blind)}}{I \text{ (blind)}}$$

Minskningen i luminescensen anses å være et mål på prøvens giftighet overfor bakteriene ved de ulike konsentrasjoner. Denne responsen,  $\Gamma_t$ , kan regnes ut etter følgende formel:

$$\Gamma_t = \frac{R_t (I_0 - I_t)}{I_t}$$

Ved beregning av EC-verdien plottes testkonsentrasjonen mot  $\Gamma$ -verdien i et log-log diagram. Ut fra denne kurven bestemmes  $EC_{50}$ -verdien ved å avlese konsentrasjonen som tilsvarer  $\Gamma = 1$ . Ved rød- eller brunfargede løsninger må det korrigeres for hvor mye fargen nedsetter luminescensen. Til dette formål er det laget en spesialkuvette som består av et tynt rør omgitt av en kappe. Røret er beregnet for bakteriesuspensjon, og i kappen fylles den fargede løsningen. Ved denne testen må det utvises nøyaktighet, så ikke bakteriesuspensjonen blir kontaminert med prøveløsningen. Spesialkuvetten plasseres i tårnet og bakteriesuspensjonen tilsettes bakterierøret, hvorefter  $I_0$  avleses. Så fylles kappen som omgir bakterierøret opp med den fargede prøven og  $I$  avleses. Ut fra disse verdiene beregnes adsorpsjonen  $LA$ , som skyldes fargen  $A_f$ :

$$A_f = 3.1 \ln \frac{10}{\gamma}$$

## MICROTOX, 100%-SCREENING METODE

Metoden er beskrevet i Microtox Applicatin Note M-111. Microtox Corp. 1987.

Metoden ble benyttet i de tilfeller der prøven var spesielt lav-toksisk slik at en dose-respons kurve ikke kunne oppnås. Dette betyr at målinger utført på denne måten bare angir % lysreduksjon i en uforynnnet prøve, ikke EC50-verdien.

I motsetning til Standard-metoden, som går ut på å eksponere de luminescerende bakterier for forskjellige prøvekonsentrasjoner (høyeste prøvekonsentrasjon 45 %) omfatter 100% screeningtesten kun måling av prøven i en konsentrasjon ( 99% saltjustert prøve )

Målingene ble utført i 3 paralleller av prøven, samtidig med 3 paralleller av blindprøven av 2% natriumkloridløsning. Eksponeringstid for bakteriene med prøveløsning ble holdt til 5 min. eventuelt 15 min.

Prøvene ble justert til pH ca.6.8-7,2 før måling.

Som kontrollsubstans for bakteriene ble benyttet  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$

Følgende formel ble benyttet ved utregningen:

Lysreduksjon i %:

$$A = \frac{\bar{X}_{\text{blind}} - \bar{X}_{\text{prøve}}}{\bar{X}_{\text{blind}}}$$

MICROTOX(r) DATA SHEET

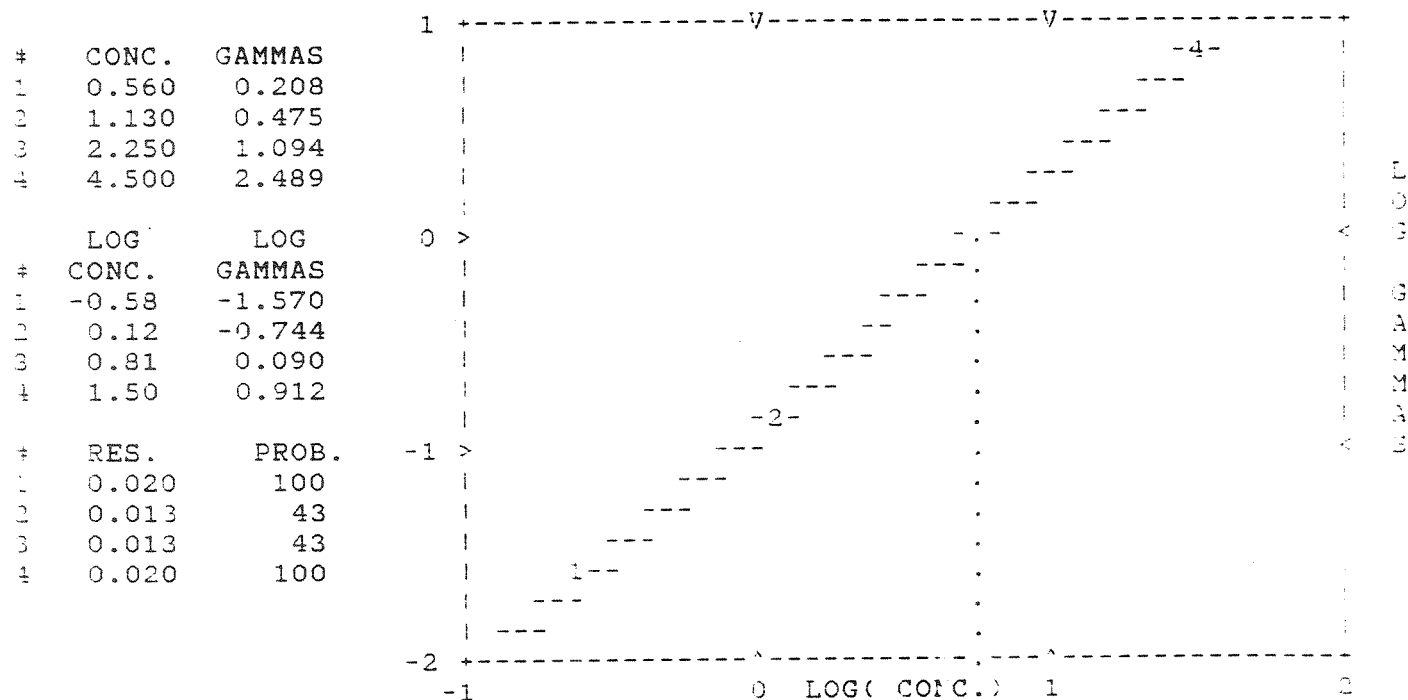
Sekab,ukepr.før nedbr.bakt batch 910,5min.eksp.

