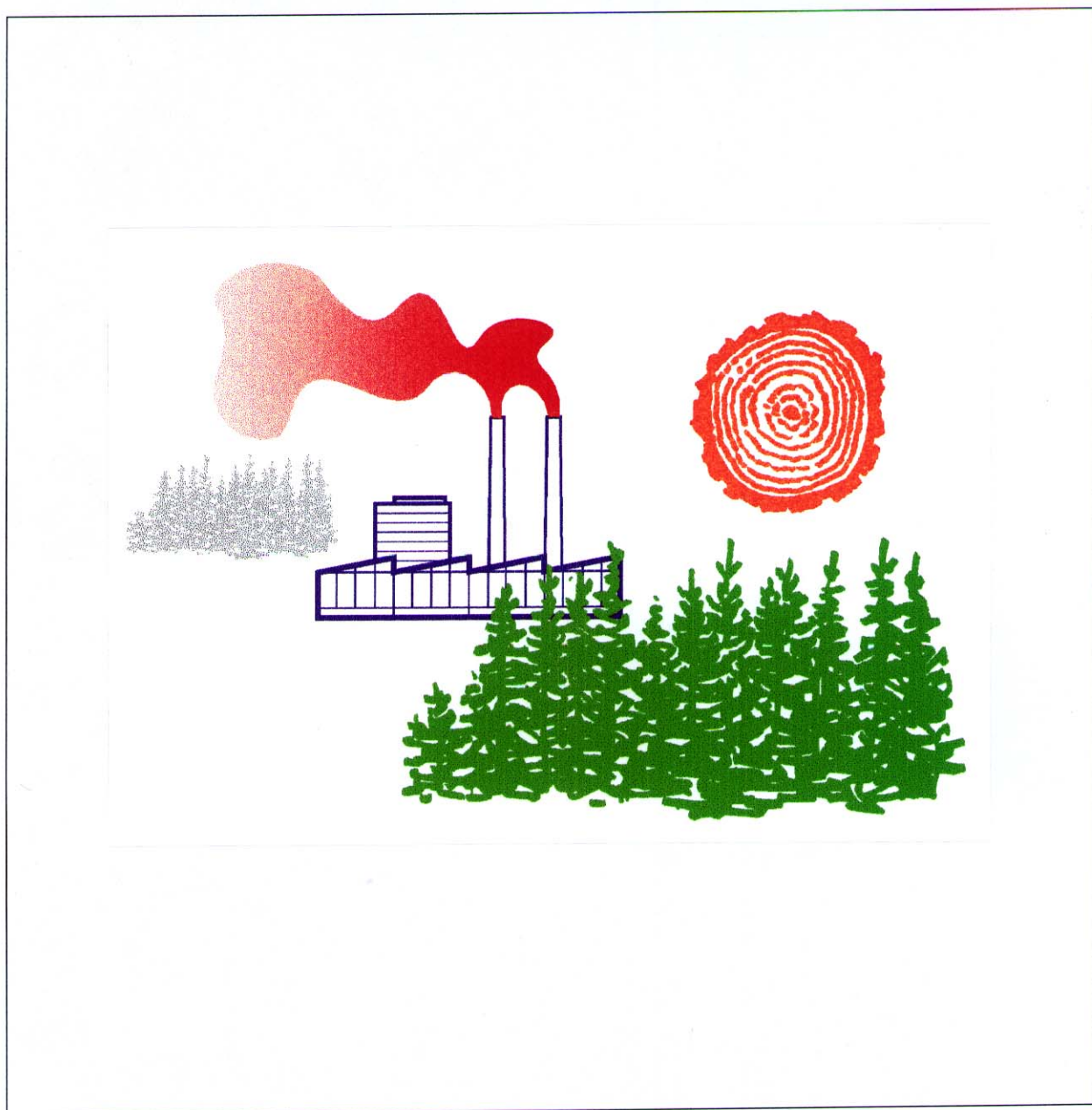


RAPPORT LNR 3460-96

Økotoxikologisk  
karakterisering av  
avløpsvann fra  
Norske Skog Saugbrugs  
Fabrikker i Halden.



## Norsk institutt for vannforskning

# RAPPORT

### Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

### Sørlandsavdelingen

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 04 30 33  
Telefax (47) 37 04 45 13

### Østlandsavdelingen

Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

### Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgt 55  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 32 56 40  
Telefax (47) 55 32 88 33

### Akvaplan-NIVA A/S

Søndre Tollbugate 3  
9000 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

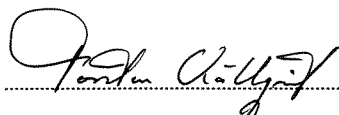
Tittel Økotoksikologisk karakterisering av avløpsvann fra Norske Skog Saugbrugs Fabrikker, Halden	Løpenr. (for bestilling) 3460-96	Dato 1996.04.11	
	Prosjektnr. Undernr. O-95208	Sider 32	Pris 75
Forfatter(e)  Torsten Källqvist	Fagområde Økotoksikologi	Distribusjon	
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA	

Oppdragsgiver(e) Norske Skog	Oppdragsreferanse 2122/95
---------------------------------	------------------------------

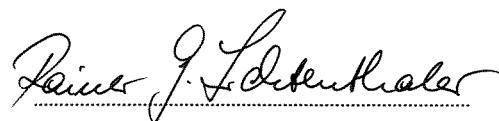
### Sammendrag

Avløpsvannet etter rensing fra Saugbrugs fabrikk i Halden er blitt karakterisert ved kjemiske analyser og øko-toksikologiske tester av toksisitet, nedbrytbarhet og bioakkumuleringspotensiale. Avløpsvannet inneholdt ca. 70 mg organisk karbon/L. Nedbrytbarheten av det organiske materialet var ca. 20% i løpet av en 28 døgns test. Toksitetstestene med bakterier, alger, krepsdyr og fisk viser at avløpsvannets akutte gifteffekter er ubetydelige. Sammenlignet med den tidligere sulfittcellulosefabrikken ved Saugbrugsforeningen er dagens utslipp av organisk stoff og toksiske forbindelser betydelig redusert.

Fire norske emneord 1. Avløpsvann 2. Treforedling 3. Toksitet 4. Nedbrytbarhet	Fire engelske emneord 1. Waste water 2. Pulp and paper industry 3. Toxicity 4. Biodegradation
--	---

  
.....  
Prosjektleder

ISBN 82-577-2997-3

  
.....  
Forskningsjef

**Økotoksikologisk karakterisering av avløpsvann fra  
Norske Skog Saugbrugs Fabrikker i Halden**

## Forord

Norske Skog henvendte seg i 1995 til NIVA og PFI for å få utført en økotoxikologisk karakterisering av avløpsvann fra Saugbrugs fabrikker i Halden. Et forslag til program for undersøkelsen ble utarbeidet og senere revidert (15.6.95) etter ønske fra SFT.

Prøver av avløpsvannet ble tatt av Norske Skog i uke 36-37 1995 og sendt til NIVA. Karakteriseringen ble avsluttet i mars 1996.

Oslo, 11 april 1996

Torsten Källqvist

---

# Innhold

<b>1. PROGRAM FOR KARAKTERISERINGEN</b>	<b>7</b>
1.1 Prøvetaking	7
1.2 Kjemisk karakterisering	7
1.3 Toksisitetstester	7
1.4 Nedbrytbarhetstester	8
1.5 Bioakkumulerbarhet	8
<b>2. RESULTAT</b>	<b>9</b>
2.1 Døgnprøver	9
2.2 Ukeprøve	9
2.2.1 Kjemisk karakterisering	9
2.2.2 Nedbrytbarhet	9
2.2.3 Toksisitet	10
2.2.4 Bioakkumulering	11
<b>3. DISKUSJON</b>	<b>12</b>
<b>4. REFERANSER</b>	<b>14</b>
<b>Vedlegg A</b>	<b>15</b>

---

## Sammendrag

Avløpsvann fra Norske Skog Saugbrugs Fabrikker i Halden ble innsamlet i perioden 4.-12. september 1995 for økotoksikologisk karakterisering. Prøvene ble tatt etter renseanlegg. Undersøkelsen omfattet kjemisk karakterisering, toksisitet og nedbrytbarhet. Ukeblandprøven av avløpsvann inneholdt 39 mg/L suspendert tørrstoff og 80 mg/L totalt organisk karbon. Nedbrytbarheten av løst organisk karbon i en 28 døgns nedbrytbarhetstest var ca. 20%. Analyser av harpikssyrer og steroler viste at disse ble brutt ned i høyere grad enn samleparameteren løst organisk karbon.

