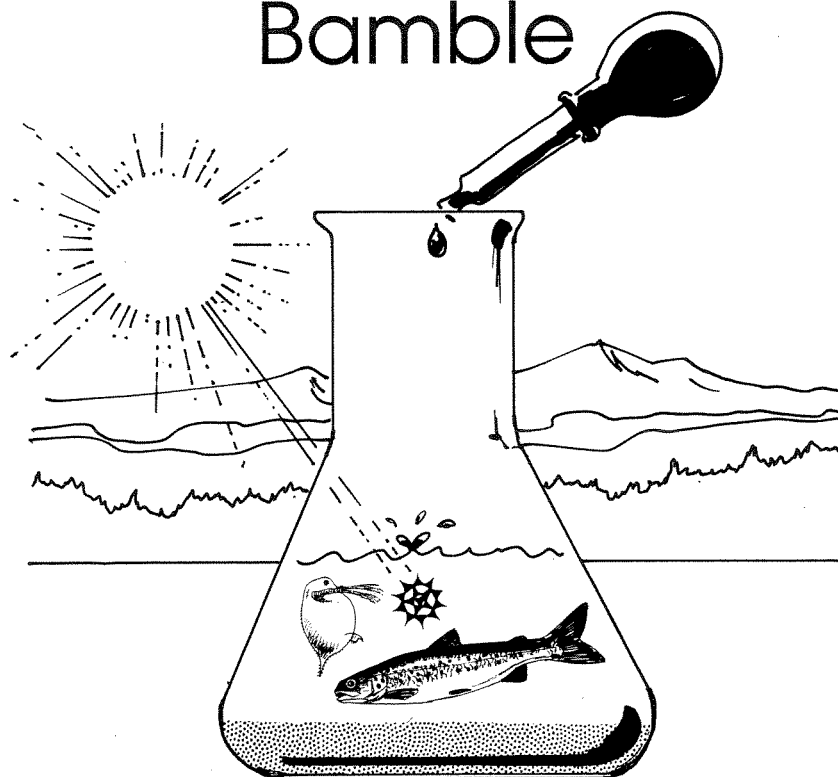





O-91088

Kjemisk/biologisk karakterisering av avløpsvann fra Statoil Petrokjemi, Bamble



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: 91088	Undernr.:
Løpenr.: 2665	Begr. distrib.:

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47 2) 23 52 80 Telefax (47 2) 39 41 89	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 78 402	Vestlandsavdelingen Breiviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (47 5) 95 17 00 Telefax (47 5) 25 78 90	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	--	--

Rapportens tittel: Kjemisk/biologisk karakterisering av avløpsvann fra Statoil Petrokjemi, Bamble	Dato: 25.11.91 Trykket: NIVA 1991
	Faggruppe: Miljøtoksikologi
Forfatter(e): Torsten Källqvist	Geografisk område: Telemark
	Antall sider: 53 Opplag: 75

Oppdragsgiver: Statoil Bamble AS	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.): TOP/SBL 29.04.91
--	---

Ekstrakt:

En karakterisering av utgående avløpsvann etter rensing fra produksjon av plastråvarer ved Statoil Bamble er gjennomført. Programmet omfattet kjemisk og biologisk karakterisering (toksisitet og nedbrytbarhet) av prøver tatt over en arbeidsuke 3-7/6 1991. Innholdet av suspendert og løst organisk stoff i rensset avløpsvann var lavt. Det ble ikke påvist AOX, PAH eller "priority pollutants", men noe olje (0.43 mg/l). Konsentrasjonen av tungmetaller var lav. Det ble ikke observert gifteffekter på alger, krepsdyr og fisk. Ca. 70% av løst organisk karbon ble omsatt i løpet av 28 døgns nedbrytbarhetstest.

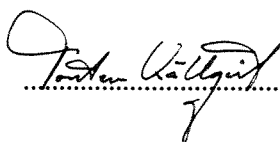
4 emneord, norske

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

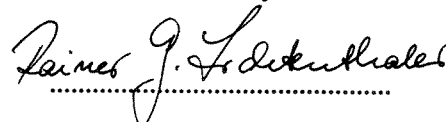
4 emneord, engelske

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

Prosjektleder


.....

For administrasjonen


.....

ISBN 82-577 -2017-8

Norsk Institutt for Vannforskning

O-91088

Kjemisk/biologisk karakterisering av avløpsvann fra
Statoil Petrokjemi, Bamble

Prosjektleder: Torsten Källqvist, NIVA

Medarbeidere:

NIVA

Harry Efraimsen
Randi Romstad
Renee Bechman
Åse Bakketun
Magne Grande
Sigbjørn Andersen

SI

Berit Holestøl
Hilde Drangsholt
Grete Tveten

FORORD

NIVA mottok i desember 1990 en henvendelse om programforslag for en karakterisering av avløpsvann fra Statoil, Bamble. Programforslaget, datert 14.12.90 ble godkjent av SFT og karakteriseringen ble bestilt i brev av 29.04.91.

Prøvetaking av avløpsvann ble foretatt i perioden 3-7.06.91 og ankom NIVA 10.06.91. Den økotoksikologiske testingen, som omfattet kjemiske analyser og biologiske tester ble utført av NIVA i samarbeid med Senter for Industrieforskning (SI). Analyser av mineralolje ble utført ved Bærum kommunes laboratorium.

Oslo, oktober 1991

Torsten Källqvist

INNHALDSFORTEGNELSE

1. Materiale og metoder	4
1.1. Beskrivelse av anlegg	4
1.2. Avløpsstrømmer og rensing	4
1.3. Prøvetaking	4
1.4. Prøvebehandling	5
1.5. Program for karakteriseringen	5
2. Resultat	7
2.1. Kjemisk karakterisering	7
2.2. Bioakkumulerbarhetspotensiale	10
2.3. Toksisitet	10
2.4. Nedbrytbarhet	11
2.5. Kjemisk karakterisering etter nedbrytning	12
2.6. Toksisitet etter nedbrytning	12
3. Kommentarer	12
VEDLEGG 1 Adsorberbart orrganisk bundet halogen (AOX)	14
VEDLEGG 2 Ekstraherbart organisk bundet klor (EOCl)	16
VEDLEGG 3 Olje	19
VEDLEGG 4 Priority pollutants	24
VEDLEGG 5 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)	30
VEDLEGG 6 Bioakkumuleringspotensiale	33
VEDLEGG 6 Toksisitet, alger	37
VEDLEGG 7 Toksisitet, <i>Daphnia magna</i>	47
VEDLEGG 8 Toksisitet, fisk	49
VEDLEGG 9 Nedbrytbarhet	51

1. Materiale og metoder

1.1. Beskrivelse av anlegg

Ved Statoils petrokjemianlegg i Bamble produseres plastråvarene myk polyeten (polyetylen), hard polyeten, polypropen (polypropylen) og komponenterte spesialprodukter.

Myk polyeten (PEL) fremstilles ved omdanning av etengass i en reaktor under høye trykk (1200-2000 bar) ved temperaturer mellom 150 og 300 °C. Fremstillingsprosessen er kontinuerlig. Uomsatt etengass separeres fra polyetenet og resirkuleres mens polymersmelten ekstruderes til granulat. Kapasiteten er 140 000 tonn/år.

Hard polyeten (PEH) fremstilles ved katalytisk polymerisering av etengass i isobutan-væske. Polyeten-pulveret skilles fra isobutanet som resirkuleres i prosessen. Deretter smeltes pulveret ned i en ekstruder for å omdannes til granulat, som er den ferdige plastråvaren. I noen kvaliteter benyttes hexen som komonomer for å oppnå spesielle produkttegenskaper. Kapasiteten er 90 000 tonn/år.

Polypropen (PP) fremstilles fra flytende propengass ved hjelp av et katalysatorsystem. I noen produktkvaliteter tilsettes også etengass. Etter flere prosessstrinn smeltes plasten og ekstruderes til granulat. Kapasiteten er 90 000 tonn/år.

1.2. Avløpsstrømmer og rensing

De tre fabrikkene står på betongplater med drenering til vannrens. Overvann fra alle fabrikkene og sanitærvann fra hele anlegget blir rensert i et biologisk renseanlegg før utslipp til fjord. Det finnes følgende kategorier av avløpsvann:

1. Ikke forurenset kjølevann
2. Mulig forurenset kjølevann
3. Forurenset vann
4. Sanitærvann
5. Avløp fra gater og veier

Ikke forurenset kjølevann går direkte til fjord. Mulig forurenset vann går via oljeavskiller til fjord. Forurenset vann samles opp i fabrikkene og ledes i undergrunnsrør til pumpekum og blir deretter pumpet til et utjevningsbasseng før rensing.

Sanitærvann samles opp i kummer og pumpes direkte til biologisk rensetrinn i vannrenseanlegget.

I det biologiske rensetrinnet blir det tilsatt urea (tidligere også monoammoniumfosfat) som næringssalt for mikroorganismene. Overskuddsslam fra anlegget tilsettes kalk for å øke pH og det deponeres på eksternt deponi.

1.3. Prøvetaking

Prøvetaking ble foretatt over en arbeidsuke 3-6 juni 1991. Det ble samlet inn vannføringsproporsjonale døgnprøver av det samlede avløpsvannet før og etter renseanlegg. Prøvene ble fordelt på glassflasker til analyser av organiske mikroforurensninger, næringssalter og tungmetaller, og på plastkanner (polyeten) til øvrige analyser og tester. Døgnprøvene ble oppbevart nedkjølt i kjølerom. Det ble også tatt en prøve av råvannet som brukes i produksjonen for analyse

av tungmetaller. Vannføringsmålinger ble foretatt på de tre prøvetakingspunktene i løpet av prøvetakingsperioden. Vannprøvene ble levert til NIVA 10 juni 1991.

1.4. Prøvebehandling

Døgnprøvene ble blandet proporsjonalt med vannføringen til ukeblandprøver av hhv. urensset og rensset avløpsvann samt råvann. Vannføring og blandningsforhold fremgår av tabell 1. Blandningen skjedde i en beholder av rustfritt stål, som på forhånd var rensset med acetone og destillert vann. Vann til analyser av organiske mikroforurensninger, næringssalter og tungmetaller ble blandet fra prøvene oppbevart på glassflasker. For øvrige tester og analyser ble vann fra både plastkanner og glassflasker benyttet.

For analyser som ikke ble startet umiddelbart, ble delprøver konserveret i henhold til respektive standardprosedyre.

Tabell 1. Vannføring ved prøvetakingspunktene for avløpsvann og blandningsforhold for ukeprøvene.

Dato	Urenset avløp m ³ /døgn	Urenset avløp % i ukeprøve	Renset avløp m ³ /døgn	Renset avløp % i ukeprøve
3/6	792	18.5	912	18.7
4/6	840	19.6	960	19.7
5/6	840	19.6	960	19.7
6/6	888	20.8	1008	20.6
7/6	912	21.3	1032	21.2

1.5. Program for karakteriseringen

Den økotoxikologiske karakteriseringen tar sikte på å kartlegge avløpsvannets potensiale for å skade miljøet. Dette blir gjort ved å kombinere kjemiske analyser av stoffer eller grupper av stoffer som antas å være miljøskadelige med biologiske tester som gir informasjon om biologisk nedbrytbarhet og gifteffekter (toksisitet).

Den mest omfattende karakteriseringen ble utført på avløpsvann fra utløpet av renseanlegg, d.v.s. det vann som slippes ut i resipienten. I tillegg ble enkelte analyser utført på avløpsvann før rensing for å vurdere renseseffekten m.h.t. enkelte komponenter i avløpsvannet. Analyser av råvannet som brukes ved produksjonen ble utført for å undersøke hvor mye dette bidrar til tungmetallkonsentrasjonene i avløpsvannet.