PAIR #	CONC.	Io/It	G-OBS	G-EST
1	0.560	78.6/ 66.0	0.208	0.207
2	1.130	76.8/ 52.8	0.475	0.479
3	2.250	80.3/ 38.9	1.094	1.089
4	4.500	73.6/ 21.4	2.489	2.490

BLANK Bo/Bt= 76.8 / 77.9  
 BLANK RATIO= 1.0143

EC 50 = 2.095 ( 2.069 TO 2.121 )  
 EC 20 = 0.655 ( 0.644 TO 0.667 )  
 EC 80 = 6.696 ( 6.532 TO 6.864 )

R =0.99999 SLOPE = 0.8383 INTERCEPT = +0.7394



MICROTOX is a Registered Trade mark of the Microbics Corporation.



MICROTOX(r) DATA SHEET

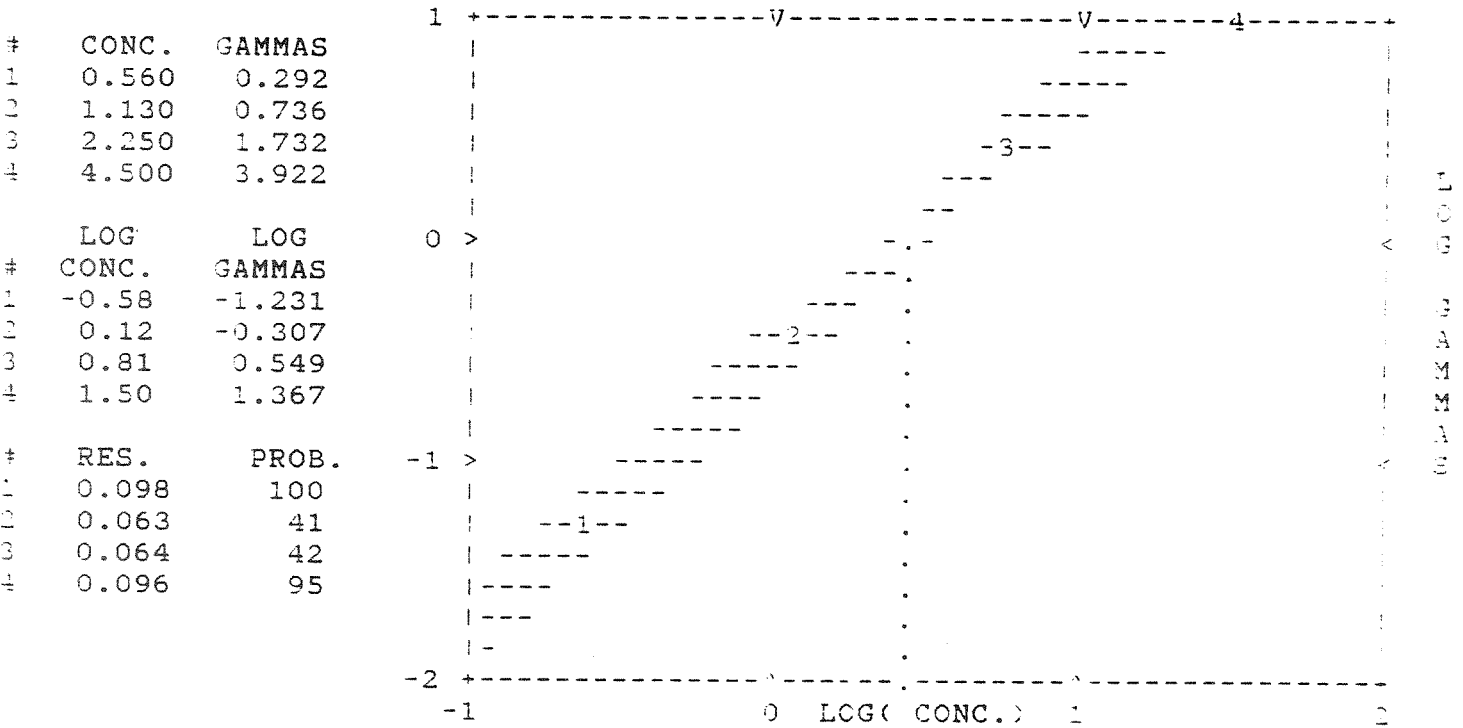
Sekab,ukepr.før nedbr.bakt.batch 910,15min.eksp.

