

RAPPORT LNR 3752-97

En vurdering av mulige miljøeffekter knyttet til utslipp av desinfeksjonsmiddel fra et produksjonsanlegg for tangekstrakt i Vikan, Kristiansund

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 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

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

Tittel En vurdering av mulige miljøeffekter knyttet til utslipp av desinfeksjonsmiddel fra et produksjonsanlegg for tangekstrakt i Vikan, Kristiansund	Løpenr. (for bestilling)	Dato
	3752-97	28/11-97
Forfatter(e) John Arthur Berge	Prosjektnr. Undernr.	Sider Pris
	O-97167	18
	Fagområde	Distribusjon
	24	Fri
	Geografisk område	Trykket
	Møre og Romsdal	NIVA

Oppdragsgiver(e) Algea a.s	Oppdragsreferanse Ola Øra
-------------------------------	------------------------------

Sammendrag

I forbindelse med en vurdering av erstatningsstoffer for formaldehyd til desinfeksjon er det gjennomført en sammenlignende vurdering av mulige miljøeffekter knyttet til utslipp av Formalin E og Preventol CMK-Na til sjø fra et produksjonsanlegget for tangekstrakt i Vikan, Kristiansund. Formaldehyd er den aktive substansen i Formalin E. Den aktive substansen i Preventol CMK-Na er natriumsaltet til 4-chloro-3-methylphenol (i sjøvann vil denne forbindelse i hovedsak forekomme som 4-chloro-3-methylphenol). Utslipp til resipienten skjer vanligvis en gang pr. uke over en periode på opptil 1 time ved at tanker/rørgater med desinfeksjonsmiddel tømmes før oppstart av produksjonen. Det maksimale ukeutslipp av formaldehyd til sjø har de siste år vært 34 kg. Maksimale ukeutslipp av Preventol CMK-Na er beregnet til 37 kg 4-chloro-3-methylphenol. Begge forbindelser, særlig formalin, synes å være relativt lett nedbrytbare under aerobe forhold mens 4-chloro-3-methylphenol ikke brytes ned under anaerobe forhold. Verdien av log K_{ow} antyder et bioakkumuleringspotensiale for 4-chloro-3-methylphenol men ikke for formaldehyd. Litteratordata tyder på at fisk er langt mer følsom for 4-chloro-3-methylphenol enn for formaldehyd. For alger og krepsdyr synes de to forbindelser å ligge innefor samme størrelsesorden av giftighet. Beregninger tyder på at en, avhengig av organismegruppe, må ha en fortykning på fra 20-750 ganger for formalin og fra 70-30000 for 4-chloro-3-methylphenol for å nå konsentrasjoner som ligger under oppgitte effektkonsentrasjoner. En må forvente at omfanget av effekter i resipienten vil øke ved overgang fra Formalin E til Preventol CMK-Na som konserveringsmiddel ved anlegget i Kristiansund.

Fire norske emneord 1. Utslipp 2. Formaldehyd 3. 4-chloro-3-methylphenol natrium salt 4. Miljøeffekter	Fire engelske emneord 1. Effluents 2. Formaldehyd 3. 4-chloro-3-methylphenol sodium salt 4. Environmental effects
--	---


 John Arthur Berge
 Prosjektleder

ISBN 82-577-3322-9


 Bjørn Braaten
 Forskningssjef

O-97167

**En vurdering av mulige miljøeffekter knyttet til
utslipp av desinfeksjonsmiddel fra et
produksjonsanlegg for tangekstrakt i Vikan,
Kristiansund**

Forord

På anmodning av Algea a.s (brev av 22/08-1997) utarbeidet NIVA et pristilbud for å gjennomføre en sammenlignende vurdering av mulige miljøeffekter knyttet til utslipp av de to desinfeksjonsmidlene Formalin E og Preventol CMK-Na til sjø fra et produksjonsanlegget for tangekstrakt i Vikan, Kristiansund. I fax av 3. september 1997 ble tilbudet aksepterte av Algea a.s..

Rapporten er lest og kommentert av Jon Knutzen.