Enkelte kjemiske analyser og toksisitetstester ble gjentatt etter nedbrytbarhetstesten for å undersøke stoffenes og gifteffektens persistens.

Den kjemiske karakteriseringen omfatter følgende parametre:

Parameter	Benevning	Renset avløp	Etter nedbrytn.	Urenset avløp	Råvann
Kjemisk oksygenforbruk	KOF	x	x	x	
Totalt organisk karbon	TOC	x	x	x	
Løst organisk karbon	DOC	x	x	x	
Biokjemisk oksygenforbruk	BOF ₇	x	x	x	
Adsorberbart organisk halogen	AOX	x	x		
Ekstraherbart organisk klor	EOCl	x	x		
Mineralolje		x	x		
Priority pollutants*		x			
Polisykliske aromatiske hydrokarboner	PAH	x	x		
Total nitrogen	Tot.-N	x		x	x
Nitrat	NO ₃ -N	x		x	x
Ammonium	NH ₄ -N	x		x	x
Total fosfor	Tot.-P	x		x	x
Fosfat	PO ₄ -P	x		x	x
pH		x	x	x	x
Ledningsevne		x	x	x	x
Suspendert materiale		x	x	x	
Krom	Cr	x		x	x
Kadmium	Cd	x		x	x
Bly	Pb	x		x	x
Sink	Zn	x		x	x
Nikkel	Ni	x		x	x
Kvikksølv	Hg	x		x	x
Kopper	Cu	x		x	x

Med "Priority pollutants" menes en spesiell analysepakke som omfatter totalt 71 utvalgte organiske forurensningskomponenter (Se vedlegg 4), som analyseres med gasskromatografi/massespektrometri (GC/MS).

Analysene ble utført i henhold til Norsk Standard for de parametre som det eksisterer standarder for. Analysemetoder for AOX, EOCl, PAH, olje og Priority Pollutants er spesifisert i respektive vedlegg. Analysene av TOC og DOC ble utført i henhold til "Standard Methods" nr. 505. Analysen er instrumentavhengig og to forskjellige instrumentteknikker ble benyttet; Astro mod. 2001 og Dohrman DC-190. Oppslutningsmetoden, hvor det organiske karbonet oksideres til CO₂ er i Astro-metoden en UV-katalysert oksidering med peroksidulfat. Ved Dohrman-metoden benyttes en katalyttisk forbrenning ved 680 °C med platina som katalysator. Denne oksidasjonsmetode er kraftigere enn UV/peroksidulfatmetoden og Dohrman-analysatoren gir derfor som regel noe høyere TOC-verdier enn Astro.

Avløpsvannets innhold av potensielt bioakkumulerbare organiske forbindelser ble undersøkt med en tynnsjikt-kromatografisk metode, ved fraksjonering og kvantifisering av lipofile komponenter i et organisk ekstrakt av avløpsvannet. Ved tynnsjikt-kromatograferingen isoleres tre fraksjoner med ulike fordelingskonstanter oktanol/vann (P_{ow}). Substanser med P_{ow}>10³ regnes som potensielt bioakkumulerbare p.g.a. høy lipofilitet (fettløselighet).

Giftigheten ble undersøkt på fire ulike vannlevende organismer:

Organisme		parameter	metode
Alge	<i>Selenastrum capricornutum</i>	EC ₅₀ hemming av vekst	OECD 201
Krepsdyr	<i>Daphnia magna</i>	LC ₅₀	OECD 202
Fisk	Ørret	4d-LC ₅₀	OECD 203

Den biologiske nedbrytbarheten av organisk materiale i avløpsvannet ble undersøkt ved måling av forbruk av oksygen og minking av organisk stoff ved standardiserte testbetingelser over 4 uker. (ISO/DIS 9408 og ISO 8727).

Etter nedbrytbarhetstesten ble det utført en ny kjemisk karakterisering av noen av de samme parametrene som før nedbrytbarhetstesten.

Endringer i giftighet ved nedbrytning ble undersøkt ved å gjenta to av giftighetstestene (*Selenastrum capricornutum* og *Daphnia magna*) på avløpsvann etter nedbrytning.

2. Resultat

2.1. Kjemisk karakterisering

Analyseresultatene for ledningsevne og pH-verdi i døgnprøvene av rensset avløpsvann er sammenstilt i tabell 2. Ledningsevne målingene viser at saltinnholdet øket i løpet av uken. pH-verdien var forholdsvis konstant de 4 første dagene, men sank til 6.8 den siste dagen. Visuelt kunne man se at avløpsvannet fra 7/6 var mer turbid enn de fire første prøvene som var meget klare. Dette kan tyde på en viss slamflukt fra renseanlegget det siste døgnet.

Tabell 2. Ledningsevne og pH-verdi i døgnprøver av rensset avløpsvann 3-7/6 1991.

Dato:	3/6	4/6	5/6	6/6	7/6
Ledningsevne (mS/m)	6.43	7.65	8.07	9.99	11.88
pH	7.17	7.24	7.25	7.15	6.80

Avløpsvannet før rensing hadde et høyt innhold av suspendert materiale, 81 mg/l, som også ga utslag i et høyt kjemisk oksygenforbruk (KOF), 290 mg/l. Dette er i størrelsesorden som i urensset kommunalt kloakkvann. Det biologiske oksygenforbruket (BOF₇), samt totalt organisk karbon (TOC) var lavt sammenlignet med den høye KOF-verdien. Dette viser at det kjemiske oksygenforbruket hovedsakelig er knyttet til suspendert stoff. Den oppslutningsprosedyre som benyttes ved TOC-analysen er ikke tilstrekkelig kraftig for å oksidere større partikkelaggregater.

Innholdet av nitrogen og fosforforbindelser i avløpsvannet før rensing var lavt i forhold til kloakkvann.

Tungmetallanalysene viser at det urensede avløpsvannet inneholder bly, krom, kobber og nikkel i konsentrasjoner som er høye i forhold til naturlig overflatevann og sjøvann.

Analysene av det rensede avløpsvannet viser at rensingen er meget effektiv m.h.t. suspendert materiale som blir redusert med over 98%. Dette medfører også en til en kraftig reduksjon av KOF (ca. 97%) til 10 mg/l. Innholdet av TOC er også lavt, 2.1 mg/l, det aller meste i form av løst

organisk karbon (DOC). I forbindelse med nedbrytbarhetstesten ble DOC også analysert med en metode (Dohrman analysator) som innebærer en kraftigere oksidasjon av organisk karbon (se avsnitt 1.4). Denne metoden ga noe høyere DOC-verdier. BOF₇ var under deteksjonsgrensen (10 mg/l) ved den fortyning som ble valgt, men ut fra nedbrytningen av karbon som ble målt under nedbrytbarhetstesten kan man beregne en BOF₇ på ca. 5 mg/l.

Tabell 3. Kjemisk karakterisering av urensset avløpsvann og rensset avløpsvann før og etter 28 døgns nedbrytbarhetstest. i.p.= ikke påvist (under deteksjonsgrense).

Parameter	Enhet	Urenset	Renset, før nedbrytn.	Renset, etter nedbrytn.	Vedlegg
Kjemisk oksygenforbruk	mg O/l	290	10	19*	
Totalt organisk karbon (TOC)	mg/l	12	2.11	-	
Løst organisk karbon (DOC) (Astro)	mg/l	5.0	2.1	ca. 1	
Løst organisk karbon (DOC) (Dohrman)	mg/l		3.6	1.2	
Biokjemisk oksygenforbruk (BOF ₇)	mg/l	10	<10	2	
Adsorberbart organisk halogen (AOX)		-	i.p.	i.p.	1
Ekstraherbart organisk klor (EOCl)		-	i.p.	i.p.	2
Olje total	mg/l	-	0.43	0.12	3
Olje upolar	mg/l	-	0.11	<0.10	3
Priority pollutants		-	i.p.	-	4
PAH		-	i.p.	i.p.	5
Total nitrogen	mg N/l	4.4	3.2	-	
Nitrat (NO ₃)	mg N/l	0.110	2.7	-	
Ammonium (NH ₄)	mg N/l	0.060	0.022	-	
Total fosfor	mg P/l	0.46	0.12	-	
Fosfat (PO ₄)	mg P/l	0.15	0.11	-	
pH		6.31	7.03	7.29	
ledningsevne	mS/m	5.32	9.2	-	
Suspendert materiale	mg/l	81	1.0	28*	
Krom (Cr)	µg/l	4.9	<0.5		
Kadmium (Cd)	µg/l	1.7	1.04		
Bly (Pb)	µg/l	6.1	<0.5		
Sink (Zn)	µg/l	0.18	0.09		
Nikkel (Ni)	µg/l	5	<5		
Kvikksølv (Hg)	µg/l	<0.1	<0.1		
Kopper (Cu)	µg/l	14.8	4.6		

*Høyere verdier for KOF og suspendert stoff etter nedbrytning enn før skyldes biologisk slam (mikroorganismer) som settes til ved nedbrytbarhetstesten.

Sammenligning av innholdet av nitrogenforbindelser i renset og urensset avløpsvann viser en renseeffekt på ca. 30%. Siden urea blir tilsatt ved den biologiske rensingen er den faktiske nitrogenfjerningen i det biologiske rensetrinnet høyere. Etter rensing forelå ca. 85% av nitrogenet som nitrat. Renseeffekten på totalfosfor var ca. 75%. Utslippene av N og P beregnet ut fra de målte konsentrasjoner i renset avløpsvann tilsvarer 3.1 resp. 0.1 kg/døgn.

Tungmetallkonsentrasjonene var gjennomgående lavere i det rensede avløpsvannet enn i urensset, men analysene tyder på forskjellig rensegrad for de ulike metallene. Således er renseeffekten forholdsvis høy (>90%) for krom og bly, mens kadmium bare er redusert med 40%. P.g.a. for høye deteksjonsgrenser er det ikke mulig å beregne renseeffekten for alle metaller og det er bl. a. usikkert hvor mye nikkel som slippes ut. Analysene viste <5 µg/l av nikkel i renset avløpsvann. De målte tungmetall-konsentrasjonene tilsvarer utslipp av 1.0 g Cd og 4.5 g Cu/døgn.

Adsorberbart organisk halogen (AOX) og ekstraherbart organisk klor (EOCl) ble ikke påvist i analyser av det rensede avløpsvannet. Deteksjonsgrensene for disse parametrene er oppgitt til 20 µg/l for AOX og 6 µg/l for EOCl. Det ble heller ikke funnet PAH (deteksjonsgrense 0.03 µg/l) eller forbindelser i gruppen "priority pollutants" i avløpsvannet. Deteksjonsgrensene for de totalt 71 ulike komponentene i priority pollutants varierer fra 0.1 µg/l for halogenerte alifater til 10 µg/l for benzen (Se Vedlegg 4).

Analysen av råvann som brukes i produksjonen viser konsentrasjoner av næringssalter som er normalt for overflatevann. Tungmetallkonsentrasjonene er også normale, muligens med unntak for bly (1.1 mg/l). (Se tabell 4).