Andelen organisk stoff med potensiale for bioakkumulering var 1.34 mg/L. Denne fraksjonen var etter 28 døgns nedbrytning redusert til 0.5 mg/L.

Det ble ikke påvist toksiske effekter av avløpsvannet på de undersøkte marine organismer i konsentrasjoner opp til ca. 50% (piggvar og krepsdyret *Acartia tonsa*) eller 100% (algen *Skeletonema costatum* og bakterien *Photobacterium fisherii*).

Avløpsvannets toksisitet og utslippet av suspendert materiale, organisk stoff og fosfor fra Saugbrugs Fabrikker er meget sterkt redusert i forhold til den tidligere sulfittcellulose-fabrikken. Utslipet ventes ikke gi årsak til akutte eller kroniske toksiske effekter i resipienten.

## Summary

Waste water from a thermo-mechanical pulping industry, Norske Skog Saugbrug, in Halden, south-east Norway was sampled for ecotoxicological characterisation in September 1995. The characterisation included chemical analyses and tests for toxicity and biodegradability.

The wastewater contained 39 mg/L of suspended solids and 80 mg/L of total organic carbon. Approximately 20% of the dissolved organic carbon was removed in a 28 days aerobic biodegradation test. Specific analyses of organic components showed that resin acids and sterols were removed to a greater extent than the total dissolved organic carbon.

The organic fraction with a potential for bioaccumulation (octanol/water partitioning >1000) was 1.34 mg/L. This fraction was reduced to 0.5 mg/L during the 28 days biodegradation test.

No toxic effects of the wastewater was observed in the tested range which was up to approximately 50% concentration (turbot and *Acartia tonsa*) or 100% (Microtox bacteria and algae *Skeletonema costatum*).

The toxicity and discharge of suspended solids, organic material and phosphorus have been drastically reduced as compared to the previous sulphite pulp and paper industry which has now been replaced. The present discharge is not anticipated to cause acute or chronic toxic effects in the receiving water.

Title: Ecotoxicological characterisation of wastewater from Norske Skog Saugbrug, Halden  
Year: 1996  
Author: Torsten Källqvist  
Source: Norwegian Institute for Water Research,  
ISBN No.: ISBN 82-577-2997-3

# 1. PROGRAM FOR KARAKTERISERINGEN

## 1.1 Prøvetaking

Prøver av det rensede avløpsvannet som slippes til Tista ble tatt som døgnprøver 4-8 og 11-12 september (7 prøver). Døgnprøvene ble analysert av Norske Skog mht. pH og kjemisk oksygenforbruk (KOF). Prøvene ble frosset i 5-liters plastkanner og transportert til NIVA. Den videre karakteriseringen ble foretatt på en blandprøve (ukeprøve) av de 7 døgnprøvene.

## 1.2 Kjemisk karakterisering

Den kjemiske karakteriseringen av avløpsvannet (ukeprøve) omfattet:

- pH-verdi
- konduktivitet
- kjemisk oksygenforbruk
- totalt organisk karbon (TOC)
- suspendert materiale
- total nitrogen
- total fosfor
- ekstraktivstoffer (harpikssyrer, fettsyrer, ligniner og steroler)

## 1.3 Toksisitetstester

Toksisitetstest med bakterier ble utført med Microtox-testen. I denne måles hemming av lysutskillelse fra den marine bakterien *Photobacterium fisheri*. Avløpsvannet fortynnes i sjøvann og bakteriene tilsettes. Etter 5 og 15 min. eksponering måles lysproduksjonen med et spesielt fotometer. Resultatet av Microtox-testen uttrykkes som EC<sub>50</sub>-verdi, dvs. den konsentrasjon som har 50% hemmende effekt på bakterienes lysutskillelse

Toksisitetstesten med alger ble utført i henhold til ISO 10253 "Marine Alga growth inhibition test", med *Skeletonema costatum* som testorganisme. Avløpsvannet ble filtrert og tilsatt salter for å få samme saltholdighet i avløpsvannet som i sjøvann. En konsentrasjonsserie av avløpsvannet i sjøvann (60 m dyp i ytre Oslofjord) med tilsetning av næringssalter ble podet med aktivt voksende testalger fra en stamkultur, og inkubert med konstant belysning (ca. 80  $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) og ved temperaturen 20 C°.

Veksten i kulturene ble fulgt ved telling av algeceller etter 24, 48 og 72 timer. Fra vekstkurvene kan man se om veksten har vært hemmet i forhold til kontrollkulturene under noen del av eksponeringstiden. Algenes veksthastighet ble beregnet fra økningen i antall celler fra start til slutt (3 døgn). Veksthastighetene ved ulike konsentrasjoner av avløpsvannet blir tegnet opp i et konsentrasjon/responsdiagram. Fra dette kan EC<sub>50</sub>-verdien bestemmes dersom man oppnår mer enn 50% veksthemming.

Giftighetstesten med krepsdyr (*Acartia tonsa*) ble gjort i henhold til et ISO forslag: "Determination of acute lethal toxicity to marine copepods (Copepoda Crustacea)" Forsøksdyr som var fra 17 til 25 døgn gamle ble eksponert i en fortyningsserie av avløpsvannet. Salter ble tilsatt avløpsvannet for å oppnå samme saltholdighet i alle prøver. Etter 24 og 48 timers eksponering ble dyrene observert og antallet dyr som var døde ble registrert. Resultatene av testen uttrykkes som LC<sub>50</sub>-verdi, dvs. den konsentrasjon som dreper 50% av krepsdyrene i løpet av testen.

Giftighetstesten med fisk (piggvar) ble utført etter en metode foreslått av PARCOM: "Acute test with juvenile turbot *Scophthalmus maximus*", A draft procedure". Denne bygger på OECD Guideline 203 "Fish acute toxicity test". Fisken var levert av Tinfos Aqua A/S og



var ca. 13 uker gamle. Dødeligheten av fisken ble undersøkt over 4 døgn i ulike konsentrasjoner av avløpsvannet, fortynnet i sjøvann fra 60 m dyp i ytre Oslofjord (Solbergstrand). Forsøket ble utført i akvarier med 25 L volum og med 7 fisker for hver konsentrasjon. Avløpsvannets saltholdighet ble ikke justert. Fiskene ble overført til ny testløsning hvert døgn (semistatisk metode). Testen ble utført ved ca. 14 °C. Resultatene av fisketesten uttrykkes som LC<sub>50</sub>-verdi.

## 1.4 Nedbrytbarhetstester

Ved nedbrytbarhetstester undersøkes den mikrobielle nedbrytningen av organiske forbindelser. Testene utføres i aerobt miljø, d.v.s. med oksygen tilstede, og gir indikasjoner på om avløpsvannet inneholder stabile organiske forbindelser som ikke brytes ned i miljøet.

Nedbrytbarhetstesten ble utført med en respirometrisk metode (OECD 301 F), hvor oksygenforbruket ved nedbrytning blir registrert over en 28 døgns periode ved temperaturen 20 °C. I tillegg ble konsentrasjonen av løst organisk karbon (DOC) målt ved begynnelsen og slutten av testen.

Avløpsvannet ble fortynnet til 50% konsentrasjon for å få en konsentrasjon av organisk karbon som er egnet for metoden. Uorganiske næringssalter ble tilsatt og prøven inokulert med mikroorganismer fra et laboratorie-aktivt slamlegg. Prøvene ble inkubert i lukkede, mørke flasker som var tilkoblet manometre. Karbondioksyd, produsert ved nedbrytningen ble absorbert i lut i en beholder inne i flasken. Oksygenforbruket ble lest av fortløpende på manometrene.

Ved nedbrytbarhetstester av enkeltkjemikalier er det vanlig å bruke DOC-reduksjon større

enn 70% etter 28 døgn som kriterium for "lett nedbrytbar". For avløpsvann, som inneholder en blanding av stoffer er denne grenseverdi ikke uten videre anvendelig. Det kan også være behov for å undersøke hvilke stoffer (eller egenskaper) som er igjen etter nedbrytningen. Dette ble gjort ved å gjenta deler av karakteriseringen (kjemiske analyser, Microtox og bioakkumulerbarhet) etter nedbrytbarhetstesten.