PAIR #	CONC.	Io/It	G-OBS	G-EST
1	0.560	78.6/ 59.8	0.292	0.299
2	1.130	76.8/ 43.5	0.736	0.718
3	2.250	80.3/ 28.9	1.732	1.693
4	4.500	73.6/ 14.7	3.922	4.015

BLANK Bo/Bt= 76.8 / 75.5  
 BLANK RATIO= 0.9831

EC 50 = 1.475 ( 1.391 TO 1.563 )  
 EC 20 = 0.485 ( 0.436 TO 0.539 )  
 EC 80 = 4.484 ( 4.071 TO 4.938 )

R =0.99970 SLOPE = 0.8020 INTERCEPT = +0.3886



MICROTOX is a Registered Trade Mark of the Microbics Corporation.

100% - lysning

(51)

DATO	21/8 90
FØLSOMHET	x 1,708
BATCH	cc2
KJØRTAV	340

PRØVE	Se kab ukepr. etter nedbryt.	
UL	SL	
pH i UL	_____	Korr. tIL _____ 7.3
med	HCl	_____

J05	J5
102.2	98.2
92.2	90.5
61.2	96.8
$\bar{X}_{05}$	$\bar{X}_5$
97.2	95.2
T5	A5
	2.1%

J015	J15
$\bar{X}_{015}$	$\bar{X}_{15}$
T15	A15

Beregninger:

$$T' = \frac{\bar{X}'_{BLANK} - I}{\bar{X}}$$

Lysminstening i %

$$A = \frac{\bar{X}'_{BLANK} - \bar{X}'}{\bar{X}'_{BLANK}} \times 100$$

## APPENDIX 4

Toxicitetstester med *Selenastrum capricornutum*

## NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

## TOKSISITETSTEST MED ALGER

## ISO/DIS 8692 Water quality - Algal growth inhibition test.

Prøve: Prøve: Avløpsvann fra SEKAB, Örnsköldsvik, ukeblandprøve 11-17/6 1990,

Organisme: Selenastrum capricornutum NIVA CHL 1, dyrket i vekstmedium 10% Z8 (Staub 1961).

Test Start dato: 25/6 1990 Varighet: 72 tim  
dok: Testede konsentrasjoner: 0.1, 0.18, 0.32, 0.56, 1, 1.8 og 3.2 %.

Inku- 50 ml kulturer i 100 ml rundkolber. Inkubert på gyngebord  
bering: Lys: 70  $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ , kontinuerlig fra "dagslys"-lysstoffrør  
Temperatur: 20 °C  
pH i kontroll ved start: 7.7 pH ved slutt: 8.5  
Måling av celletetthet: Partikkeltelling med  
Coulter Multisizer

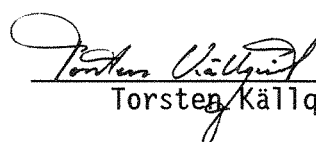
Resultat: Tabell 1 viser celletetthet ved hvert målepunkt, beregnet areal under vekstkurven og veksthastighet i hver kolbe. Middelerverdier for hver konsentrasjon og for kontrollene er listet nederst i tabellen. Vekstkurvene for hver konsentrasjon er vist i figur 1. Konsentrasjon/respons-kurver for veksthastighet og areal under vekstkurve er vist i henholdsvis fig. 2 og 3.

	Veksthastighet	Areal under vekstkurve
EC <sub>50</sub> :	0.67%	0.31%
95% conf. lim.	0.60 - 0.75%	0.27 - 0.36%
NOEC	0.18%	0.18%

EC<sub>50</sub> (Konsentrasjon som gir 50% effekt på veksthastighet eller areal under vekstkurve) er bestemt ved lineær regresjon av probit-transformert respons mot logaritmen for konsentrasjon. NOEC (No Effect Concentration) = høyeste testede konsentrasjon uten signifikant inhibering. (t-test).

Ref: Staub (1961): Ernährungsphysiologische-autökologische Untersuchungen an der planktischen Blaualge *Oscillatoria rubescens* D.C. Schweiz. Z. Hydrol. 23: 82-198.