Tabell. 4. Kjemisk karakterisering av råvann

Parameter	Enhet	Råvann
Total nitrogen	mg N/l	0.4
Nitrat (NO ₃)	mg N/l	0.260
Ammonium (NH ₄)	mg N/l	0.028
Total fosfor	mg P/l	0.006
Fosfat (PO ₄)	mg P/l	0.002
pH		6.63
ledningsevne	mS/m	2.22
Suspendert materiale	mg/l	-
Krom (Cr)	µg/l	<0.05
Kadmium (Cd)	µg/l	0.12
Bly (Pb)	µg/l	1.1
Sink (Zn)	µg/l	0.02
Nikkel (Ni)	µg/l	<5
Kvikksølv (Hg)	µg/l	<0.1
Kopper (Cu)	µg/l	2.2

2.2. Bioakkumuleringspotensiale

Mengden organisk stoff som ble ekstrahert i sykloheksan fra avløpsvannet etter rensing var 0.05 mg/l. Denne mengden er for lav til å analysere på tynnsjikt-kromatografi. Det kunne derfor ikke påvises potensielt bioakkumulerbare forbindelser i avløpsvannet.

2.3. Toksisitet

Det ble ikke funnet toksiske effekter på alger, dafnier eller laks selv ved full konsentrasjon av det rensede avløpsvannet (Se tabell 5). Det ble også foretatt en toksisitetstest med alger (*Selenastrum capricornutum*) av avløpsvann før rensing. Denne viste en klar hemming av algenes vekst over et vidt konsentrasjonsområde. EC_{50} -verdien, d.v.s. den konsentrasjon som ga 50% hemming av veksthastigheten ble beregnet til 26%. (Se figur 1). I det rensede avløpsvannet ble det ikke observert hemming av algeveksten. (Se fig. 2).

Tabell 5. Toksisitet i renset avløpsvann. EC - og LC_{50} -verdiene er angitt som % avløpsvann.

Test	respons	før nedbr.	etter nedbr.	Vedlegg
Selenastrum	EC_{50} veksthastighet	>100	>100	6
Daphnia	LC_{50} 48 tim.	>100	>100	7
Laks	LC_{50} 96 tim.	>100	-	8

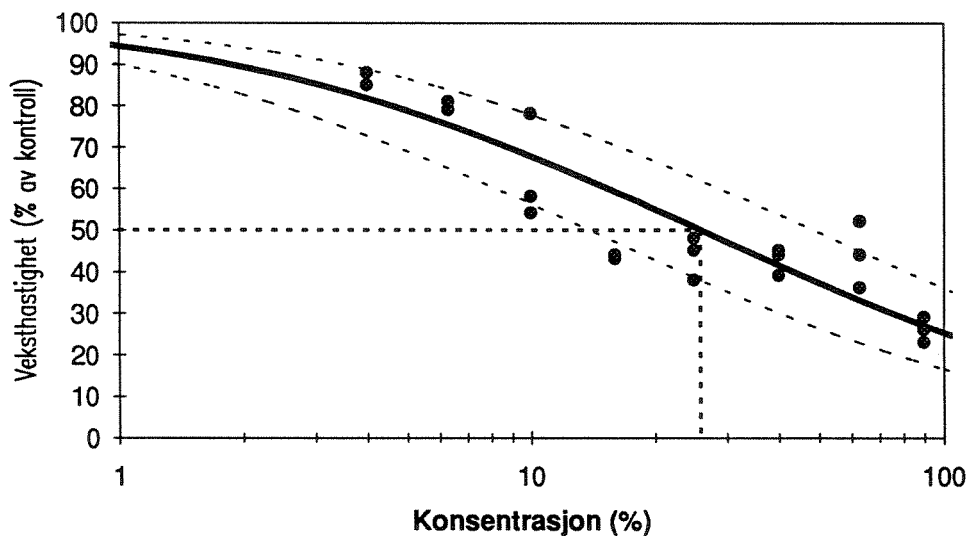


Fig. 1. Effekt av urenset avløpsvann på veksthastigheten hos grønnalgen *Selenastrum capricornutum*.

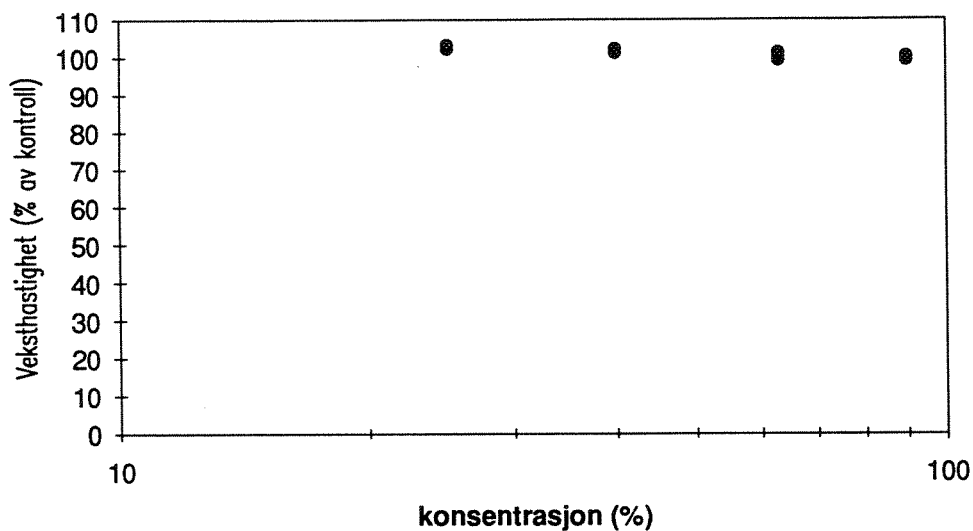


Fig. 2. Effekt av renset avløpsvann på veksthastigheten hos grønnalgen *Selenastrum capricornutum*.

2.4. Nedbrytbarhet

På grunn av det lave innholdet av organisk karbon i det rensede avløpsvannet kunne nedbrytbarhetstesten utføres i ufortynnet prøve. Denne ble tilsatt næringssalter og fosfatbuffer samt podet med mikroorganismer. Nedbrytningen ble fulgt ved analyser av DOC med Dohrman analysator hver uke i 4 uker. Inkuberingstemperaturen var 20 °C.

DOC-fjerningen ved nedbrytbarhetstesten er vist i figur 3. Kurveforløpet tyder på at nedbrytningshastigheten er høyest den første uken og stagnerer etter ca. tre uker, når ca. 70% av DOC er omsatt. Denne nedbrytningsgrad ble bekreftet ved en respirometrisk nedbrytbarhetstest som ble gjennomført parallelt med DOC-testen. På grunn av det lave innholdet av organisk stoff kunne beregningen av nedbrytbarheten ikke baseres på målinger av oksygenforbruk i respirometertesten.

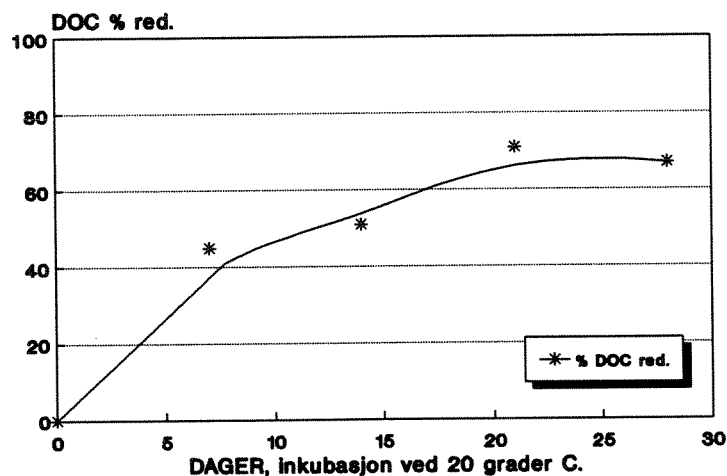


Fig. 3. Nedbrytningsforløp for løst organisk karbon (DOC) i rensede avløpsvann.

2.5. Kjemisk karakterisering etter nedbrytning

Analysene av KOF og suspendert stoff viser en økning etter nedbrytbarhetstesten. Dette skyldes den tilsetning av biomasse i form av aktiv slam (ca. 20 mg/l) som ble gjort ved nedbrytbarhetstesten. Det ble ikke funnet AOX eller EOCl eller PAH etter nedbrytning, men disse stoffene ble heller ikke påvist i prøven før nedbrytning. Noe olje (0.12 mg/l) var imidlertid fortsatt tilstede, men innholdet var redusert med 72 %. Andelen upolare olje-hydrokarboner var under deteksjonsgrensen (0.1 mg/l).

2.6. Toksisitet etter nedbrytning

Siden avløpsvannet ikke var giftig for alger eller dafnier før nedbrytning var det ikke ventet å finne gifteffekter etter nedbrytningen. Testene viste imidlertid noe forhøyet dødelighet av dafnier og redusert veksthastighet for alger ved full konsentrasjon av avløpsvannet etter nedbrytning. Effektene var imidlertid ikke tilstrekkelige for å bestemme LC-eller EC₅₀-verdier. Det er tidligere vist at de salter som settes til ved nedbrytbarhetstesten kan ha en svak hemmende effekt på *Selenastrum*, men i dette tilfelle ble salttilsetningen redusert med 50%, som skal være tilstrekkelig til å unngå veksthemming. Observasjonene kan tyde på at mikroorganismene produserer metabolitter ved nedbrytningen som har en svak gifteffekt på alger og dafnier.

3. Kommentarer

Karakteriseringen av avløpsvann fra Statoil Bamble viser at rensingen i den periode prøvetakingen ble foretatt var effektiv m.h.t. reduksjon av suspendert materiale og kjemisk oksygenforbruk. Renseanlegget reduserte også innholdet av tungmetaller, men renseeffekten var forskjellig for ulike metaller.

Vannet i utløpet fra renseanlegget var klart, ufarget og hadde et meget lavt innhold av suspendert stoff. Også innholdet av løst organisk stoff var lavt. Næringssaltinnholdet betyr totalt en belastning av resipienten som tilsvarer ca. 250 personekvivalenter (p.e.) for nitrogen og 50 p.e. for fosfor. Nitratinnholdet i avløpsvannet etter rensing kan trolig reduseres ved å minke tilsetningen av urea i det biologiske renseanlegget.

Det ble ikke påvist noen organiske miljøgifter i utløpet fra renseanlegget. Samleparametrene AOX og EOCl viste ikke noe utslipp av klororganiske forbindelser. Rester av olje ble derimot funnet tilsvarende 0.43 mg/l totalt og 0.11 mg/l upolart.

Innholdet av ekstraherbare organiske stoffer i avløpsvannet var meget lavt, og det var ikke mulig å påvise innhold av potensielt bioakkumulerbare stoffer.

Konsentrasjonen av noen tungmetaller (kopper og kadmium) er noe høyere enn naturlige bakgrunnsnivåer i overflatevann og sjøvann, men belastningen av disse metallene på resipienten som følge av utslippet må regnes som ubetydelig.

Det ble ikke funnet noen gifteffekter i korttidstester med fisk, krepsdyr (dafnia) og alger. På denne bakgrunn, og med tanke på fortynningsforholdene i resipienten er det lite sannsynlig at utslippet kan gi giftvirkninger i resipienten.

Det løste organiske materialet i avløpsvannet er for en stor del biologisk nedbrytbart. 60-70% ble omsatt i løpet av 28 døgn ved 20°C. Lave konsentrasjoner av olje (0.12 mg/l) var igjen etter nedbrytningen.

Resultatet av den kjemiske og biologiske karakteriseringen av en ukeblandprøve (3-7/6 1991) av avløpsvann fra Statoil Bamble etter rensing gir ingen indikasjoner på at avløpsvannet har miljøskadelige egenskaper.

VEDLEGG 1

Adsorberbart organisk halogen (AOX)

Källqvist
NIVA

 **SENTER FOR
INDUSTRIFORSKNING**
Center for Industrial Research
Rapport

Deres ref.