Parallelt med respirometertesten ble det satt opp en nedbrytbarhetstest med større volum for karakterisering av avløpsvann etter nedbrytning. Forbehandling, inokulering og inkubering ble foretatt på samme måte som i respirometertesten, men konsentrasjonen av avløpsvann var 90%. Nedbrytningen av organisk analyse ble fulgt ved DOC-analyser.

## 1.5 Bioakkumulerbarhet

Kjemikaliers tendens til å oppkonsentreres eller akkumuleres i levende organismer kan undersøkes med s.k. bioakkumulerbarhetstester, hvor f. eks. fisk eksponeres til lave konsentrasjoner over lang tid og konsentrasjonsøkningen av kjemikaliet i fiskekjøttet undersøkes ved analyser. P.g.a. at bioakkumulerbarheten av organiske stoffer mest beror på stoffets fettløselighet (lipofilitet) har man imidlertid utviklet screening-metoder for undersøkelse av potensiell bioakkumulerbarhet, som er basert på måling av fasefordelingen mellom oktanol og vann P<sub>OW</sub>. Til dette brukes kromatografiske metoder (tynnsjikt-kromatografi eller HPLC).

Screeningmetodene for potensiell bioakkumulerbarhet kan også brukes for karakterisering av avløpsvann, ved at mengden organisk stoff i ulike P<sub>OW</sub>-intervaller blir bestemt. Som potensielt bioakkumulerbart regnes stoffer med P<sub>OW</sub> >1000.

## 2. RESULTAT

Testrapporter for tester av nedbrytbarhet, toksisitet og bioakkumuleringspotensiale fins i Vedlegg A. En sammenstilling av resultatene er gjort nedenfor.

### 2.1 Døgnprøver

Resultatene av analysene av døgnprøver er vist i Tabell 1.

Analysene tyder på at avløpsvannets kvalitet er ganske stabil. KOF-verdiene som varierer mellom 162 og 252 gir et inntrykk av variasjonene i innhold av organisk stoff i avløpsvannet.

### 2.2 Ukeprøve

#### 2.2.1 Kjemisk karakterisering

Resultatet av den kjemiske karakteriseringen av avløpsvannet før og etter 28 døgns nedbrytbarhetstest er vist i Tabell 2. Innholdet av organisk

stoff, salter og næringssalter er relativt lavt. Et lavt forhold mellom BOD og COD tyder på at mesteparten av de organiske komponentene ikke er lett nedbrytbare.

Konsentrasjonene av harpikssyrer og fettsyrer er normale for et godt virkende biologisk rensetrinn på avløpsvann fra termomekanisk masseproduksjon. Før biologisk rensing er konsentrasjonene av harpikssyrer normalt 10-50 mg/L. I følge opplysninger fra PFI er resultatene også i tråd med tidligere analyser fra Saugbrugs som tyder på at den undersøkte prøven er representativ. Sammenligning av analysene før og etter nedbrytbarhetstest viser at 55-65% av harpikssyrene, ca. 20% av fettsyrene og ca. 70% av sterolene ble fjernet ved nedbrytning (28 døgn).

#### 2.2.2 Nedbrytbarhet

Nedbrytbarhetstesten viste et raskt oksygenforbruk de første dagene, men deretter øket oksygenforbruket meget langsomt gjennom hele testperioden (28 døgn). Det totale oksygenforbruket

Tabell 1. Analyser av døgnprøver av avløpsvann

Dato	pH	KOF (mg O/L)
04.09.95	7.5	252
05.09.95	7.5	226
06.09.96	7.5	240
07.09.95	7.6	231
08.09.95	7.9	177
11.09.95	7.9	189
12.09.95	7.7	162
<b>Mv</b>	<b>7.7</b>	<b>211</b>

(korrigert for fortykning) var 40 mg/L. Dette er 18% av COD analysert i samme delprøve. Reduksjonen i DOC var fra 71 til 56 mg/L, dvs. 20%.

I nedbrytbarhetstesten som ble utført i 90% konsentrasjon for karakterisering av avløpsvann etter nedbrytning var DOC-konsentrasjonen etter nedbrytning 51 mg/L og reduksjonen således 22%. Resultatene viser at mesteparten av de organiske forbindelsene er tungt nedbrytbare. Dette er normalt etter et biologisk rensetrinn hvor de lett nedbrytbare komponentene blir fjernet.

### 2.2.3 Toksisitet

Resultatene av toksisitetstestene er sammenfattet i Tabell 3

Resultatene av toksisitetstestene viser at avløpsvannet har meget lav akutt gifteffekt på de testede organismene. Det ble ikke påvist signifikant vektsthemming av algen *Skeletonema costatum* selv i uforynnet avløpsvann. Ingen dødelighet av piggvar ble registrert ved den høyeste testkonsentrasjonen (50%). I testen med *Acartia tonsa* overlevde 14 av 15 dyr ved 56 % konsentrasjon, dvs. ingen signifikant dødelighet. EC<sub>50</sub> og LC<sub>50</sub>-verdier kan ikke beregnes fra testene pga. at det ikke er oppnådd 50% effekt ved de høyeste konsentrasjoner som er testet.

Tabell 2. Kjemiske analyser av ukeblandprøve av avløpsvann

analysevariabel	enhet	før nedbrytn.	etter nedbrytn.
pH		8.1	-
Konduktivitet	mS/m	91	-
Suspendert tørrstoff	mg/L	39	-
BOD <sub>7</sub>	mg O/L	6.2	-
Kjemisk oksygenforbruk (COD)	mg O/L	217	-
Totalt organisk karbon (TOC)	mg/L	80	-
Løst organisk karbon (DOC)	mg/L	71	56
Totalt nitrogen (Tot. N)	mg/L	2.9	
Totalt fosfor (Tot. P)	µg/L	140	
Pimaric acid	mg/L	0.027	0.012
Sandaracopimaric acid	mg/L	0.025	0.010
Isopimaric acid	mg/L	0.029	0.011
Palustric acid	mg/L	nd	nd
Levopimaric acid	mg/L	0.036	0.017
Dehydroabietic acid	mg/L	0.032	0.011
Abietic acid	mg/L	0.032	0.011
Neoabietic acid	mg/L	nd	nd
SUM harpikssyrer	mg/L	0.181	0.072
Linoleic acid	mg/L	0.188	0.149
Oleic acid	mg/L	0.116	0.090
SUM fettsyrer	mg/L	0.304	0.239
β-sitosterol	mg/L	0.073	0.021
SUM Steroler	mg/L	0.073	0.021

## 2.2.4 Bioakkumulering

Mengden organiske forbindelser med potensiale for bioakkumulering var i følge den tynnsjikt-skromatografiske separasjonen av fettløselige

komponenter ( $\log P_{ow} > 3$ ) 1.34 mg/L i avløpsvannet før nedbrytning. Etter nedbrytning var konsentrasjonen redusert til 0.50 mg/L. Nedbrytningsgraden av de potensielt bioakkumulerbare komponentene var altså 63%. Dette er høyere enn for organisk stoff totalt og tyder på at de potensielt bioakkumulerbare stoffene til største delen er lett nedbrytbare.

**Tabell 3.** Resultater av toksisitetstester av ukeblandprøve av avløpsvann

Organisme	Responsparameter		Før nedbr.	Etter nedbr.
Microtox	lysutskillelse	EC <sub>50</sub>	>100 %	>100 %
Skeletonema costatum	veksthastighet	EC <sub>50</sub>	>100 %	-
Acartia tonsa	dødelighet	LC <sub>50</sub>	> 56 %	-
Piggvar	dødelighet	LC <sub>50</sub>	> 50 %	-

### 3. DISKUSJON

Karakteriseringen viser at avløpsvannet fra Norske Skog, Saugbrugs inneholder en del organiske restprodukter, som også gir vannet en brunlig farge. Disse stoffene er tildels ganske stabile som resultatet av nedbrytbarhetstesten viser. Det er naturlig at nedbrytbarheten er lav siden avløpsvannet gjennomgår biologisk rensing som omfatter både anaerob og aerob nedbrytning før det slippes ut i Tista. Utslippets oksygenforbruk i resipienten er derfor mindre enn innholdet av TOC og det kjemiske oksygenforbruket kan tyde på.