Testansvarig:

  
Torsten Källqvist

TEST:&gt;&gt; STORK O-ISO/DIS 8692

Dato&gt;&gt;&gt; 25.6.90

TESTSTOFF&gt;&gt;&gt;&gt; SEKAB, Ørnsköldsvik

TESTALGE&gt;&gt;&gt;&gt;&gt; Selenastrum capricornutum

Medium&gt; ISO

INOKULUM&gt;&gt;&gt;&gt;&gt;

10 mill. celler/l

	Timer:	Dag 1 24 mill./l	Dag 2 49.5 mill./l	Dag 3 72 mill./l	Areal	Areal %	V. hast.	V. hast %
Kons. 1	3.2	13	13	10	146.25	1	0.00	0
%		13	14	12	192.75	1	0.06	4
		14	14	8	172.5	1	-0.07	-5
Kons. 2	1.8	14	14	16	262.5	1	0.16	10
%		14	13	18	261	1	0.20	12
		16	14	13	278.25	1	0.09	5
Kons. 3	1	18	14	21	417.75	2	0.25	15
%		17	15	23	439.5	2	0.28	17
		18	15	23	464.25	2	0.28	17
Kons. 4	0.56	19	28	130	2004.75	9	0.85	53
%		21	35	151	2458.5	11	0.90	56
		21	36	168	2673.75	12	0.94	58
Kons. 5	0.32	30	107	615	9629.25	43	1.37	85
%		33	127	665	10746	48	1.40	87
		36	126	648	10605	48	1.39	86
Kons. 6	0.18	46	230	1110	18546	84	1.57	98
%		49	264	1200	20448.75	92	1.60	99
		54	336	1417	24741.75	112	1.65	103
Kons. 7	0.1	52	252	1295	21303.75	96	1.62	101
		56	317	1332	23379	105	1.63	101
		57	360	1411	25324.5	114	1.65	103
Kontroll		55	312	1175	21468	97	1.59	99
		56	321	1238	22417.5	101	1.61	100
		53	315	1424	24291.75	110	1.65	103
		52	298	1318	22666.5	102	1.63	101
		49	266	1075	19090.5	86	1.56	97
		55	330	1287	23160	104	1.62	101

## MIDDELVERDIER

3.20 Mv.	13.33	13.67	10.00	170.50	0.77	0.00	-0.28
St. d.	0.47	0.47	1.63	19.04	0.09	0.06	3.44
1.80 Mv.	14.67	13.67	15.67	267.25	1.20	0.15	9.12
St. d.	0.94	0.47	2.05	7.80	0.04	0.04	2.79
1.00 Mv.	17.67	14.67	22.33	440.50	1.99	0.27	16.63
St. d.	0.47	0.47	0.94	19.00	0.09	0.01	0.89
0.56 Mv.	20.33	33.00	149.67	2379.00	10.72	0.90	55.95
St. d.	0.94	3.56	15.54	278.84	1.26	0.04	2.18
0.32 Mv.	33.00	120.00	642.67	10326.75	46.55	1.39	86.24
St. d.	2.45	9.20	20.76	496.55	2.24	0.01	0.67
0.18 Mv.	49.67	276.67	1242.33	21245.50	95.78	1.61	99.80
St. d.	3.30	44.19	128.86	2591.39	11.68	0.03	2.11
0.10 Mv.	55.00	309.67	1346.00	23335.75	105.20	1.63	101.55
St. d.	2.16	44.39	48.38	1641.75	7.40	0.01	0.74
Kontroll Mv.	53.33	307.00	1252.83	22182.38	100.00	1.61	100.00
St. d.	2.36	20.72	110.01	1620.95	7.31	0.03	1.84