Vår ref.
B.Holestøl

Direkte innvalg

Dato
27.8.91

Oppdragets tittel

Analyse av adsorberbart organisk halogen, AOX, i vannprøver.

Oppdrag nr
114401-098
1-91-093
1-91-098
1-91-113

Prøvene ble oppbevart dypfryste til analysen ble utført.

Prøvene var merket:

Statoil/Bamle urensset (1-91-098)

Statoil/Bamle før nedbryting (1-91-093)

Statoil/Bamle etter nedbryting (1-91-113)

AOX resultatene av prøvene lå på samme nivå som resultatet for blindprøvene da analysen ble utført, i området 5-20 µg AOX / liter. Usikkerheten i analysene var større enn normalt på grunn av at instrumentet var noe ustabil.
Usikkerheten er beregnet til å være ± 30 %.

Med vennlig hilsen
Senter for Industrieforskning

for

Arne Lund Kvernheim

Perit Hestvik

Grete Tveten
Grete Tveten

VEDLEGG 2

Ekstraherbart organisk klor (EOCl)

NIVA
T.Källqvist

Rapport

Deres ref.

Vår ref.
Berit Holestøl

Direkte innvalg
452824

Dato
28.08.91

Oppdragets tittel
Analyse av ekstraherbart organisk klor i 2 vannprøver

Oppdrag nr
114401-98
1-91-93
1-91-113

Den 16.08.91 og 11.07.91 ble det mottatt 2 prøver henholdsvis før og etter nedbrytning fra Statoil, Bamle.

ANALYSE (se vedlegg)

RESULTATER

Det er ikke påvist EOCL i noen av prøvene.

Deteksjonsgrensen er 0,006mg./l

Med vennlig hilsen
Senter for Industrieforskning

for
Arne Lund Kvernheim

Greta Tveten


Berit Holestøl

1 Vedlegg

20.1.89
AKR

ANALYSEPROSEDYRE

EKSTRAHERBART ORGANISK KLOR (EOCL) I VANN

Prøven ekstraheres 2 ganger med cyklohexan ved pH ~2.

Cyklohexanekstraktet fra de 2 ekstraksjonene kombineres og vaskes to ganger med vann med pH ~2 for å fjerne uorganisk klorid.

Ekstraktet tørkes med rensed Na_2SO_4 . Om nødvendig oppkonsentreres ekstraktet ved 50°C med svakt vakuum og nitrogenstrøm. EOCl bestemmes i en aliquot av utgangsekstraktet ved nøytronaktivering (NAA).

VEDLEGG 3

Olje

BÆRUM KOMMUNE
KOMMUNALAVDELINGEN FOR
TEKNISKE TJENESTER



VANN- OG KLOAKKVESENET
Postadresse
Postboks 34
1301 Sandvika
Kontor
Rådmann Halmrasts vei 18
Telefon *(02) 47 40 50

(STK)

Tablwa
Regnskap

Norsk institutt for vannforskning
v/Torsten Källquist
Postboks 69, Korsvoll

0808 OSLO 8

NORSK INSTITUTT FOR	
VANNFORSKNING	
J. nr.:	3577/91
Sak nr.:	404
Mottatt:	20.8

DERES REF.

VÅR REF.

DATO

552.24/KUS

Sandvika 12. august 1991

OLJEANALYSER

Vedlagt oversendes analyseresultatene for prøvene fra Neste Oxo, Stenungsund og for avløpsprøven fra Statoil Bamle. Prøvene ble henholdsvis mottatt laboratoriet på Løxa den 28.05.91 og den 28.06.91.

Resultatene er tidligere gitt pr.tlf. Faktura følger også vedlagt.

Før
Kjell A. Thomassen
vannverksjef

O. t. Sundt
Sjefing.

Karin Ugland Sogn
Karin Ugland Sogn
overing.

Vedlegg

BÆRUM KOMMUNE
Vann- og kloakkvesenet
Råd.m.Halmrastsv. 18
1300 Sandvika
Telefon (02)474050

Reg.lab. Vest, Løxa
Telefon (02)474739

OPPDRAG FOR: Statoil Bamble

PRØVE FRA :

PRØVE TATT:91/06/07
ANALYSENE AVSLUTTET.:

Journalnr.
1389
Prøve innkommet
91/06/28
Prøvetype
uke

PARAMETER

olje total	mg/l	.430
olje upol.	mg/l	.110
olje polar	mg/l	.320

Jnr.	Kommentar
1389	renset avløp

6.08.91 KUS
Sign.

STK

BÆRUM KOMMUNE
KOMMUNALAVDELINGEN FOR
TEKNISKE TJENESTER



VANN- OG KLOAKKVESENET
Postadresse
Postboks 34
1301 Sandvika
Kontor

Telefon *(02) 47 40 50

Norsk institutt for vannforskning
v/Torsten Källquist
Postboks 69, Korsvoll

0808 OSLO 8

NORSK INSTITUTT FOR	
VANNFORSKNING	
J. nr.:	4331/91
Sak nr.:	91088
Mottatt:	16.10

DERES REF.

VÅR REF.

DATO

552.24/KUS

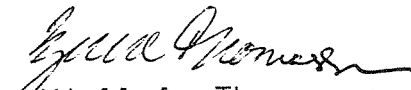
Sandvika 1. oktober 1991

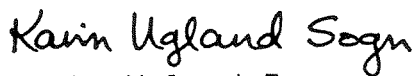
OLJEANALYSER

Vedlagt oversendes analyseresultatet for prøven fra Statoil Bamle. Prøvene ble mottatt laboratoriet på Løxa den 17.09.91

Vi gjør oppmerksom på at oljeprøver med lavt innhold av hydrokarboner må ekstraheres innen 3 døgn for å hindre videre nedbrytning av oljekomponenter.

Faktura følger vedlagt.


Kjell A. Thomassen
vannverksjef


Karin Ugland Sogn
overing.

Vedlegg

BÆRUM KOMMUNE
Vann- og kloakkvesenet
Rådm.Halmråstsv. 18
1300 Sandvika
Telefon (02)474050

Reg.lab. Vest, Løxa
Telefon (02)474739

OPPDRAG FOR:NIVA

PRØVE FRA :

PRØVE TATT:
ANALYSENE AVSLUTTET.:

Journalnr.
2256
Prøve innkommet
91/09/17
Prøvetype

PARAMETER

olje total	mg/l		.120
olje upol.	mg/l	<	.100
olje polar	mg/l		.120

Jnr. Kommentar

2256 Statoil Bamble

30.09.91 KUS
Sign.

VEDLEGG 4

Priority pollutants



STK
m. vedlegg

SENTER FOR INDUSTRIFORSKNING

Center for Industrial Research

NIVA
v/T. Källqvist
Postboks 69 Korsvoll
0808 Oslo 8

NOR. INSTIC
INDUSTRIFORSKNING
J. nr. 4127/91
Sak nr. 91073
Mottatt: 4.10.91

Rapport

Deres ref.	Vår ref.	Direkte innvalg	Dato
	HVD/raw	02 452852	29.9.1991
Oppdragets tittel			Oppdrag nr
Analyse av "Priority Pollutants" i en vannprøve			114401-98
			1-91-93

Vi mottok 11.7.91 en vannprøve fra Statoil, Bamble, for analyse av "Priority Pollutants".
Prøven var merket:
Blandprøve, utløp renseanlegg 3-7/6-91. Prøven var tatt før nedbryting og ble oppbevart ved -20°C.

Resultat

Tabell 1 viser at ingen av de 71 "Priority Pollutants" komponentene ble funnet i prøven.
I Tabell 2 står kvantifiseringsgrensene. Figur 1 viser et GC/MS-kromatogram av prøven.

Metodebeskrivelsen er vedlagt.

Med hilsen
Senter for Industrieforskning

Nina Gjøs
Nina Gjøs

Hilde Drangsholt
Hilde Drangsholt

Vedlegg

Tabell 1. Priority Pollutants i Blandprøve, utløp renseanlegg 3-7/-91(µg/l).

Mono og bicykliske aromater:

Benzen
Toluen
Etylbenzen
m-/p-Xylen
o-Xylen
Styren
Naftalen
2-Metylnaftalen
1-Metylnaftalen
2,3-Dimetylnaftalen
2,3,5-Trimetylnaftalen
Bifenyl

Polycykliske aromatiske hydrokarboner:

Dibenzofuran
Fenantren
Dibenzotiofen
Pyren
Fluoranten
Benzo(b)fluoren
Benzo(a)antracen
Krysen/Trifenylen
Benzo(e)pyren
Benzo(a)pyren
Indeno(1,2,3-c,d)pyren
Benzo(ghi)perylene
Benzo(b/j/k)fluoranten

Klorerte aromater:

Klorbenzen
1,3-Diklorbenzen
1,4-Diklorbenzen
1,2-Diklorbenzen
1,2,4-Triklorbenzen
Pentaklorbenzen
Heksaklorbenzen
Oktaklorstyren
Tetraklorbifenyl
Pentaklorbifenyl
Heksaklorbifenyl
Diklor-p-cymen

Aromatiske nitrogen-forbindelser:

Nitrobenzen
Difenylamin

Fosfat-estere:

Tri-n-butylfosfat
Trifenylfosfat
Trikresylfosfat

Fenoler:

Fenol
o-Kresol
m-/p-Kresol
2-Nitrofenol
p-Nonylfenol
2,4,6-Triklorfenol
Pentaklorfenol
Tetraklorguajakol

Pesticider:

Lindan
4,4'-DDE
4,4'-DDD
4,4'-DDT

Ftalater/adipater:

Dimetylfталat
Dietylfталat
Di-n-butylftalat
Butylbenzylftalat
Di-(2-etylheksyl)ftalat
Di-(2-etylheksyl)adipat

Halogenerte alifater:

Kloroform
Bromdiklorometan
Dibromklorometan
Bromoform
Tetraklorometan
Trikloretan
1,1,1-Trikloretan
1,1,2-Trikloretan
Tetrakloretan
Heksakloretan

Etere:

Dioksan

*: Mengden er under kvantifiseringsgrensen.

!: Mengden er over kvantifiseringsgrensen.

Tabell 2 Kvantifiseringsgrenser for "Priority Pollutants" i vann (µg/l).

Mono og bicykliske aromater:

Benzen	10.	- 1000.
Toluen	5.	- 500.
Etylbenzen	1.	- 100.
m-/p-Xylen	2.	- 200.
o-Xylen	1.	- 100.
Styren	1.	- 100.
Naftalen	1.	- 100.
2-Metylnaftalen	1.	- 100.
1-Metylnaftalen	1.	- 100.
2,3-Dimetylnaftalen	1.	- 100.
2,3,5-Trimetylnaftalen	1.	- 100.
Bifenyyl	1.	- 100.

Polycykliske aromatiske hydrokarboner:

Dibenzofuran	5.	- 100.
Fenantren	1.	- 100.
Dibenzotiofen	1.	- 100.
Pyren	1.	- 100.
Fluoranten	1.	- 100.
Benzo(b)fluoren	1.	- 100.
Benzo(a)antracen	1.	- 100.
Krysen/Trifenylen	1.	- 100.
Benzo(e)pyren	5.	- 100.
Benzo(a)pyren	5.	- 100.
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	5.	- 100.
Benzo(ghi)perylen	5.	- 100.
Benzo(b/j/k)fluoranten	5.	- 100.