Sammenlignet med situasjonen da den tidligere sulfittcellulosefabrikken var i drift er forurensningsbelastningen blitt vesentlig redusert. I Tabell 4 er beregnet forurensningsbelastning i 1986 (Knutzen 1986) og 1996 sammenlignet. Tallene for 1996 er

forskjeller i følsomhet hos ulike organismer. For å beregne null-effekt konsentrasjonen for kroniske effekter ( $PNEC_{kronisk}$ ) må man i tillegg ta hensyn til at kroniske effekter vanligvis opptrer ved lavere konsentrasjoner enn akutte effekter. Miljøstyrelsen har foreslått usikkerhetsfaktoren til 20. Disse usikkerhetsfaktorene er lavere enn man normalt bruker ved miljøfarlighetsvurderinger av kjemikalier (OECD 1992). Dette kan begrunnes med at variasjonen i følsomhet er lavere for komplekse blandinger enn for enkeltkjemikalier (Miljøstyrelsen 1994).

Som utgangspunkt for beregningen av null-effekt konsentrasjoner for avløpsvann fra Saugbrugs brukes laveste  $EC/LC_{50}$  som er >50% (piggvar). Med de usikkerhetsfaktorer som er

**Tabell 4.** Forurensningsbelastning fra Saugbrugsforeningen i 1986 sammenlignet med utslipp fra dagens TMP-fabrikk (tonn/år).

År	Susp. materiale	COD	Tot. P	Tot. N
1986	ca. 5000	ca. 40000	ca. 20	ca. 65
1996	ca. 450	ca. 2500	ca. 1.6	ca. 34

beregnet på grunnlag av den undersøkte prøven og angitt vannføring i utslippet ( $32000 \text{ m}^3/\text{d}$ ).

Avløpsvannets toksisitet var meget lav idet det ikke ble påvist signifikante gifteffekter på noen organismer ved konsentrasjoner opp til ca. 50%, eller for algene til 100%. På dette grunnlaget må faren for akutte gifteffekter i resipienten betegnes som liten. Miljøstyrelsen i Danmark har foreslått retningslinjer for beregning av "null-efekt konsentrasjon" ( $PNEC = \text{predicted no effect concentration}$ ) på grunnlag av toksisitetstestdata. (Pedersen et al. 1994). Når man har data fra tester med alger, krepsdyr og fisk er usikkerhetsfaktoren for  $PNEC_{akutt}$  satt til 10.  $PNEC_{akutt}$  beregnes ved å dividere den laveste  $EC/LC_{50}$ -vedien med usikkerhetsfaktoren. Usikkerhetsfaktoren tar hensyn til

nevnt ovenfor kan følgende null-effekt konsentrasjoner beregnes:

$$PNEC_{akutt} = \frac{> 50}{10} = > 5.0 \%$$

$$PNEC_{kronisk} = \frac{> 50}{20} = > 2.5 \%$$

Fortynningsbehovet for å komme under  $PNEC_{kronisk}$  er således  $< 40 \text{ ggr}$  eller  $< 0.37 \text{ m}^3/\text{s}$ . I Tista er midelvannføringen  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  men i ekstreme situasjoner kan den være så lav som  $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$  (Knutzen 1986). Selv ved så lav vannføring er fortynningskapasiteten altså tilstrekkelig for å unngå kronisk

toksiske konsentrasjoner av avløpsvann i resipienten.

Avløpsvannets totale gifteffekt kan også uttrykkes som "Toxicity emission factor" eller TEF. TEF-verdien beregnes ved å multiplisere avløpsvannets toksisitet med utslippsmengden (Q). Dette krever at EC/LC<sub>50</sub>-verdiene omregnes til en enhet (TU) som gir økende verdi med økende giftighet. TU beregnes som:

$$TU = \frac{100}{EC / LC_{50}} \quad \text{med EC/LC}_{50} \text{ angitt som } \% \text{ konsentrasjon}$$

TEF verdien beregnes som:

$$TEF = TU * Q \quad \text{med Q angitt f.eks. som } m^3/\text{time}$$

Vannføringen i utslippet til Tista er 32000 m<sup>3</sup>/døgn eller 1333 m<sup>3</sup>/time. Siden det ikke kunne fastlegges EC/LC<sub>50</sub>-verdier kan TEF-verdien beregnet fra resultatet av fisketesten bare angis som < 2666.

Sammenlignet med den nå nedlagte sulfittcellulosefabrikkens utslipp er utslippene av toksiske komponenter fra Saugbrugs betydelig redusert. En undersøkelse i 1987 viste EC<sub>50</sub>-verdier ned til 2.4 % (*Skeletonema costatum*). (Källqvist et al. 1989). Utslippet var da 4100 m<sup>3</sup>/time, som gir en TEF-verdi på 171000 som altså er mer enn 65 ganger høyere enn dagens situasjon.

## 4. REFERANSER

Knutzen, J. 1986: Utredning om Iddefjordens tilstand og aktuelle tiltak ved Saugbrugsforeningen. NIVA rapport nr. 1924, 88 pp.

Källqvist, T., C.E. Carlberg and A. Kringstad (1989): Ecotoxicological characterization of industrial wastewater - Sulphite pulp mill with bleaching. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 18: pp. 321-336.

Pedersen, F., A. Damborg og P. Kristensen (1994): Industrispildevands miljøfarlighed. Miljøstyrelsen, Miljøprojekt nr. 260, 74 pp.

OECD 1992: Report of the OECD workshop on the extrapolation of laboratory aquatic toxicity data to the real environment. OECD Environment Monographs no. 59, OECD, Paris.

# **Vedlegg A.**

## Testrapporter



# TEST RAPPORT

## Toksisitet marine alger

### *Skeletonema costatum*



Norsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo  
Tel: 22 18 51 00  
Fax: 22 18 52 00

Teststoff: Utslipp, blandprøve, 4-12.9.95  
Oppdragsgiver: Norske Skog Saugbrugs

Lab. kode: B205/8  
Mottatt: 13:09:95

#### Testbetingelser

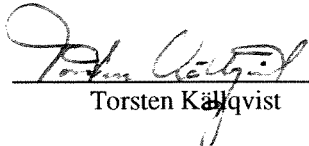
Organisme: *Skeletonema costatum* NIVA BAC1  
 Testparameter: Veksthastighet fra start til 72 timer  
 Stamkultur: Semi-kontinuerlig i nat. sjøvann +10% Z8 vekstmedium (Staub 1961)  
 Lagring av prøve: Frosset ca. - 20 °C  
 Start dato: 20.09.95  
 Konsentrasjoner: 32, 56, 100%  
 Test medium: ISO 10253 med Fe redusert til 33 mg/L, Zn: 15 mg/L, Na<sub>2</sub>EDTA: 200 mg/L  
 Forbehandling av prøve: Avløpsvannet ble tint, filtrert og tilsatt sjøvanns-salter  
 Inkuberingsutstyr: Gyngebord  
 Dyrkingsflasker: 100 ml ståkolber med 50 ml medium  
 Lys: Ca. 75 mE m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>, kontinuerlig fra dagslys-type lysstoffrør  
 Temperatur: 20.3 - 20.6°C  
 pH i kontroll Start : 8.3 Slutt: 8.7  
 pH i høyeste konsentrasjon Start : 7.9 Slutt: 8.8  
 Vekstmåling: Coulter Multisizer  
 Beregning av EC<sub>50</sub> \* Probit-transformering og lineær regresjon av probit-verdier mot log konsentrasjon  
 Beregning av NOEC \* t-test (p<0.01)

**Resultater** Celletetthet på hvert målepunkt, det beregnede areal under vekstkurve og veksthastighet i hver kolbe er vist på vedlagt skjema. Middelerverdi for kontroller og ved ulike konsentrasjoner av teststoff er listet lengst ned på skjemaet. Vekstkurver for hver konsentrasjon av teststoffet er vist i figur 1.