## SEKAB, Örnsköldsvik Senastrum, vekstkurver

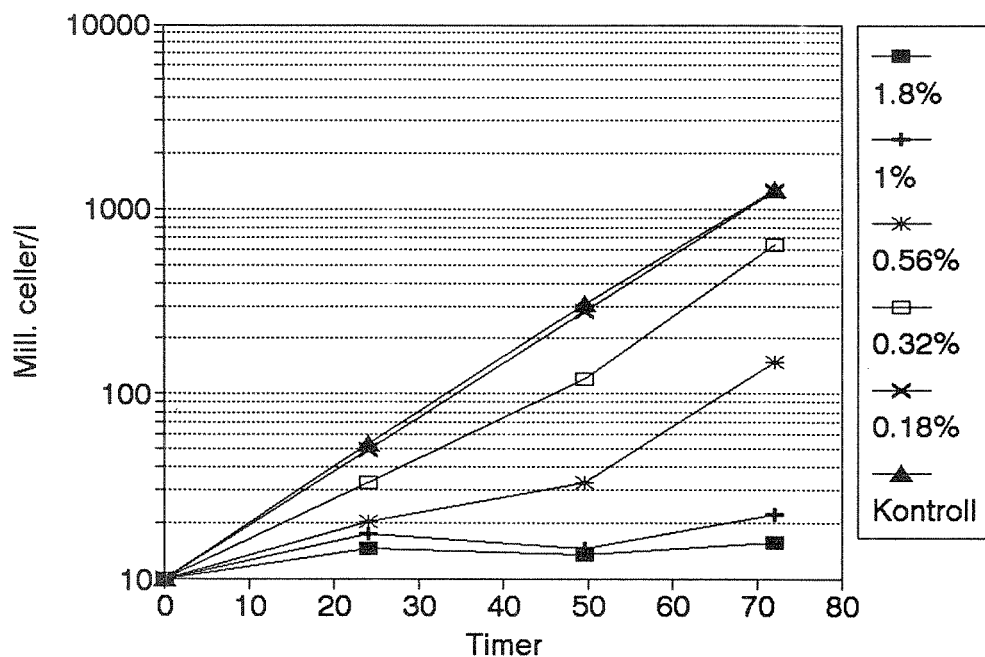


Fig. 1. Vekstkurver for *Senastrum capricornutum* i ulike konsentrasjoner av avløpsvann.

## SEKAB, Örnsköldsvik *Senastrum*, veksthastighet

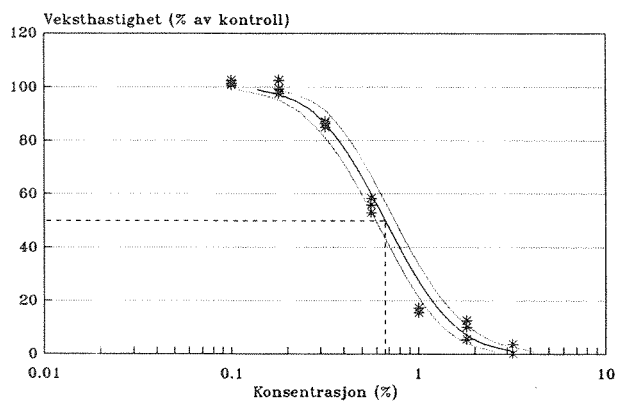


Fig. 2. Effekt av avløpsvann på veksthastigheten hos *Senastrum capricornutum*

## SEKAB, Örnsköldsvik *Senastrum*, areal under vekstkurve

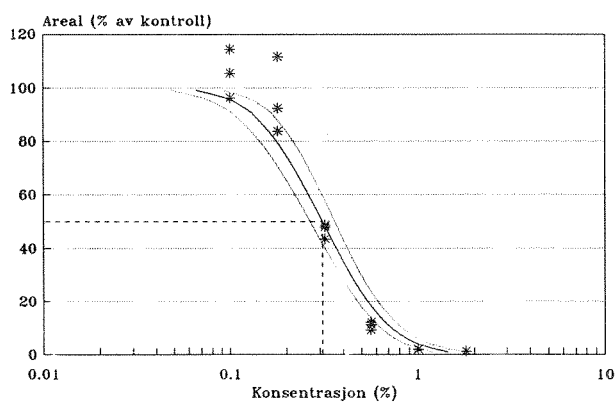


Fig. 3. Effekt av avløpsvann på areal under vekstkurve for *S. capricornutum*

## NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

## TOKSISITETSTEST MED ALGER

## ISO/DIS 8692 Water quality - Algal growth inhibition test.

Prøve: Prøve: Avløpsvann fra SEKAB, Örnsköldsvik, ukeblandprøve 11-17/6 1990, etter nedbrytning.

Organisme: Selenastrum capricornutum NIVA CHL 1, dyrket i vekstmedium 10% Z8 (Staub 1961).

Test dok: Start dato: 6/8 1990 Varighet: 72 tim  
Testede konsentrasjoner: 0.32, 0.56 og 0.9 % (konsentrasjonene er korrigerte for fortynning ved nedbrytbarhetstesten).

Inku- bering: 50 ml kulturer i 100 ml rundkolber. Inkubert på gyngebord  
Lys: 70  $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ , kontinuerlig fra "dagslys"-lysstoffrør  
Temperatur: 20 °C  
pH i kontroll ved start: 7.2 pH ved slutt: 8.6  
Måling av celletetthet: Partikkeltelling med Coulter Multisizer

Resultat: Tabell 1 viser celletetthet ved hvert målepunkt, beregnet areal under vekstkurven og veksthastighet i hver kolbe. Middelerverdier for hver konsentrasjon og for kontrollene er listet nederst i tabellen. Vekstkurvene for hver konsentrasjon er vist i figur 1. Konsentrasjon/respons-kurver for veksthastighet og areal under vekstkurve er vist i henholdsvis fig. 2 og 3.