Klorerte aromater:

Klorbenzen	1.	- 100.
1,3-Diklorbenzen	1.	- 100.
1,4-Diklorbenzen	1.	- 100.
1,2-Diklorbenzen	1.	- 100.
1,2,4-Triklorbenzen	1.	- 100.
Pentaklorbenzen	1.	- 100.
Heksaklorbenzen	1.	- 100.
Oktaklorstyren	5.	- 100.
Tetraklorbifenyyl	5.	- 100.
Pentaklorbifenyyl	10.	- 100.
Heksaklorbifenyyl	5.	- 100.
Diklor-p-cymen	5.	- 100.

Aromatiske nitrogen-forbindelser:

Nitrobenzen	1.	- 100.
Difenyylamin	1.	- 100.

Fosfat-estere:

Tri-n-butylfosfat	1.	- 100.
Trifenylfosfat	5.	- 100.
Trikresylfosfat	5.	- 100.

Fenoler:

Fenol	1.	- 100.
o-Kresol	1.	- 100.
m-/p-Kresol	2.	- 200.
2-Nitrofenol	1.	- 100.
p-Nonylfenol	10.	- 100.
2,4,6-Triklorfenol	1.	- 100.
Pentaklorfenol	5.	- 100.
Tetraklorguajakol	5.	- 100.

Pesticider:

Lindan	1.	- 100.
4,4'-DDE	1.	- 100.
4,4'-DDD	1.	- 100.
4,4'-DDT	1.	- 100.

Ftalater/adipater:

Dimetylfталat	1.	- 100.
Dietylfталat	1.	- 100.
Di-n-butylfталat	5.	- 100.
Butylbenzylfталat	1.	- 100.
Di-(2-etylheksyl)fталat	5.	- 100.
Di-(2-etylheksyl)adipat	1.	- 100.

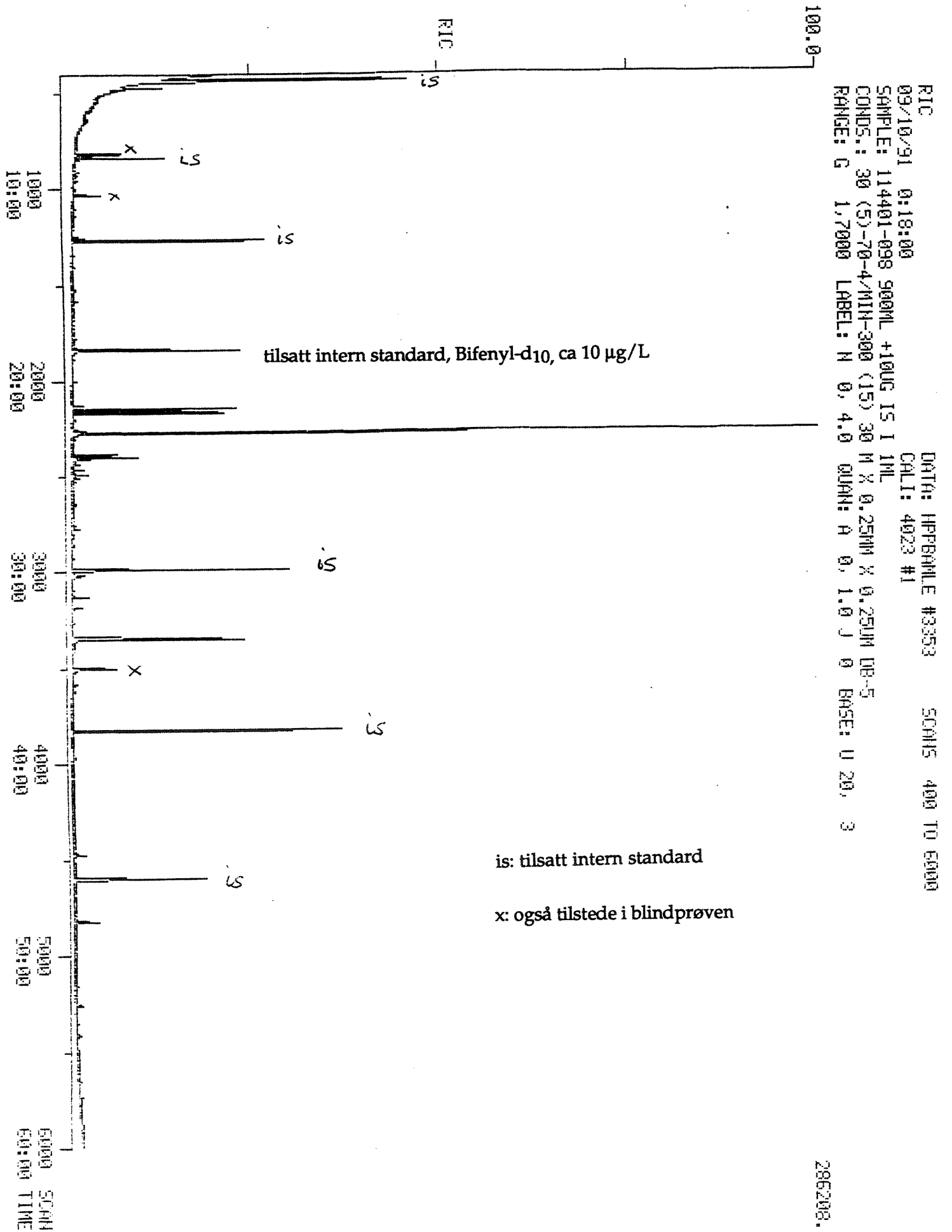
Halogenerte alifater:

Kloroform	0.10	- 100.
Bromdiklormetan	0.10	- 100.
Dibromklormetan	0.10	- 100.
Bromoform	0.10	- 100.
Tetraklormetan	0.10	- 100.
Trikloretan	0.10	- 100.
1,1,1-Trikloretan	0.10	- 100.
1,1,2-Trikloretan	0.10	- 100.
Tetrakloretan	0.10	- 100.
Heksakloretan	0.10	- 100.

Etere:

Dioksan	5.	- 100.
---------	----	--------

Figur 1. GC/MS-kromatogram av "Blandprøve, utløp renseanlegg 3-7/6-91"



Vedlegg

Priority Pollutants

Metodebeskrivelse

1 l vannprøve tilsettes 10 µg deutererte standarder (toluen-d₈, naftalen-d₈, bifenyl-d₁₀, fenantren-d₁₀, pyren-d₁₀, krysen-d₁₂ og fenol-d₆). Prøven blir ekstrahert med diklormetan først surt (pH1-2), deretter basisk (pH11-12). Ekstraktet dampes inn til ca 1 ml og analyseres med koblet gasskromatografi/-massespektrometri (GC/MS). Prøven kvantifiseres vha standardløsninger opparbeidet likt med prøven.

De halogenerte alifatene bestemmes i et uinndampet pentanekstrakt vha gasskromatograf med electron capture detector (GC/ECD).

Instrumentbetingelser

Massespektrometer	:	Finnigan 4023
Gasskromatograf	:	Finnigan 9610
Datasystem	:	Super Incos, NOVA 4X
Disk-drive	:	Priam. 70M byte
GC-kolonne	:	30m x 0,25 mm, 0,25 µm DB-5

Temperaturer

Kolonne	:	30° C (5 min)-70 C-4° C/min-300 °C (10 min)
Injektor	:	270°C
Interface	:	250°C
Ionekilde	:	250°C

Bæregass	:	He
Ionisering	:	70 eV
Scan frekvens	:	0,6 sec/scan
Masseområde	:	35-400
Injeksjon	:	2 µl

VEDLEGG 5

PAH

Källqvist
NIVA

Rapport

Deres ref.

Vår ref.
B.Holestøl

Direkte innvalg

Dato
27.8.91

Oppdragets tittel

Analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH, i vannprøver.

Oppdrag nr
114401-098
1-91-093
1-91-113

Prøvene ble oppbevart kjølig til de ble analysert etter vår standard metode for PAH i vannprøver.

Prøvene var merket: Før og Etter nedbryting Statoil/Bamle.

Det ble ikke funnet PAH i de 2 prøvene.

Deteksjonsgrensen for PAH i analysen var 0,03µg/l vann.

Analysemetoden er vedlagt.

Med vennlig hilsen
Senter for Industrieforskning

for

Arne Lund Kvernheim

Perit Helseth

Grete Tveten
Grete Tveten

GTV 26.6.90

VEDLEGG

Analyse av PAH i vannprøver

Vannprøven blir ekstrahert med cyklohexan tilsatt indre standard (3,6-dimethylphenantrene, β,β binaphtyl) i aceton, på magnetrører, eller i skilletrakt avhengig av volumet.

Er det partikler i vannprøven, blir den ekstrahert med isopropanol/cyklohexan (1:1).

Ekstraktene vaskes med vann, tørkes med natriumsulfat og dampes inn til lite volum før analyse på en gasskromatograf med masseselektiv detektor (GC/MS).

Det blir benyttet en metode for identifisering av de enkelte PAH-forbindelsene ved å registrere forbindelsenes spesifikke ion (SIM) innenfor et bestemt tidsintervall. De enkelte PAH-forbindelsene blir kvantifisert ved hjelp av en kjent tjærestandard og de tilsatte indre standarder. Foran en prøveserie blir det analysert en tjærestandard og en standard med noen innveide PAH-forbindelser.

VEDLEGG 6

Bioakkumuleringspotensiale

NIVA
v/T.Källqvist

Rapport

Deres ref.	Vår ref. Berit Holestøl	Direkte innvalg 452824	Dato 28.08.91
Oppdragets tittel Bestemmelse av potensielt bioakkumulerbart materiale i en vannprøve fra Statoil, Bamle.			Oppdrag nr 114401-98 1-91-93

Den 16.08.91 ble det mottatt en vannprøve merket "Blandprøve, utløp renseanlegg 3-7/6-91. Prøven skulle analyseres på potensielt bioakkumulert materiale ved tynnsjikt-kromatografi og gasskromatografisk analyse med flammejonisasjonsdetektor (FID).

ANALYSE.

Prøven på 2l. ble ekstrahert med sykloheksan ved pH ca.2, isolert og vasket med vann pH ca.2. Ekstraktet ble tørket med Na₂SO₄ og oppkonsentrert til lite volum. For å bestemme hvor stor mengde ekstraherbart materiale det var i prøven, ble ekstraktet analysert på gasskromatografi. Beregnet ut fra en indre standard n-C₁₈H₃₈ var det for små mengder til å gå videre med på tynnsjikt.

RESULTATER.

På grunnlag av GC-kromatogrammet av ekstraktet er mengde organisk ekstraherbart materiale beregnet til 0,05mg/l. Verdien, som er beregnet ut fra indre standard C₁₈H₃₈, er for lav (på deteksjonsgrensen) til å analyseres på tynnsjikt-kromatografi.

Med vennlig hilsen
Senter for Industrieforskning

for

Arne Lund Kvernheim

Grete Tveten


Berit Holestøl

2 Vedlegg

VEDLEGG

METODE FOR BESTEMMELSE AV POTENSIELT BIOAKKUMULERBARE SUBSTANSER

Surt ekstrakt

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

I Fraksjon: Applikasjonsone

II " : Pow $>10^5$

III " : Pow $10^3 - 10^5$

Lipofile eller potensielt bioakkumulerbare organiske forbindelser ble bestemt ved tynnsjiktskromatografi av sykloheksanekstrakter av vannprøvene. Metoden er en tillempning av en metode utarbeidet av Lars Renberg et al.¹⁾ Substanser med en fordelingskonstant oktanol/vann Pow $>10^3$ ble regnet som potensielt bioakkumulerbare. Fraksjonene ble utskrapet og ekstrahert med sykloheksan/isopropanol (1:1) 3 ganger. De samlede ekstraktene ble ristet med vann pH ca 2. Sykloheksanekstraktet ble vasket med surt vann og tørket med natriumsulfat.