Parameter	Enhet	EC <sub>50</sub>	95% konf. int.	EC <sub>10</sub>	95% konf. int.	NOEC
Veksthastighet	%	> 100		> 100		100

Testet av: Randi Romstad

Testansvarlig:

  
Torsten Källqvist

\* EC<sub>50</sub> = Den konsentrasjon som gir 50% reduksjon av testparameteren i forhold til kontrollkulturer

\* NOEC = Høyeste testede konsentrasjon uten signifikant effekt

Denne testrapport får kun kopieres i sin helhet og uten endringer  
 Resultatene gjelder bare for den testede prøven

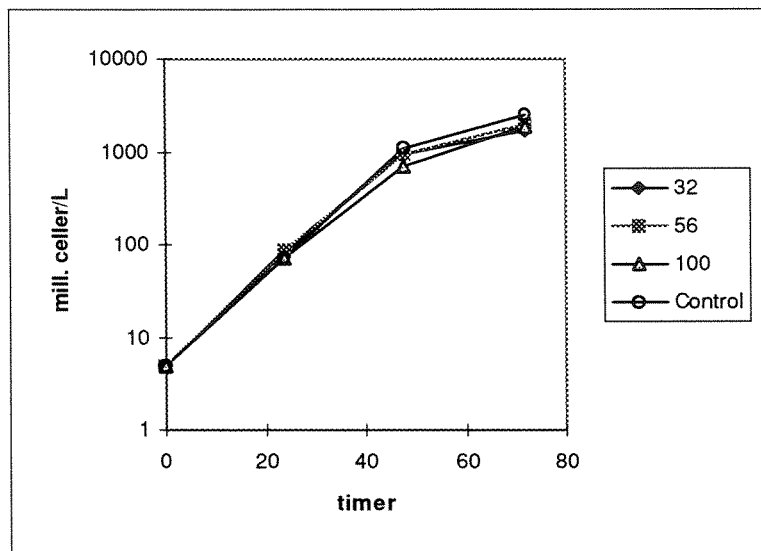


Fig. 1. Vekstkurver for *Skeletonema costatum* i ulike konsentrasjoner av blandprøve, avløpsvann

#### Referanser:

ISO/DIS 10253 : Water quality - Marine algal growth inhibition test

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

TEST: K6  
 COMPOUND: blandprøve  
 TEST ALGA: *Skeletonema costatum*  
 INOCULUM: 4.9 mill. cells/l

Date: 20.09.95  
 Lab. code: B205/8  
 Medium: ISO

	Hours:	Day 1	Day 2	Day 3	Area	Area %	G. rate	G. rate %
Conc.	%	24 mill/l	47.5 mill/l	72 mill./l				
32	"	99	995	1641	46040	80	1.94	93
32	"	92	1138	1702	50053	87	1.95	94
32	"	59	635	1652	36584	63	1.94	93
56	"	87	884	1889	46129	80	1.98	96
56	"	82	860	1818	44564	77	1.97	95
56	"	87	1029	2064	51752	90	2.01	97
100	"	69	643	1771	38472	67	1.96	95
100	"	60	683	1905	40859	71	1.99	96
100	"	84	710	1894	41943	73	1.99	96
"	"							
"	"							
"	"							
"	"							
"	"							
"	"							
"	"							
"	"							
Control		83	1228	2782	65229	113	2.11	102
		88	1305	2927	68972	120	2.13	103
		76	1169	2695	62581	109	2.10	101
		76	1214	2569	62117	108	2.09	101
		27	166	1581	23699	41	1.93	93
		84	1225	2632	63343	110	2.10	101

MEAN VALUES

		%						
32.00	Mv.	83.33	922.67	1665.00	44225.42	76.70	1.94	93.58
	St. d.	17.44	211.62	26.55	5646.04	9.79	0.01	0.25
56.00	Mv.	85.33	924.33	1923.67	47481.58	82.35	1.99	95.88
	St. d.	2.36	74.66	103.38	3086.62	5.35	0.02	0.85
100.00	Mv.	71.00	678.67	1856.67	40424.42	70.11	1.98	95.32
	St. d.	9.90	27.52	60.74	1450.00	2.51	0.01	0.53
	Mv.	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
	St. d.	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
	Mv.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	St. d.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mv.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	St. d.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mv.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	St. d.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Control	Mv.	72.33	1051.17	2531.00	57656.67	100.00	2.08	100.00
	St. d.	20.73	397.88	439.86	15356.88	26.64	0.07	3.31
	Coefficient of variation in controls (%):					26.64	3.31	

# TEST REPORT

**TITLE:**  
**Determination of acute lethal toxicity (48h LC<sub>50</sub>) of B205-8 to *Acartia tonsa* Dana**

**TEST PROTOCOL:**  
**ISO/TC 147/SC5/WG2 (1990)**

**CLIENT:**  
 NIVA  
 Brekkeveien 19  
 0411 Oslo  
  
 Attn: T. Källqvist



**CLIENT REF/ORDER No:**

**CLASSIFICATION:**  
**CONFIDENTIAL**

**TEST SUBSTANCE:**  
**B205-8**

**TEST REF No:**  
**60279.niv\003\acartia**

**STUDY DIRECTOR:**  
  
 Unni M. F. Torp

**TEST STARTED:**  
**22/2-96**

**TEST FINISHED:**  
**24/2-96**

**REPORT DATE:**  
**18/3-96**

**NO. OF PAGES:**  
**8**

**SUMMARY OF TEST RESULTS:**

An acute lethality test was performed with *Acartia tonsa* Dana using B205-8 at nominal concentrations of 5.6 - 56% of the water effluent sample. The following results were obtained:

48 h LC <sub>50</sub> :	> 56	%	(95% ci -)
24 h LC <sub>50</sub> :	> 56	%	(95% ci -)
48 h LC <sub>90</sub> :	> 56	%	(95% ci -)
48 h LC <sub>100</sub> :	> 56	%	
48 h NOEC:	26	%	

**COMMENTS:** The 48 h NOEC refers to the highest test concentration in which no mortality was observed and 48 h LC<sub>100</sub> refers to the lowest test concentration which gives 100% mortality. These are not statistically determined values.

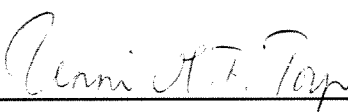

**THE TEST RESULTS RELATE ONLY TO THE TEST SUBSTANCE AS SUPPLIED**

This report contains information essential for the proper interpretation of the test results summarized above

The test results presented in this report were obtained from tests performed on a sample of the test substance sent to the test laboratory of TERRA Miljølaboratorium A/S, formulated according to the specifications supplied by the manufacturer or supplier at the time of testing. The test results cannot be assumed to be valid for samples resulting from subsequent modifications to the original specifications as supplied.

**TERRA Miljølaboratorium A/S ACCEPTS NO RESPONSIBILITY FOR ANY USE WHICH IS MADE OF THE TEST RESULTS**

TEST SUBSTANCE		
COMMERCIAL NAME:	B205-8	
MANUFACTURER/SUPPLIER:		
PHYSICAL DATA AND DESCRIPTION		
	DATA PROVIDED BY CLIENT (MSDS)	DETERMINED BY TEST LABORATORY
DENSITY at 20 °C	- g.cm <sup>-3</sup>	- g.cm <sup>-3</sup>
SOLUBILITY		Soluble in water
GENERAL COMMENTS		
Appearance:	Yellow fluid with particulate matter	
Storage:	Frozen	
Stability:	Stable under normal conditions	

QUALITY ASSURANCE STATEMENT	
<p>THIS STUDY HAS BEEN PERFORMED IN THE LABORATORIES OF TERRA Miljølaboratorium A/S (TM) IN ACCORDANCE WITH THE PRINCIPLES OF GOOD LABORATORY PRACTICE (OECD-GLP). THIS REPORT FULLY AND ACCURATELY REFLECTS THE RAW DATA GENERATED IN THE STUDY.</p> <p>A copy of this report, the study plan, raw data and other supporting documents will be stored in the archives at the offices of TERRA Miljølaboratorium A/S, Bergen High Technology Center, Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen, Norway for a period of at least 10 years. The sample of the test substance on which this report is based, and copies of documents describing the specifications of the test substance, will be held in safe storage for a similar period.</p>	
UNNI M. F. TORP, Study Director	 Date: 20/3 96
THE FOLLOWING QUALITY ASSURANCE CHECKS WERE MADE AS PART OF THE QA AUDIT:	
<u>Study Phase</u>	<u>Date</u>
Date of most recent audit of test system	<u>7.3.96</u>
Approval of Final Report	<u>20.3.96</u>
Archiving of Documentation	<u>20.3.96</u>
<p>Test facilities, test systems, calibration of equipment, and other aspects of this study covered by quality assurance are subject to random QA inspections and audits with a minimum frequency as specified in TM's Quality Assurance Manual</p>	
PHIL McWILLIAMS, QA Officer	 Date: 20.3.96