	Veksthastighet	Areal under vekstkurve
EC <sub>50</sub> :	0.84	0.40%
95 % conf. lim.	0.80 - 0.88%	0.38 - 0.42%
NOEC	0.32%	<0.32%

EC<sub>50</sub> (Konsentrasjon som gir 50% effekt på veksthastighet eller areal under vekstkurve) er bestemt ved lineær regresjon av probit-transformert respons mot logaritmen for konsentrasjon. NOEC (No Effect Concentration)= høyeste testede konsentrasjon uten signifikant inhibering. (t-test).

Ref: Staub (1961): Ernährungsphysiologische-autökologische Untersuchungen an der planktischen Blaualge *Oscillatoria rubescens* D.C. Schweiz. Z. Hydrol. 23: 82-198.

Testansvarig:

  
Torsten Källqvist

TEST:&gt;&gt; ISO/DIS 8692

Dato&gt;&gt;&gt; 6.8.90

TESTSTOFF&gt;&gt;&gt;&gt; SEKAB etter nedbrytning

TESTALGE>>>> *Selenastrum capricornutum*

Medium&gt; ISO

INOKULUM&gt;&gt;&gt;&gt;&gt;

12 mill. celler/l

	Timer:	Dag 1 24 mill/l	Dag 2 48 mill/l	Dag 3 72 mill./l	Areal	Areal %	V. hast.	V. hast %
Kons. 1	%: 0.9	24	73	97	2772	11	0.70	45
		26	73	102	2880	11	0.71	46
		30	79	104	3144	12	0.72	46
Kons. 2	%: 0.56	41	114	368	7416	29	1.14	73
		41	104	334	6768	26	1.11	71
		45	114	362	7440	29	1.14	73
Kons. 3	%: 0.32	58	234	876	16800	65	1.43	92
		57	244	909	17412	67	1.44	92
		64	244	769	15900	62	1.39	89
Kons. 4								
Kons. 5								
Kons. 6								
Kons. 7								
Kontroll		72	421	1000	23112	89	1.47	94
		73	409	1280	26208	101	1.56	100
		72	425	1110	24528	95	1.51	97
		64	347	1200	23544	91	1.54	98
		65	320	1550	27120	105	1.62	104
		69	335	1800	30576	118	1.67	107

## MIDDELVERDIER

%: 0.9	Mv.	26.67	75.00	101.00	2932.00	11.34	0.71	45.48
	St. d.	2.49	2.83	2.94	156.26	0.60	0.01	0.63
%: 0.56	Mv.	42.33	110.67	354.67	7208.00	27.89	1.13	72.29
	St. d.	1.89	4.71	14.82	311.28	1.20	0.01	0.90
%: 0.32	Mv.	59.67	240.67	851.33	16704.00	64.62	1.42	90.96
	St. d.	3.09	4.71	59.76	620.99	2.40	0.02	1.53
0.00	Mv.							
	St. d.							
0.00	Mv.							
	St. d.							
0.00	Mv.							
	St. d.							
0.00	Mv.							
	St. d.							
Kontroll	Mv.	69.17	376.17	1323.33	25848.00	100.00	1.56	100.00
	St. d.	3.53	43.15	272.56	2537.65	9.82	0.07	4.25