Den potensielt bioakkumulerbare mengden i hvert ekstrakt ble bestemt ved gasskromatografisk analyse med flammeionisasjonsdetektor (FID). Arealet av de enkelte toppene relatert til en indre 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 indre 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.

Forsøksbetingelser ved GC analysen: Kapillærkolonne, fused silica, DB5, 1. 30 m indre diam. = 0,24 mm

program: Starttemp. $60^{\circ}C$, henstand 2 min
oppv.hast $5^{\circ}C/min$
sluttemp. $280^{\circ}C$, henstand 8 min,
attn. 2³

standard: $n-C_{18}H_{38}$ = 106.9 $\mu g/ml$

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

14.50

15.45

Indre standard C₁₀H₁₈

VEDLEGG 7

Toksisitet, alger

Testrapport

Toksisitetstest med alger, ISO 8692

Teststoff: Statoil, Bamble, rensset avløpsvann, ukeblandprøve 3-7/6-1991

Test data

Organisme:	<i>Selenastrum capricornutum</i> NIVA CHL 1
Testparameter:	Veksthastighet fra start til 72 timer
Stamkultur:	Semi-kontinuerlig i 10% Z8 vekstmedium (Staub 1961)
Start dato:	12.06.91
Konsentrasjoner:	25%, 40%, 63% og 90%
Test medium:	ISO 8692
Inkuberingsutstyr:	Gyngbord
Dyrkingsflasker:	100 ml ståkolber med 50 ml medium
Lys:	70 $\mu\text{E m}^2 \text{s}^{-1}$, kontinuerlig fra dagslys-type lysstoffrør
Temperatur:	20 °C
pH i	Start : 7.5 Slutt: 7.8
Vekstmåling:	Partikkel telling med Coulter Multisizer
Beregning av EC_{50} *	Probit transformering og lineær regression av probit verdier mot log konsentrasjon.
Beregning av NOEC *	t-test

Resultater

Celletetthet på hvert målepunkt, den beregnede areal under vekstkurve og veksthastighet i hver kolbe er vist på vedlagt skjema. Middelerverdier for kontroller og ved ulike konsentrasjoner av teststoff er listet lengst ned på å skjemaet. Vekstkurver for hver konsentrasjon av teststoffet er vist i figur 1. Konsentrasjon/responskurven er vist i figur 2.

Parameter	Enhet	EC_{50}	95% konf. int.	EC_{10}	95% konf. int.	NOEC
Veksthastighet	%	>90	-	>90	-	>90

Kommentar

Det ble ikke observert veksthemming i noen av de testede konsentrasjonene opp til 90%. EC-verdier kan derfor ikke beregnes.

Ansvarlig for testen: Torsten Källqvist

* EC_{50} = Den konsentrasjon som gir 50% reduksjon av testparameteren i forhold til kontrollkulturer

* NOEC = Høyeste testede konsentrasjon uten signifikant effekt

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

Statoil Bamble, rensed avløpsvann

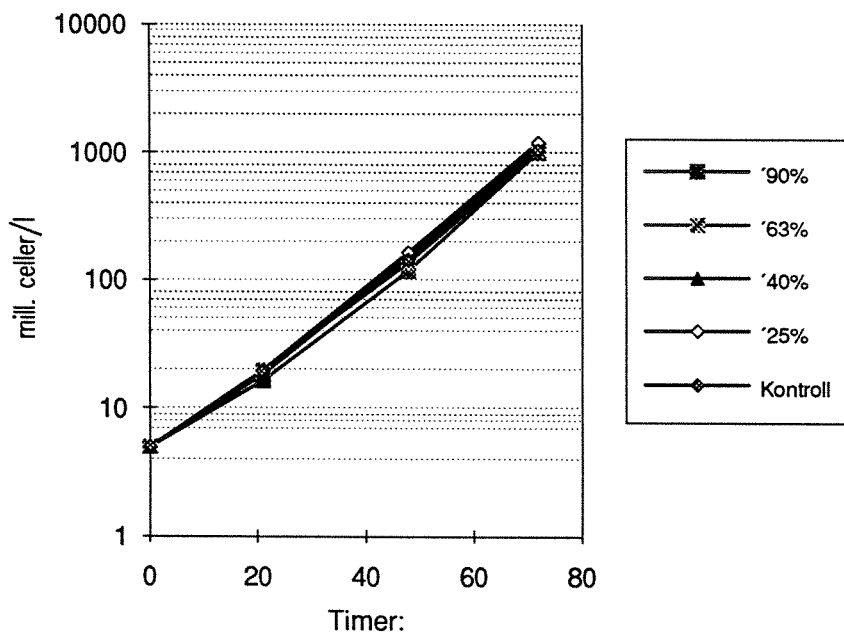


Fig. 1. Vekstkurver for *Selenastrum capricornutum* i ulike konsentrasjoner av rensed avløpsvann fra Statoil Bamble.

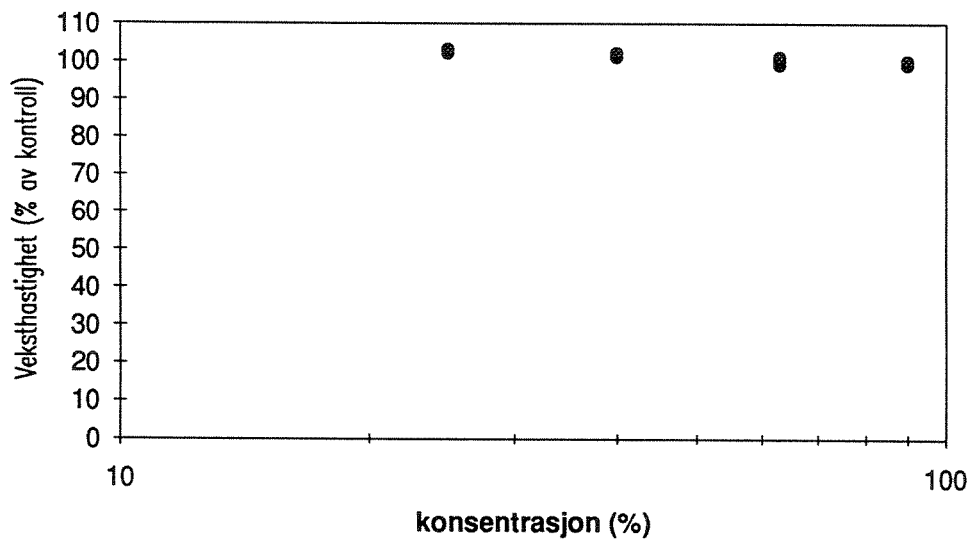


Fig. 2. Effekt av rensed avløpsvann fra Statoil Bamble på veksthastigheten til *Selenastrum capricornutum*.

TEST:>> ISO DIS/8692

Dato>>> 12.6.91

TESTSTOFF>>>> Statoil Bamble, rensset avløpsvann 3-7/-91

TESTALGE>>>> *Selenastrum capricornutum*

Medium ISO

INOKULUM>>>> 5 mill. celler/l

		Dag 1	Dag 2	Dag 3	Areal	Areal %	V. hast.	V. hast %
Timer:		21	48	72				
		mill/l	mill/l	mill./l				
Kons. 1	'90%	16	116	962	14579	89	1.75	99
		15	114	997	14924	91	1.77	99
		18	122	1041	15728	96	1.78	100
Kons. 2	'63%	19	126	997	15326	93	1.77	99
		20	130	1051	16100	98	1.78	100
		20	152	1093	17165	105	1.80	101
Kons. 3	'40%	17	142	1092	16826	103	1.80	101
		19	150	1168	17990	110	1.82	102
		19	158	1133	17774	108	1.81	102
Kons. 4	'25%	19	162	1242	19184	117	1.84	103
		20	160	1136	17885	109	1.81	102
		20	168	1210	18977	116	1.83	103
Kons. 5								
Kons. 6								
Kons. 7								
Kontroll		20	122	889	13952	85	1.73	97
		20	142	951	15206	93	1.75	98
		20	146	1066	16688	102	1.79	100
		18	152	1046	16553	101	1.78	100
		18	146	1131	17420	106	1.81	102
		20	162	1187	18548	113	1.82	102

MIDDELVERDIER

'90%	Mv.	16.33	117.33	1000.00	15077	91.96	1.77	99.25
	St. d.	1.25	3.40	32.32	481	2.94	0.01	0.60
'63%	Mv.	19.67	136.00	1047.00	16197	98.80	1.78	100.11
	St. d.	0.47	11.43	39.29	754	4.60	0.01	0.71
'40%	Mv.	18.33	150.00	1131.00	17530	106.93	1.81	101.56
	St. d.	0.94	6.53	31.06	506	3.08	0.01	0.52
'25%	Mv.	19.67	163.33	1196.00	18682	113.95	1.83	102.60
	St. d.	0.47	3.40	44.39	570	3.48	0.01	0.70
0.00	Mv.							
	St. d.							
0.00	Mv.							
	St. d.							
0.00	Mv.							
	St. d.							
Kontroll	Mv.	19.33	145.00	1045.00	16394	100.00	1.78	100.00
	St. d.	0.94	12.10	100.97	1482	9.04	0.03	1.84

Testrapport

Toksisitetstest med alger, ISO 8692

Teststoff: Statoil, Bamble, urensset avløpsvann, ukeblandprøve 3-7/6-1991

Test data

Organisme: *Selenastrum capricornutum* NIVA CHL 1
Testparameter: Veksthastighet fra start til 72 timer
Stamkultur: Semi-kontinuerlig i 10% Z8 vekstmedium (Staub 1961)
Start dato: 15.06.91
Konsentrasjoner: 4%, 6.3%, 10%, 16%, 25%, 40%, 63% og 90%
Test medium: ISO 8692
Inkuberingsutstyr: Gyngbord
Dyrkingsflasker: 100 ml ståkolber med 50 ml medium
Lys: 70 $\mu\text{E m}^2 \text{s}^{-1}$, kontinuerlig fra dagslys-type lysstoffrør
Temperatur: 20 °C
pH i Start : 7.5 Slutt: 7.8
Vekstmåling: Partikkeltelling med Coulter Multisizer
Beregning av EC_{50} * Probit transformering og lineær regression av probit verdier mot log konsentrasjon.
Beregning av NOEC * t-test

Resultater

Celletetthet på hvert målepunkt, den beregnede areal under vekstkurve og veksthastighet i hver kolbe er vist på vedlagt skjema. Middelerverdier for kontroller og ved ulike konsentrasjoner av teststoff er listet lengst ned på å skjemaet. Vekstkurver for hver konsentrasjon av teststoffet er vist i figur 1. Konsentrasjon/responskurven er vist i figur 2.