## TEST DESCRIPTION AND CONDITIONS

### Test Protocol: UK Proposal to ISO TC 147/SC5/WG2 (1990)

**WATER QUALITY - Determination of acute lethal toxicity to marine copepods (*Copepoda*, *Crustacea*), modified.**

#### Test principle

Determination of the concentration of the test substance which, in 48 hours, kills 50% of exposed *Acartia tonsa* under the conditions defined in the International Standard. This concentration, known as the median lethal concentration, is designated 48 h LC<sub>50</sub>. The acute lethal toxicity of the test substance is determined by exposing the marine copepod *Acartia tonsa* Dana to a range of concentrations of the test substance. The number of dead animals is registered after 24 and 48 hours, and the concentrations of test substance which give 50%, 90% and 100% mortality of the test animals (i.e. 24 h and 48 h LC<sub>50</sub>, 48 h LC<sub>90</sub> and lowest concentration which gives 100% mortality within 48 h) are reported. The highest concentration of test substance which gives no mortality (48 h NOEC) is also recorded.

<b>Definitions:</b>	<b>Control:</b>	sea water and <i>Acartia tonsa</i> without the test substance
	<b>Control 56%:</b>	Natural sea water with 56% artificial seawater added
	<b>48 h LC<sub>50</sub>:</b>	the concentration of test substance which, in 48 h, kills 50% of exposed <i>Acartia tonsa</i> under the test conditions
	<b>24 h LC<sub>50</sub>:</b>	the concentration of test substance which, in 24 h, kills 50% of exposed <i>Acartia tonsa</i> under the test conditions
	<b>48 h LC<sub>90</sub>:</b>	the concentration of test substance which, in 48 h, kills 90% of exposed <i>Acartia tonsa</i> under the test conditions
	<b>48 h LC<sub>100</sub>:</b>	the lowest concentration of test substance which, in 48 h, kills 100% of exposed <i>Acartia tonsa</i> under the test conditions
	<b>NOEC:</b>	No Observed Effect Concentration. The highest concentration of test substance at which there is no observed mortality

#### Test organism and culture conditions

*Acartia tonsa* (Dana), originally from laboratory cultures at the Laboratory of Marine Biology, 3000 Helsingør, Denmark, are cultured at TERRA Miljølaboratorium AS. Eggs are hatched and stock cultures of *Acartia tonsa* are maintained in aerated seawater in 10 litre round, glass flasks at the test temperature of 20 ± 2 °C. Illumination is provided by cool, white fluorescent lights on a 12 h light, 12 h dark cycle. Culture are fed on cultured algal cells (*Rhodomonas baltica*).

#### Choice of test concentrations

Test concentrations were chosen on request from the customer. Test concentrations are normally chosen in order to give 3 or 4 partial responses between 10% and 90%.

#### Reference standard test

The sensitivity of the test animals is checked at regular intervals by exposure to a single concentration of 3,5-dichlorophenol (1.0 mg.l<sup>-1</sup>) as a standard reference toxicant (PARCOM). The results of the most recent reference test is given in Table 3.

#### Preparation of test solutions

A sample of 100 ml B205-8 was salted ( according to recipe from customer) in order to obtain a salinity of approx. 34%. This sample was used as a stock solution and was diluted to 5.6, 12, 26 and 56% with natural seawater in order to make test solutions.

## RESULTS

TABLE 1: Results of the definitive toxicity test of B212 on *Acartia tonsa*

TEST SUBSTANCE: B205-8			
Test dates: Start 22/2-96		End 24/2-96	
Concentration (% B205-8)	No. of test animals per concentration	No. of dead test animals	
		24 hours	48 hours
Controls	15	0	0
Control (56%)	15	0	0
5.6	15	0	1
12	15	0	1
26	15	0	0
56	15	0	1

TABLE 2: Calculated effect concentrations of B205-8 on survival of *Acartia tonsa*

Lethal concentration	(%)	95% confidence intervals
24 h LC <sub>50</sub>	> 56	-
48 h LC <sub>50</sub>	> 56	-
48 h LC <sub>90</sub>	> 56	-
48 h LC <sub>100</sub>	56	-
NOEC	26	-

*No Statistical method used*

**Test validity criteria**

The test fulfilled the validity criteria set out in test protocol ISO TC147/SC5/WG2 and is therefore judged to be valid:

- \* Dissolved [O<sub>2</sub>] at the end of the test was >4 mg/l
- \* The percentage mortality in controls was <10%
- \* The mortality after 48 h with a standard reference toxicant (1.0 mg.l<sup>-1</sup> 3,5,-dichlorophenol) should be in the range 20 - 80%.

**Table 3: Mortality with most recent standard reference toxicant**

Standard reference toxicant	Date	% mortality
3,5,-dichlorophenol (1.0 mg.l <sup>-1</sup> )	3/1-96	75



**Appendix 1: Summary of test conditions**

<b>Test substance:</b>	B205-8												
<b>Test organism:</b>	<i>Acartia tonsa</i> Dana (Copepoda, 14 days) Stock source: Laboratory of Marine Biology, 3000 Helsingør, Denmark												
<b>Test dates:</b>	Start: 21/2-96                      End: 23/2-96												
<b>Test duration:</b>	48 hours												
<b>Test system:</b>													
<u>Controls:</u>	50 ml plastic beakers with 25 ml sterile, filtered sea water and 5 animals added per beaker, 3 replicats 50 ml plastic beakers with 56% artificial seawater (made by recepie from client) diluted with sterile, filtered natural seawater. 5 animals added per beaker, 3 replicats												
<u>Test solutions:</u>	3 replicates of each test concentration. 50 ml plastic beakers containing 25 ml test solution at the following concentrations: 5.6, 12, 26 and 56 % B205-8 and 5 test animals per beaker.												
<b>Test medium:</b>	Natural SW (34 ‰), filtered (0.2 mm)												
	Artificial SW: <table border="0"><thead><tr><th><u>Salt</u></th><th><u>Concentration (g/L)</u></th></tr></thead><tbody><tr><td>NaCl</td><td>23.5</td></tr><tr><td>Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></td><td>4.0</td></tr><tr><td>KCl</td><td>0.68</td></tr><tr><td>MgCl<sub>2</sub>*6H<sub>2</sub>O</td><td>10.8</td></tr><tr><td>CaCl<sub>2</sub>*2H<sub>2</sub>O</td><td>1.47</td></tr></tbody></table>	<u>Salt</u>	<u>Concentration (g/L)</u>	NaCl	23.5	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4.0	KCl	0.68	MgCl <sub>2</sub> *6H <sub>2</sub> O	10.8	CaCl <sub>2</sub> *2H <sub>2</sub> O	1.47
<u>Salt</u>	<u>Concentration (g/L)</u>												
NaCl	23.5												
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4.0												
KCl	0.68												
MgCl <sub>2</sub> *6H <sub>2</sub> O	10.8												
CaCl <sub>2</sub> *2H <sub>2</sub> O	1.47												
<b>Light:</b>	12 hours light/12 hours dark												
<b>Temperature:</b>	20 ± 2 °C  (Supporting data are stored in the archives at the offices of TERRA Miljølaboratorium A/S)												
<b>pH:</b>	Start: 7.4 - 7.9                      End: 7.9 - 8.0												

**Appendix 2: References**

1. UK Proposal to ISO/TC 147/SC5/WG2. Water Quality - Determination of acute lethal toxicity to marine copepods (*Copepoda*, *Crustacea*). Second Draft, Nov 1990
2. Probit Analysis, version 2.3, National Swedish Environmental Protection Agency, The Data section, 20.03.1990.