## SEKAB, etter nedbrytning Senastrum, vekstkurver

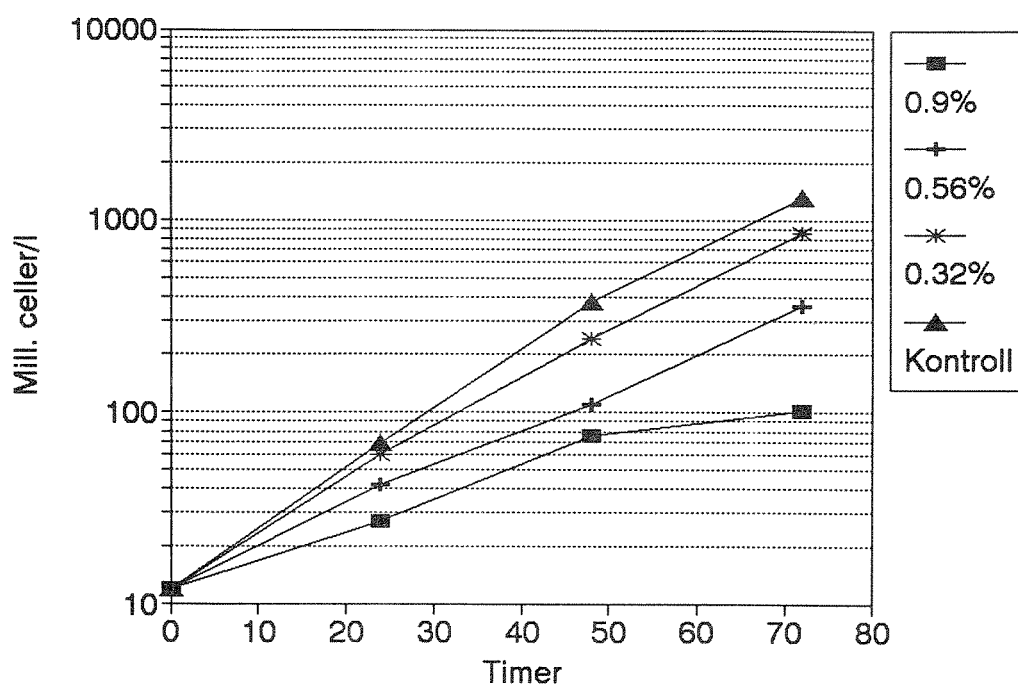


Fig. 1. Vekstkurver for *Senastrum capricornutum* i ulike konsentrasjoner av avløpsvann.

### SEKAB, Örnsköldsvik etter nedbrytning *Senastrum*, veksthastighet

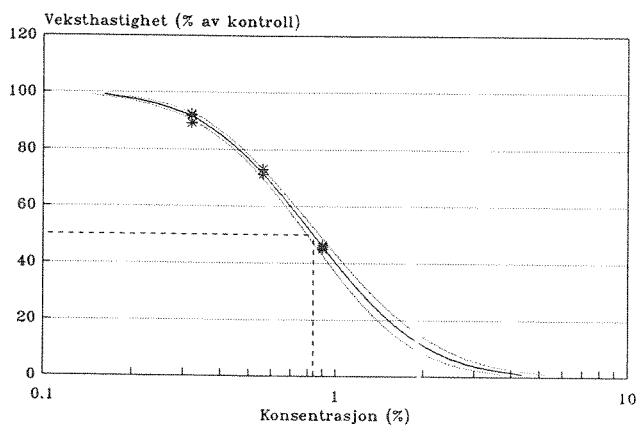


Fig. 2. Effekt av avløpsvann på veksthastigheten hos *Senastrum capricornutum*

### SEKAB, Örnsköldsvik etter nedbrytning *Senastrum*, areal under vekstkurve

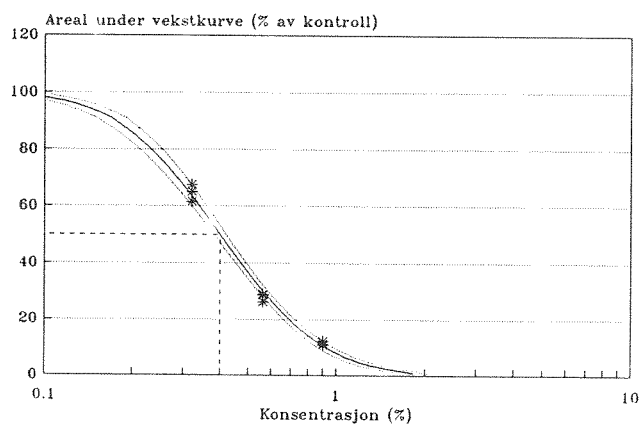


Fig. 3. Effekt av avløpsvann på areal under vekstkurve for *S. capricornutum*

## APPENDIX 5

### Nedbrytbarhetstester

**TESTRAPPORT****NEDBRYTBARHETSTEST: REDUKSJON I LØST ORGANISK KARBON OVER 28 DØGN**

Metode: ISO 7827 Evaluation in an aqueous medium of the "ultimate" aerobic biodegradability of organic compounds. Analysis of DOC.

**TESTSTOFF:** SEKAB Örnköldsvik. Avløpsvann,

**TESTBETINGELSER**

**APPARATUR:** 10 L beholder (glassflaske), med magnetrørverk.

**TEST-MEDIUM:** Avløpsvann tilsatt saltløsninger og destillert vann til en fortynninggrad på 1:100, ( 1 %). 10 mg/L NH<sub>4</sub>Cl

**INOKULUM:** Mikroorganismer fra luftet kom. avløpsvann (NS 4749) og effluent fra Husmann enhet (OECD) lab. anlegg.  
Kimtall =  $4,7 \times 10^5$  /ml. Tilsetning, 2 ml/L