Parameter	Enhet	EC_{50}	95% konf. int.	EC_{10}	95% konf. int.	NOEC
Veksthastighet	%	25	20 - 32	1.9	1.1 - 3.2	<4

Ansvarlig for testen: Torsten Källqvist

* EC_{50} = Den konsentrasjon som gir 50% reduksjon av testparameteren i forhold til kontrollkulturer

* NOEC = Høyeste testede konsentrasjon uten signifikant effekt

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

Statoil Bamble, urensset avløpsvann 3-7/6-91

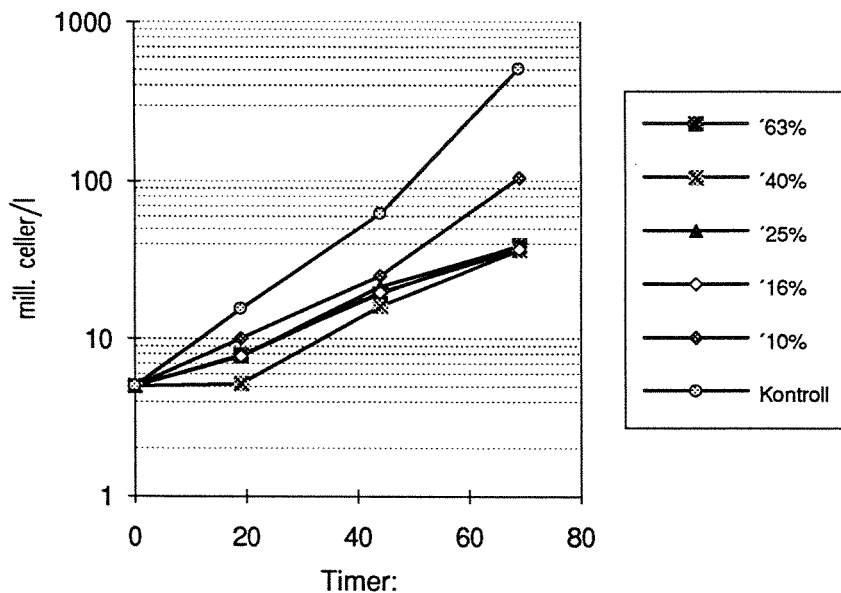


Fig. 1. Vekstkurver for *Selenastrum capricornutum* i ulike konsentrasjoner av urensset avløpsvann fra Statoil Bamble.

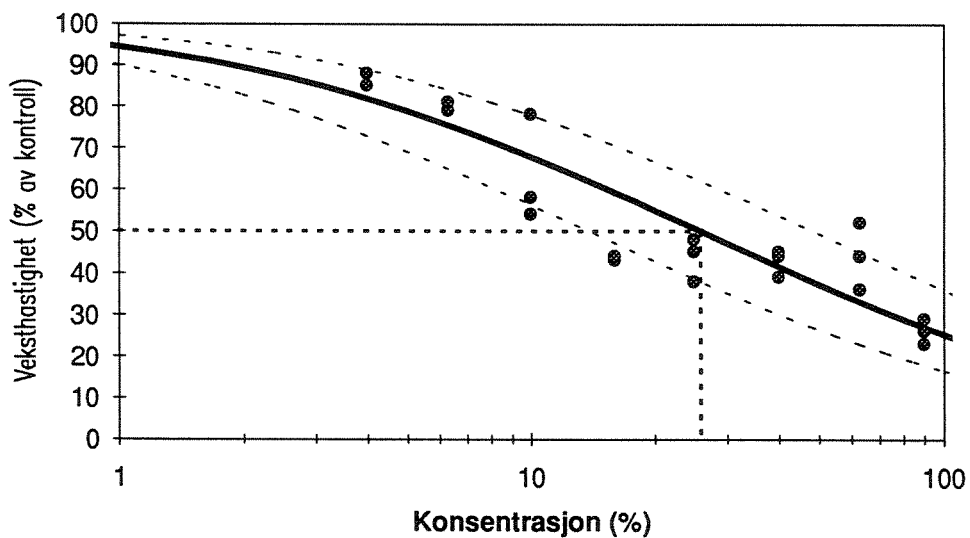


Fig. 2. Effekt av urensset avløpsvann fra Statoil Bamble på veksthastigheten til *Selenastrum capricornutum*.

TEST:>>> ISO/DIS 8692

Dato>>> 15.6.91

TESTSTOFF>>>> Statoil Bamble, urensset avløpsvann 3-7/6-91

TESTALGE>>>> *Selenastrum capricornutum*

Medium 10% Z8

INOKULUM>>>> 5 mill. celler/l

		Dag 1	Dag 2	Dag 3	Areal	Areal %	V. hast.	V. hast %
Timer:		19	44	69				
		mill/l	mill/l	mill./l				
Kons. 1	63%	13	29	54	1389	18	0.83	52
		4.8	12.5	26	446	6	0.57	36
		5.8	16	37	693	9	0.70	43
Kons. 2	40%	5	17	39	725	9	0.71	45
		6	17	40	760	10	0.72	45
		4.5	14	30	527	7	0.62	39
Kons. 3	25%	8.6	23	46	1042	13	0.77	48
		7.8	19	29	712	9	0.61	38
		6.8	22	40	902	11	0.72	45
Kons. 4	16%	7.5	20	36	818	10	0.69	43
		8	19	37	816	10	0.70	43
		7.8	20	38	849	11	0.71	44
Kons. 5	10%	9	24	60	1251	16	0.86	54
		10	26	72	1473	19	0.93	58
		11	25	181	2832	36	1.25	78
Kons. 6	6.3%	13	40	186	3314	42	1.26	79
		13	41	190	3389	43	1.27	79
		11	42	206	3570	45	1.29	81
Kons. 7	4.0%	13	44	248	4189	53	1.36	85
		13	47	250	4289	54	1.36	85
		13	47	288	4764	61	1.41	88
Kontroll		15	62	533	8245	105	1.62	101
		16	62	545	8417	107	1.63	102
		16	71	586	9155	116	1.66	103
		16	60	458	7280	93	1.57	98
		15	57	429	6820	87	1.55	97
		14	60	463	7298	93	1.58	98

MIDDELVERDIER

63%	Mv.	7.87	19.17	39.00	842	10.70	0.70	43.66
	St. d.	3.65	7.10	11.52	399	5.07	0.10	6.48
40%	Mv.	5.17	16.00	36.33	670	8.52	0.69	42.90
	St. d.	0.62	1.41	4.50	103	1.30	0.05	2.83
25%	Mv.	7.73	21.33	38.33	885	11.25	0.70	43.85
	St. d.	0.74	1.70	7.04	135	1.72	0.07	4.20
16%	Mv.	7.77	19.67	37.00	828	10.52	0.70	43.47
	St. d.	0.21	0.47	0.82	15	0.19	0.01	0.48
10%	Mv.	10.00	25.00	104.33	1852	23.53	1.01	63.29
	St. d.	0.82	0.82	54.43	699	8.88	0.17	10.50
6.3%	Mv.	12.33	41.00	194.00	3424	43.51	1.27	79.45
	St. d.	0.94	0.82	8.64	107	1.37	0.02	0.96
4.0%	Mv.	13.00	46.00	262.00	4414	56.09	1.38	85.94
	St. d.	0.00	1.41	18.40	251	3.19	0.02	1.49
Kontroll	Mv.	15.33	62.00	502.33	7869	100.00	1.60	100.00
	St. d.	0.75	4.36	55.75	803	10.20	0.04	2.41

Testrapport

Toksisitetstest med alger, ISO 8692

Teststoff: Statoil, Bamble, rensed avløpsvann, ukeblandprøve 3-7/6-1991 etter nedbrytning
Test data

Organisme:	<i>Selenastrum capricornutum</i> NIVA CHL 1
Testparameter:	Veksthastighet fra start til 72 timer
Stamkultur:	Semi-kontinuerlig i 10% Z8 vekstmedium (Staub 1961)
Start dato:	15.06.91
Konsentrasjoner:	40% , 63% og 90%
Test medium:	ISO 8692
Inkuberingsutstyr:	Gyngebord
Dyrkingsflasker:	100 ml ståkolber med 50 ml medium
Lys:	70 $\mu\text{E m}^2 \text{s}^{-1}$, kontinuerlig fra dagslys-type lysstoffør
Temperatur:	20 °C
pH i	Start : 7.5 Slutt: 7.8
Vekstmåling:	Partikkeltelling med Coulter Multisizer
Beregning av EC_{50} *	Probit transformering og lineær regressjon av probit verdier mot log konsentrasjon.
Beregning av NOEC *	t-test

Resultater

Celletetthet på hvert målepunkt, den beregnede areal under vekstkurve og veksthastighet i hver kolbe er vist på vedlagt skjema. Middelveidier for kontroller og ved ulike konsentrasjoner av teststoff er listet lengst ned på å skjemaet. Vekstkurver for hver konsentrasjon av teststoffet er vist i figur 1. Konsentrasjon/responskurven er vist i figur 2.

Parameter	Enhet	EC_{50}	95% konf. int.	EC_{10}	95% konf. int.	NOEC
Veksthastighet	%	>100	-	61	58-65	63%

Ansvarlig for testen: Torsten Källqvist

* EC_{50} = Den konsentrasjon som gir 50% reduksjon av testparameteren i forhold til kontrollkulturer

* NOEC = Høyeste testede konsentrasjon uten signifikant effekt

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

Statoil Bamble, ukeprøve 3-7/6-91 etter nedbrytning

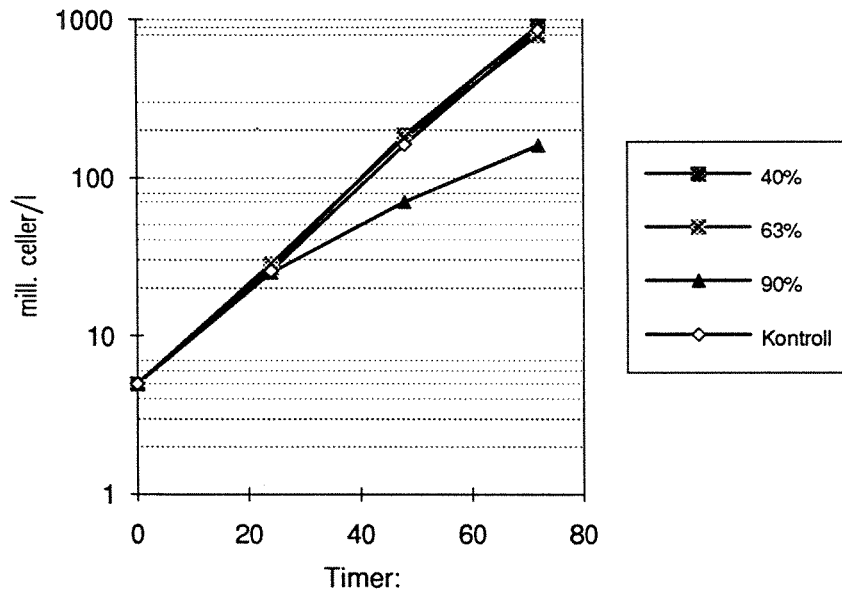


Fig. 1. Vekstkurver for *Selenastrum capricornutum* i ulike konsentrasjoner av renet avløpsvann fra Statoil Bamble etter nedbrytning.

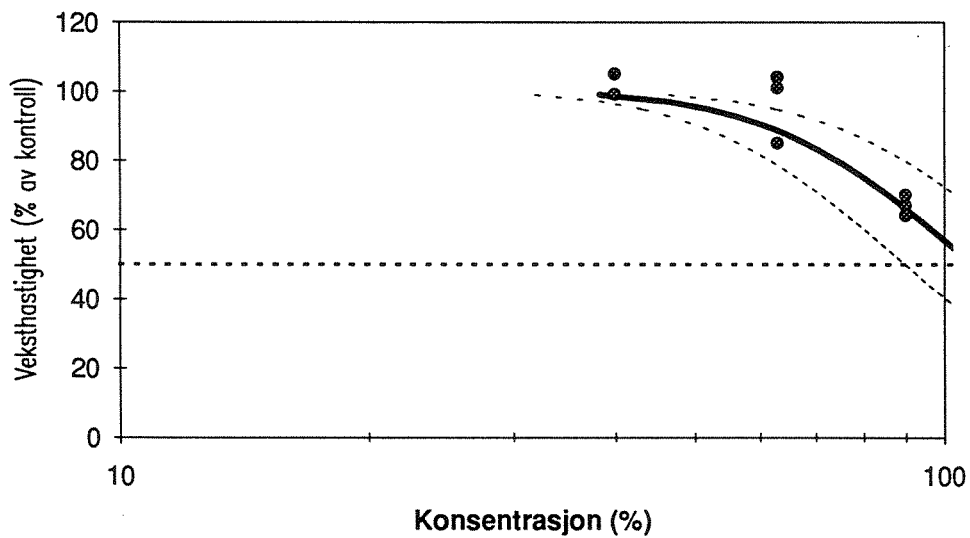


Fig. 2. Effekt av renet avløpsvann fra Statoil Bamble etter nedbrytning på veksthastigheten til *Selenastrum capricornutum*.