# TEST RAPPORT

Norsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

Postboks 69 Korsvoll  
0808 Oslo  
Tel: 22 18 51 00  
Fax: 22 18 52 00

## Akutt toksisitet - juvenil Piggvar (Semistatisk eksponering) *Scophthalmus maximus*

**Teststoff:** Avløpsvann fra papirmasseproduksjon      **Lab. kode:** B205/8  
**Kunde:** Saugbrugsforeningen      **Prøve motatt:** 13.09.95

### Testmetode

Testen er utført i overensstemmelse med utkastet til PARCOM toksistets test slik det er beskrevet av Phil McWilliams, TERRA Environmental Laboratory A/S 1994 i "Draft procedure, Acute test with juvenile turbot *Scophthalmus maximus*", testen bygger på "OECD Guidelines for testing of chemicals" (No. 203; Fish, acute toxicity test).

### Testorganisme

Juvenile Piggvar (*Scophthalmus maximus*), med middelvekt 5.1 g og middel lengde 6.5 cm. Fisken var hentet fra Tinfos Aqua A/S i Rogaland. Godkjenning av bruk og transport av piggvar ble gitt 2 november 1995 av Torill Malmstrøm, Fylkesveterinæren for Oslo, Akershus og Østfold.

### TEST BETINGELSER

Test metode:	Draft PARCOM test Akutt test på juvinile piggvar
Test organisme:	Piggvar <i>Scophthalmus maximus</i>
Test parameter:	Mortalitet observert hvert døgn i 4 døgn.
Opprinnelse av fisk:	Tinfos Aqua, Piggvar klekket i uke 33
Ankomst Solbergstrand:	Piggvar ankom Solberstrand 7.11.95
Start dato:	20.11.95
Test konsentrasjoner:	3, 10 and 50 %
Tillaging av prøver:	Avløpsvannet blandet med Sjøvann fra 60m dyp i Drøbak.
Test medium:	60 m sjøvann fra Drøbak
Test kar:	25 l glass akvarium plassert i et temperaturkontrollert vannbad
Test betingelser	
Lys:	12h lys : 12 h mørke med dagslys type lysstoffrør
Temperatur:	Målt med temperatur logger gjennom hele forsøket snittverdi var 14.4°C med en SD på 1.2 °C
pH:	kontroll: start: 7.9 slutt: 7.4, høyeste konsentrasjon: start: 8.0 slutt: 7.6
Oksygen:	>70% metning, untatt siste dag i 50 %
Salinitet i kontroll:	i kontroll: 3.47 ‰ S, i høyeste konsentrasjon: 1.93 ‰ S
Beregning av LC <sub>50</sub> *	Kumulativ prosent mortalitet er plottet mot log konsentrasjon på log papir. LC50 beregnes grafisk eller statistisk med Probit metoden når mulig.
Beregning av NOEC **	t-test (p<0.05)

\*LC<sub>50</sub> = Den konsentrasjon som gir 50% dødelighet av testorganismen

\*\* NOEC = Høyeste testede konsentrasjon uten signifikant effekt

Denne rapport får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endring.  
Testresultatene gjelder kun for den prøve som er testet.

### Utførelse

Forsøket ble utført i glassakvarier med 25 l vann og 7 fisk i hver konsentrasjon av avløpsvann. Konsentrasjoner testet var 3, 10, og 50 %. Antall konsentrasjoner testet og høyeste konsentrasjon testet var begrenset av disponibelt volum av avløpsvannet. Avløpsvannet ble fortynnet direkte i testkarene til de aktuelle konsentrasjoner. Testfiskene ble overført til ny løsning hvert døgn (semistatisk metode) og forsøket pågikk i 4 døgn. Fiskemengden i forsøket var på 1.4 g fisk per liter dette er > 1.0 g fisk per liter som er foreskrevet i standarden, derfor ble alle akvarier luftet forsiktig for å opprettholde gassbalansen i løsningene. Konsentrasjonen av løst oksygen ved vannskift var 70-88 % av metningskonsentrasjonen, untatt i høyeste konsentrasjon (50%) hvor det siste dag hvor oksygenmetningen ble målt til 65 %. Fisken ble observert hvert døgn og død fisk ble notert og fjernet. Temperaturen ble målt kontinuerlig med en temperaturlogger under forsøket og ga en middeltemperatur på 14.4 °C med standard avvik 1.2 °C.

### Resultater

I tabell 1 er dødeligheten oppført for hver konsentrasjon av avløpsvann. Det ble ikke foretatt noen justering av saltholdighet i prøvene og heller ikke noen kontroll med mortalitet ved redusert saltholdighet, dette fordi piggvar utmerket godt kan ales opp i brakkvann. Ifølge Joacim Stross ved Tinfoss Aqua så medfører saltholdighet ned til 1.5 ‰ ingen reduksjon i vekt eller kondisjon hos piggvar relativt til piggvar alt opp ved full saltholdighet.

#### Avvik fra protokoll

Oksygenmetningprosenten skal til enhver tid ligge over 70 %. Oksygenmetning ble målt til 65 % i 50 ‰ konsentrasjonen ved avslutning siste dag.

#### Vurdering av avvik fra protokoll

Det var ingen dødelighet i 50 ‰, den reduserte oksygenmetningen får derfor ingen betydning for resultatet av denne testen.

Tabell 1. Kumulativt antall (%) døde fisk ved forskjellig eksponeringstid. LC50 ved ulike tidspunkt angitt nederst i tabellen.

Konsentrasjon (%)	Timer			
	24	48	72	96
0	0	0	0	0
3.0	0	0	0	0
10	0	0	0	0
56	0	0	0	0
LC50	>50 %	>50 %	>50 %	>50 %

## Konklusjon

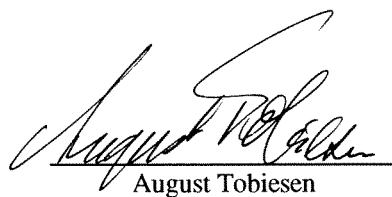
Testresultatene er summert i tabell 2. Fordi ingen konsentrasjon ga dødelighet, er det ikke mulig å beregne en LC50 for dette avløpsvannet. Både NOEC og LOEC må derfor antas å ligge over høyeste testede konsentrasjon, lik 50 %.

Tabell 2. Testresultater med utslippsvann fra Tofte Industrier tatt 14.11.95.

Test parameter	Benevnelse	LC50	NOEC	LOEC*
Mortalitet	%	>50	>50	>50

\*LOEC er Lowest concentration with effect

Testen utført av:

  
August Tobiesen

Testansvarlig:

  
Torsten Källqvist

# TEST RAPPORT

Norsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo  
Tel: 22 18 51 00  
Fax: 22 18 52 00

## Nedbrytbarhet OECD 301F



**Kunde:** Norske Skog A/S Saugbrugsforeningen

**Test produkt:** Utslipp, blandprøve, 4.-12.9.1995 **Lab. kode:** B205/8

**Prøve mottatt:** 13. sept. 1995 **Lagringsbetingelser:** - 20 °C (frosset)

**Test periode:** 15. sept. til 13. okt. 1995.

### Testbetingelser:

**Apparatur:** Manometrisk respirometer, WTW 2001

**Nærings-  
løsning:** OECD 301 Standard mineralløsninger. Ammonia: 1.3 mg N/L i preparert testløsning.

**Inokulum:** Mikroorganismer fra laboratorieproduert biologisk aktivt slam (Husmann unit) dyrket i OECD syntetisk kloakk, supplert med kommunalt kloakkvann dosert over 2 døgn før teststart. Slammet ble sentrifugert (2000 G i 10 min.) og resuspendert i BOD-næringsallsatløsning for "utvasking" av løste stoffer. Denne prepareringen ble utført to ganger før slammet ble resuspendert til 6,0 g/L STS.

Inokulumkonsentrasjon i testmediet:  $1,2 \cdot 10^8$  CFU/L, 30 mg/L STS.

**Inkubasjon:** Temperatur:  $20 \pm 1$  °C. Varighet: 28 dager.

**pH:** Start: 7,7 Slutt: 8,1

**Referense:** Anilin, 20 mg C/l.

**Giftighets-**

**kontroll:** Anilin, 20 mg C/l + 90 % avløpsvann i testmedium

### Preparering av prøve:

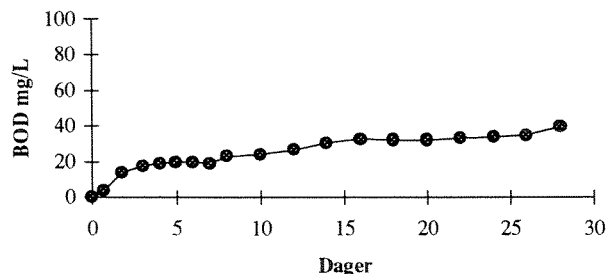
Avløpsvannet ble testet ved 50 % konsentrasjon i 3 parallelle testflasker for bestemmelse av biokjemisk oksygenforbruk (BOD), og løst organisk karbon (DOC).