**INKUBASJON:** Temperatur;  $20 \pm 1.0$  °C . Varighet: 28 dager.

**REFERANSE STOFF:** Anilin 20 mg C/l  
Nedbrytningsgrad, DOC reduksjon: 80 % etter 7 og 90 % etter 28 døgn.

Dato for test-start: 27.06. 1990

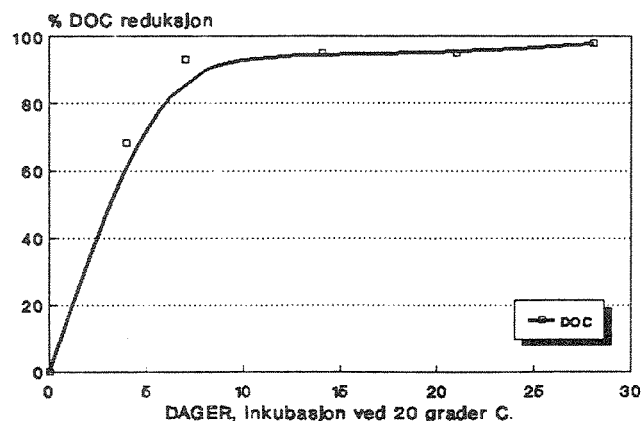
**Løst organisk karbon DOC**

SEKAB Örnköldsvik	Konsentrasjon etter x dager ( mg/l C )					
	0	4	7	14	21	28
Avl.vann 1 % i dest.v. tils.næringssalter	78 90	26.6	5.4	4.5	4.5	2.1

**Evaluering av DOC-data**

Døgn fra start	% DOC reduksjon etter x dager				
	4	7	14	21	28
DOC-reduksjon	68	93	95	95	98

Diagram:



**TESTRAPPORT****BIOOKSIDASJON AV LETT NEDBRYTBART ORGANISK STOFF**

Evaluation in an aqueous medium of the "ultimate" aerobic biodegradability of organic compounds. ISO 9408

TESTSTOFF: SEKAB, Örnsköldsvik, Avløpsvann

TESTAPPARATUR: Manometrisk respirometer, WtW 2001

NÆRINGSLØSNING: ISO/DIS 9408 Saltløsn. A, 10 ml/L (1,3 mg N/L)

INOCULUM: Effluent fra biologisk lab. enhet (Husmann unit) dyrket i OECD syntetisk kloakk og luftet kom. avløpsvann (NS 4749).  
Kimtall/ml:  $4,0 \cdot 10^5$ . Tilsetning: 2 ml/L testløsning.

INKUBASJON: Temperatur:  $20 \pm 1^{\circ} \text{C}$ . Varighet: 28 dager.  
pH: Start 7,6 Slutt: 8,1

Testperiode: 04.07 -01.08.1990

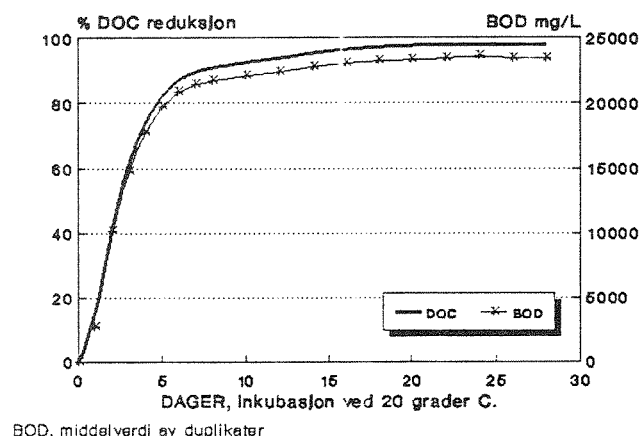
Testkonsentrasjon: 1:150 fortynning: 60.1 mg/L DOC

TOC-verdiene på MF-filtrerte prøver ved start (dag<sub>0</sub>) og etter 28 dogn bio-  
nedbrytning er ikke korrigert for DOC<sub>0</sub> og DOC<sub>28</sub> i blank-prøve (inoculum).

RESULTATER: BOD<sub>28</sub> = 23 400 mg/L DOC-reduksjon = 98 %

	Analyser, mg/L			% DOC-reduksjon
	BOD <sub>28</sub>	DOC <sub>0</sub>	DOC <sub>28</sub>	
Testprøve (1:150)	156	60,1	1,16	98 %

BOD-utvikling:



Kommentarer: Biooksidasjon utviklet seg meget raskt, og var hele 92 % av BOD<sub>28</sub> etter 7 dogn, for deretter å stagnere raskt.

Testansvarlig: H. Efraimsen

REFERANSE: 1. ISO/DIS 9408 Water Quality- Evaluation in a aqueous medium of the "ultimate" biodegradability of organic compounds- Method by determining the oxygen demand in closed respirometer. 2. TOC og DOC (filtrert, mf 0,45 µm) er analysert på ASTRO mod. 2001 TOC/TC analysator. Oppslutningsmetoden er en UV katalysert kjemisk oksidasjon med peroxodisulfat.

## APPENDIX 6

### Metoder

## **Metodebeskrivelser**

### **TOC (Totalt organisk karbon)**

Totalt organisk karbon er analysert på ASTRO mod. 2001 TOC/TC analysator. Oppslutningsmetoden er en UV-katalysert oksidasjon med peroxodisulfat.

### **DOC (Løst organisk karbon)**

Analysert som TOC etter filtrering gjennom 0.45 mm membranfilter.

### **Øvrige metoder**

For øvrige metoder vises til refererte standarder og/eller respektive bilag.

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, Korsvoll  
0808 Oslo 8