TEST:>> ISO 8692

Dato>>> 16.7.91

TESTSTOFF>>>> Statoil Bamble, ukeprøve 3-7/6-91 etter nedbrytning

TESTALGE>>>> *Selenastrum capricornutum*

Medium ISO 8692

INOKULUM>>>> 5 mill. celler/l

	Timer:	Dag 1	Dag 2	Dag 3	Areal	Areal %	V. hast.	V. hast %
		24	48	72				
		mill/l	mill/l	mill./l				
Kons. 1	40%	27	159	808	13860	95	1.70	99
		24	172	810	14124	97	1.70	99
		30	227	1110	19188	132	1.80	105
Kons.2	63%	29	120	395	8016	55	1.46	85
		28	216	1066	18348	126	1.79	104
		28	202	917	16224	112	1.74	101
Kons. 3	90%	27	77	160	4116	28	1.16	67
		25	79	186	4428	31	1.21	70
		23	54	136	3180	22	1.10	64
Kons. 4								
Kons. 5								
Kons. 6								
Kons. 7								
Kontroll		25	160	850	14340	99	1.71	100
		27	172	916	15468	107	1.74	101
		25	154	812	13740	95	1.70	99

MIDDELVERDIER

0.40 Mv:	27.00	186.00	909.33	15724	108.32	1.73	100.90
St. d.	2.45	29.47	141.90	2452	16.89	0.05	2.90
0.63 Mv.	28.33	179.33	792.67	14196	97.80	1.66	96.81
St. d.	0.47	42.34	287.70	4455	30.69	0.15	8.49
0.90 Mv.	25.00	70.00	160.67	3908	26.92	1.15	67.28
St. d.	1.63	11.34	20.42	530	3.65	0.04	2.48
0.00 Mv.							
St. d.							
0.00 Mv.							
St. d.							
0.00 Mv.							
St. d.							
0.00 Mv.							
St. d.							
Kontroll Mv.	25.67	162.00	859.33	14516	100.00	1.72	100.00
St. d.	0.94	7.48	42.97	716	4.93	0.02	0.97

VEDLEGG 7

Toksisitet, *Daphnia magna*

TESTRAPPORT
TOKSISITETSTEST MED DAFNIER

Testmetode: ISO 6341 Water Quality - Determination of the Inhibition of the motility Of Daphnia magna

Testorganisme: Daphnia magna, klon fra Gøteborg Universitet.
Kultivering: Vedlikeholdt i 5 µm filt. naturlig overflatevann tilsatt 20 % ISO 6341 salter og foret med Selenastrum capricornutum som er dyrket på 1/10 Z8 næringssaltløsning.

Lysforhold: 700 lux

Teststoff: Renset avløpsvann fra Statoil, Bamble, før og etter nedbrytning.

Testdata:

Testperiode: 16.7. 1991

Testmedium: Naturlig overflatevann tilsatt 20 % ISO 6341 salter.

Testbetingelser: Antall enheter: 4 pr. testkonsentrasjon

Antall individ pr enhet: 5-9

Testtemperatur: 20 +/- 0.5° C

Lysforhold: 700 lux. Oksygenmetn: >90 %

pH, høyeste testkonsentrasjon: Start Slutt

Kontroll 8.0 7.3

8.0 7.5

Testkonsentrasjoner: 100 %

Kontrollstoff: Kaliumdikromat, 24 t EC₅₀ = 0.20 mg/l

Resultater:

% dødelighet (immobilitet) i kontrollene: 24t = 11% 48t = 21%

48 timers eksponering: LC-verdier med 95 % konfidensintervall

Prøvestadium	% døde (immob) ved 100 % kons.	EC - 50
Før nedbrytning	3.8 %	> 100 %
Etter nedbrytning	27.0 %	> 100 %

Testansvarlig: Renee Katrin Bechmann

VEDLEGG 8

Toksisitet, fisk

Testrapport

Toksisitetstest med fisk OECD 203

Teststoff

Avløpsvann fra Statoil bamble etter rensing, blandprøve 3-7/6 1991.

Testmetode

Testen er utført i overensstemmelse med "OECD Guidelines for testing of chemicals" (No. 203; Fish, acute toxicity test) og en noe modifisert Norsk Standard, NS 4717; "Bestemmelse av kjemiske produkters og avløpsvanns akutte toksisitet for ferskvannsfisk".

Testorganisme

Ettårig (1+) av ørret, med middelvekt 4.7 g og -lengde 7.4 cm. Fisken var hentet på et oppdrettanlegg ved Oslo (OFA-Sørkedalen) og tilvendt forholdene på laboratoriet.

Utførelse

På grunn av liten giftighet ble avløpsvannet bare testet ufortynnet. Forsøket ble utført i et glassakvarium med 10 l vann og 7 fisk. Testfiskene ble overført til ny løsning hvert døgn (semistatisk metode) og forsøket pågikk i 4 døgn. Fisken ble observert ved skift en gang i døgnet. Løsningene ble luftet. Temperaturen under forsøket var 11.4 ± 0.2 °C. Vannkvaliteten i det benyttede fortynningsvannet fremgår av tabell 1. Vannet er et typisk norsk overflatevann, bløtt, svakt surt og med relativt lite innhold av løste organiske stoffer.

Tabell 1. Noen kjemiske data for vann benyttet i test med ørret (Maridalsvann)

pH		6.3
Konduktivitet	ms/m 25 °C	3.2
Farge	mg Pt/l	21
Perm. tall	mg O/l	4.0
Hardhet	mgCaCO ₃ /l	11

Resultat

I det konsentrerte avløpsvannet overlevde samtlige fisk i 4 døgn uten symptomer på skadevirkninger. Dette gjorde det ikke aktuelt å teste lavere konsentrasjoner av avløpsvannet.

VEDLEGG 9

Nedbrytbarhet

TESTRAPPORT:

BIOOKSIDASJON AV ORGANISKE FORBINDELSER I VANN

ISO 7827. Method by Analysis of Dissolved Organic Carbon.

Oppdragsgiver: **Statoil Bamble**

Prosjekt nr.: O- 91088

TEST STOFF: Renset avløpsvann

TESTBETINGELSER

APPARATUR: 2 L Erlenmeyer flasker

TEST-KONSENTRATSJON: Ufortynnet prøve tilsatt næringsalter.

TEST-MEDIUM: Standard fortynningsvann, med redusert til 50 % tilsatt av næringsalter og A bufferløsning. N-kilde: Ammoniumklorid 5 mg/L. Tilsats av gjærekstrakt som vitaminløsning (f).

INOKULUM: En blanding av mikroorganismer fra kommunal kloakkvann luftet 48 timer (NS 4749) og effluent fra biol. lab.-skala enhet (Husman), dyrket på OECD syntetisk kloakk. Tilsetning 10 ml/L. STS 20 mg/L

INKUBASJON: Temperatur; $20 \pm 0.5^{\circ} \text{C}$. Varighet: 28 dager.
pH: start; 7,4 pH: slutt; 6,6

REFERANSE STOFF: Anilin 20 mg C/l

Nedbrytningsgrad, DOC reduksjon: 94 % etter 28 døgn.

Hemming av oksygenforbruk ble ikke påvist i blandprøve av anilin og teststoff i anvendt testkonsentrasjon sammenliknet med anilinkontroll.

RESULTATER

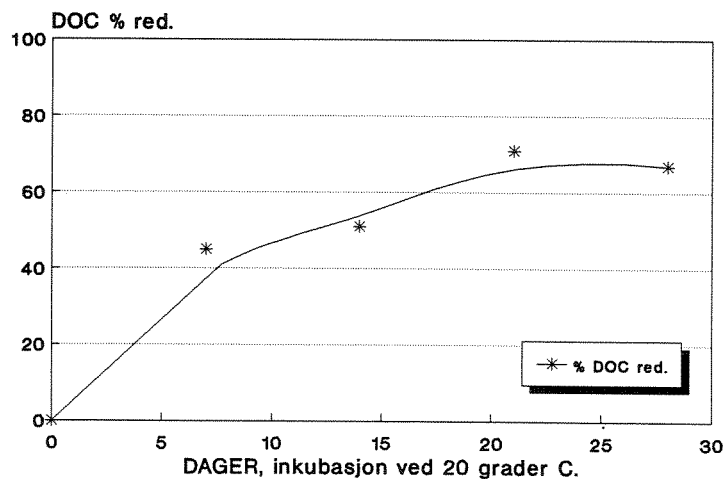
DOC reduksjon etter 28 døgn inkubasjon: 67-70 %

Kommentarer:

Lave DOC-verdier ga relativt stor analyse-variasjon for avløpsvannet. Korreksjonen (inokulum) påvirket de kalkulerte verdier i vesentlig grad.

Oslo, den 16. okt. 1991

DOC-reduksjon kurve:



Middelværdi av duplikater

Torsten Källqvist
Forskningsleder

Harry Efraimssen
Testansvarlig

TEST LABORATORIUM: Norsk Institutt for Vannforskning, NIVA

Produkt: Renset avløpsvann.

Metode: ISO 7827 DOC-metode (Modified OECD Screening Test)

Dato for test-start: 13..6. 1991

Prøvens karbon-innhold, DOC: 3.6 mg/l

Inoculum: Mikroorganismer i avl.vann fra kom. avløpsvann og biol.
lab.skala anlegg. Tilsetning: 1%Løst organisk karbon DOC

	Fl. Nr.		Konsentrasjon etter x dager (mg/l C)				
			0	7	14	21	28
Teststoff Testvann+ nærings- salter.	1	t ₁	4.3	3.01	2.99	2.91	3.04
	2	t ₂	6.1				2.94
		Ct Snitt	5.2	3.01	2.99	2.91	2.99
Blank Testvann+ nærings- salter.	1	b ₁	1.87	1.06	1.24	1.88	1.84
	2	b ₂	1.39				1.81
		Cbl Snitt	1.63	1.06	1.24	1.88	1.83

Evaluering av analysedata

DOC-konsentrasjon - blank	% DOC reduksjon etter x dager			
	7	14	21	28
Snitt $Dt = \left[1 - \frac{Ct - Cbl_t}{Ct_0 - Cbl_0} \right] \cdot 100$	45	51	71	67

Dt = % DOC reduksjon ved tid t.

C₀ = DOC konsentrasjon ved start.C_t = DOC konsentrasjon ved tid t.Cbl₀ = DOC konsentrasjon i blank ved tid start.Cbl_t = DOC konsentrasjon i blank ved tid t.Karbon analysator:

Dohrman DC-190 TC/TOC analyser.

- REFERENCE: 1. ISO 7827. Aerobic Biodegradability of Organic Carbon.
Method by Analysis of Dissolved Organic carbon.
2. OECD TEST GUIDELINE 301 E, OECD PARIS 1981.
Ready Biodegradability: Modified OECD Screening test.

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2017-8