Kjemisk oksygenforbruk ( $COD_{Cr}$ ) ble analysert på uførtynnet prøve.

### Resultater:

Teststoff	$COD_{Cr}$	$BOD_{28}$	$DOC_0$	$DOC_{28}$	DOC-red.
Blandprøve	226 mg/l	40 mg/l	70,7 mg/l	56,3 mg/l	20 %

BOD-kurve:



Nedbrytningsgrad:

Reduksjon; DOC: 20 %

$$\frac{BOD_{28} \cdot 100}{COD} = 18 \%$$

Oslo, den 1. november 1995

Testet av: *Harry Efraimsson*  
Harry Efraimsson

Kvalitetsansvarlig: *Torsten Källqvist*  
Torsten Källqvist

Denne testrapport får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer.  
Testresultatet gjelder kun for den prøve som er testet.

## ANALYSER OG RESULTATER:

Test produkt: Utslipp, blandprøve, 4.-12.9.1995

Lab. kode: B205/8

Test periode: 15. sept. til 13.okt. 1995.

Kjemisk oksygenforbruk, (COD<sub>Cr</sub>) # 1; 224 mg/l # 2; 228 mg/L. Snittverdi: 226 mg/l

DOC verdier, mg/l: Testkonsentrasjon: 50 %

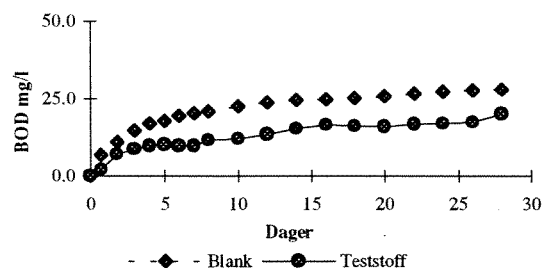
Medium	Flaske	Startverdi	28 døgn
Inokulum	C1	1.3	1.5
"	C2	1.3	1.4
"	Cmv.	<b>1.30</b>	<b>1.45</b>
Teststoff. (Fl. 9)	A1	37	30.9
" (Fl.11)	A2	36.3	29.5
" (Fl 13)	A3		28.3
"	Amv.	<b>36.65</b>	<b>29.60</b>
Korrigert (A-C)		35.35	28.15
DOC-reduksjon etter 28 døgn nedbrytning (%)			<b>20</b>

## BOD-verdier i testløsningen for parallellprøvene:

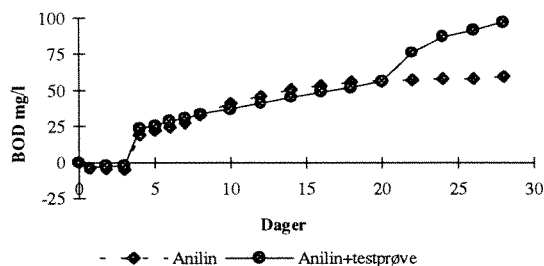
Antall døgn	5	7	14	21	28
BOD mg/l 1	9,3	9	14,7	15,6	19,7
BOD mg/l 2	10,5	10,5	15,8	17	20,1
BOD mg/l 3	8,2	10,1	16,9	19,5	22,4

Nedbrytninggrad for referanse (anilin) etter 14 døgn (BOD<sub>14</sub> · 100/ ThOD): = 82 %

Testprøve:



Toksisitetskontroll:

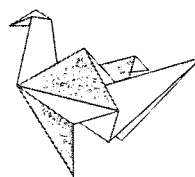


## Analytiske betingelser:

Biokjemisk oksygenforbruk i testløsningen er betemt med oksygen probe, (WTW OXI 2000) målt ved start og slutt. Utviklingen er så beregnet på basis av manometeravlesning under inkubasjonstiden. DOC ble analysert på Dohrmann DC-190, med høy temperatur (680 °C) og platina som katalysator. Kjemisk oksygenforbruk (COD<sub>Cr</sub>) er analysert etter NS 4748. NO<sub>3</sub>-N er analysert etter NS 4745 (Autoanalyser Method).

## REFERENSE:

1. OECD Guideline for testing of chemicals, 301F Manometric respirometry "Ready biodegradability". July 1992
2. NS-ISO 9408 EN 29408 Water Quality- Evaluation in a aqueous medium of the "ultimate" biodegradability of organic compounds- Method by determining the oxygen demand in closed respiromerter.



NIVA  
Postboks 173 Kjelsås

0411 OSLO

Att: Torsten Kjällquist

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	
J.nr.:	776/95
Sak nr.:	0-95208
Mottatt:	18.03.96



Akkreditert  
laboratorium for  
kjemisk prøving

1996-03-15  
21040/GJ/kb

## ANALYSERAPPORT

### Økotoksikologisk testing

Dato for prøvemottak : 1995-09-15

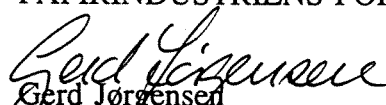
Se vedlagt ark.

Måleusikkerhet : pH : 0,05 enheter, SS : 15 %, tot P : 15 %,  
tot N : 10 %, COD<sub>cr</sub> : 10 %

Andre merknader : Gjør oppmerksom på at alle resultater er beregnet på  
prøvene slik vi fikk dem. Det er ikke korrigert for noen  
fortynninger foretatt før vi mottok prøvene.

Resultatene gjelder kun analyser av de tilsendte prøver.

Med hilsen  
PAPIRINDUSTRIENS FORSKNINGSINSTITUTT

  
Gerd Jørgensen  
Oppdragskoordinator

Rapporten skal ikke gjengis i utdrag, kun hele rapporten kan gjengis uten skriftlig godkjenning.

- \* akkreditert metode
- \*\* metode søkt akkreditert



Parameter	Metode	Analysedato	Resultat B205/8
pH	NS 4720*	15/9-95	8,25
Ledningsevne	NS 4721	15/9-95	85 mS/m
SS - tørrstoff	NS 4733*	15/9-95	27,8 mg/l
SS - gløderest	NS4733*	15/9-95	12,2 mg/l
Tot. P	NS 4725 + FIA*	25/9-95	140 µg/l
Tot. N	SS 028101*	4/10-95	7,9 mg/l
COD <sub>Cr</sub>	NS4748*	28/9-95	230 mg/l

Parameter	Metode	Analysedato	Resultat, mg/l	
			B205/8	B205/8 - 28 d
Pimaric acid	GC-MS	Mars -96	0,027	0,011
Sandaracopimaric acid	GC-MS	Mars -96	0,025	0,009
Isopimaric acid	GC-MS	Mars -96	0,029	0,010
Palustric acid	GC-MS	Mars -96	nd	nd
Levopimaric acid	GC-MS	Mars -96	0,036	0,015
Dehydroabietic acid	GC-MS	Mars -96	0,032	0,010
Abietic acid	GC-MS	Mars -96	0,032	0,010
Neoabietic acid	GC-MS	Mars -96	nd	nd
<b>SUM Harpikssyrer</b>			0,181	0,065
Linoleic acid 1)	GC-MS	Mars -96	0,188	0,135
Oleic acid 1)	GC-MS	Mars -96	0,116	0,082
<b>SUM Fettsyrer</b>			0,304	0,217
β-sitosterol	GC-MS	Mars -96	0,073	0,019
<b>SUM Steroler</b>			0,073	0,019
Potensiell bioakkumulerbarhet 2)	GC-MS	Mars -96	1,34	0,45
Toksisitet overfor Microtox	3)	25/10-95	EC <sub>50</sub> > 100%	EC <sub>50</sub> >100%

nd: ikke påvist

1) Beregnet ut fra kalibreringskurve av heptadekansyre

2) Beregnet som 4,4'-dibromo-octafluorobifenyl

3) Metoden er utført som beskrevet i Microtox-manualen "How to run toxicity tests using Microtox Model 500". Microbics Corporation, Carlsbad, California, USA

## **Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00  
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,  
oppgi løpenummer 3460-96

ISBN 82-577-2997-3