Oslo, 28/11 1997

John Arthur Berge

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Utslippets karakter	9
3. Giftighet og økotoksikologi	11
3.1 Forekomst og bruk	11
3.2 Nedbrytbarhet	11
3.3 Bioakkumulering	12
3.4 Biologiske effekter	12
4. Referanser	17

Sammendrag

Algea a.s. har et produksjonsanlegg for tangekstrakt i Kristiansund. Ved bedriften brukes formaldehyd til helgekonservering av produksjonsanlegget. Dette slippes ukentlig ut til sjø.

I bedriftens utslippstillatelse gitt av SFT heter det "Bedriften skal ha som målsetning å eliminere sitt utslipp av formaldehyd". Bedriften er gitt midlertidig dispensasjon til fortsatt bruk og utslipp av formalin frem til 31/12-1998.

Preventol CMK-Na anses av Algea a.s. som eneste erstatningsstoff som kan tenkes å tilfredsstille bedriftens krav. I dispensasjon til fortsatt bruk er det som ledd i den videre vurdering gitt krav om at bedriften fremskaffer en sammenlignende vurdering av miljøeffektene på vannresipienten av Formalin E og Preventol CMK-Na. Den bakteriedrepende effekten av Preventol CMK-Na skyldes 4-chloro-3-methylphenol natrium salt, som i sjøvann vil forekomme som 4-chloro-3-methylphenol.

Gjennomsnittlige ukeutslipp av Formalin E til sjø ligger i området 25-30 l. Maksimalutlipp for en enkelt uke har vært 91 l (tilsvarende 34 kg formaldehyd). Beregninger tyder på at maksimale ukeutslipp av Preventol CMK-Na ville ha vært 59.5 kg (tilsvarende 37.3 kg 4-chloro-3-methylphenol)

Nedbrytning og bioakkumulering: Fullstendig nedbrytning av formaldehyd vil finne sted etter 30 timer under aerobe forhold og etter 48 timer under anaerobe forhold. Under aerobe forhold vil Preventol CMK-Na etter 28 dager være brutt ned ca 80% . Under anaerobe forhold blir den aktive substansen i Preventol CMK-Na ikke brutt ned. Den lave log K_{ow} verdien (log octanol/vann koeffisient) til formaldehyd (0.35) indikerer lite potensiale for bioakkumulering. Tilsvarende verdi for 4-chloro-3-methylphenol er 3-4, og sammen med den lavere nedbrytningshastigheten tyder dette på et bioakkumuleringspotensiale.

Giftighet: Laveste og høyeste rapporterte effektkonsentrasjon for 3 hovedgrupper av dyr ses nedenfor

Organisme gruppe	Formaldehyd (mg/l)	4-chloro-3-methylphenol (mg/l)
Alger	0.4-2.5	4.2
Krepsdyr	2	0.2 - 5.6
Fisk	15-7200	0.01-7.6

Preventol CMK-Na/4-chloro-3-methylphenol gir omtrent samme størrelsesorden eller noe lavere grad av giftighet for alger og krepsdyr enn formaldehyd mens giftigheten av Preventol CMK-Na/4-chloro-3-methylphenol på fisk er vesentlig større enn for formaldehyd.

Beregninger tyder på at primærutslippet må fortynnes fra 20-750 ganger for formalin og fra 70-30000 for Preventol CMK-Na avhengig av organisme gruppe, for å nå konsentrasjoner som ligger under de oppgitte effektkonsentrasjoner.

På grunn av den raske nedbrytningen av formalin kan en betrakte hvert utslipp som en enkelt episode som over tid ikke gir noen konsentrasjonsoppbygging i resipienten. For 4-chloro-3-methylphenol kan det tenkes en viss konsentrasjonsoppbygging.

En forventer at miljøforholdene i resipienten vil bli forverret ved overgang fra Formalin E til Preventol CMK-Na som konserveringsmiddel. Det forhold at formaldehyd ikke bioakkumulere mens 4-chloro-3-methylphenol sannsynligvis har et bioakkumuleringspotensiale tilsier at et utslipp av formaldehyd er å foretrekke.

1. Innledning

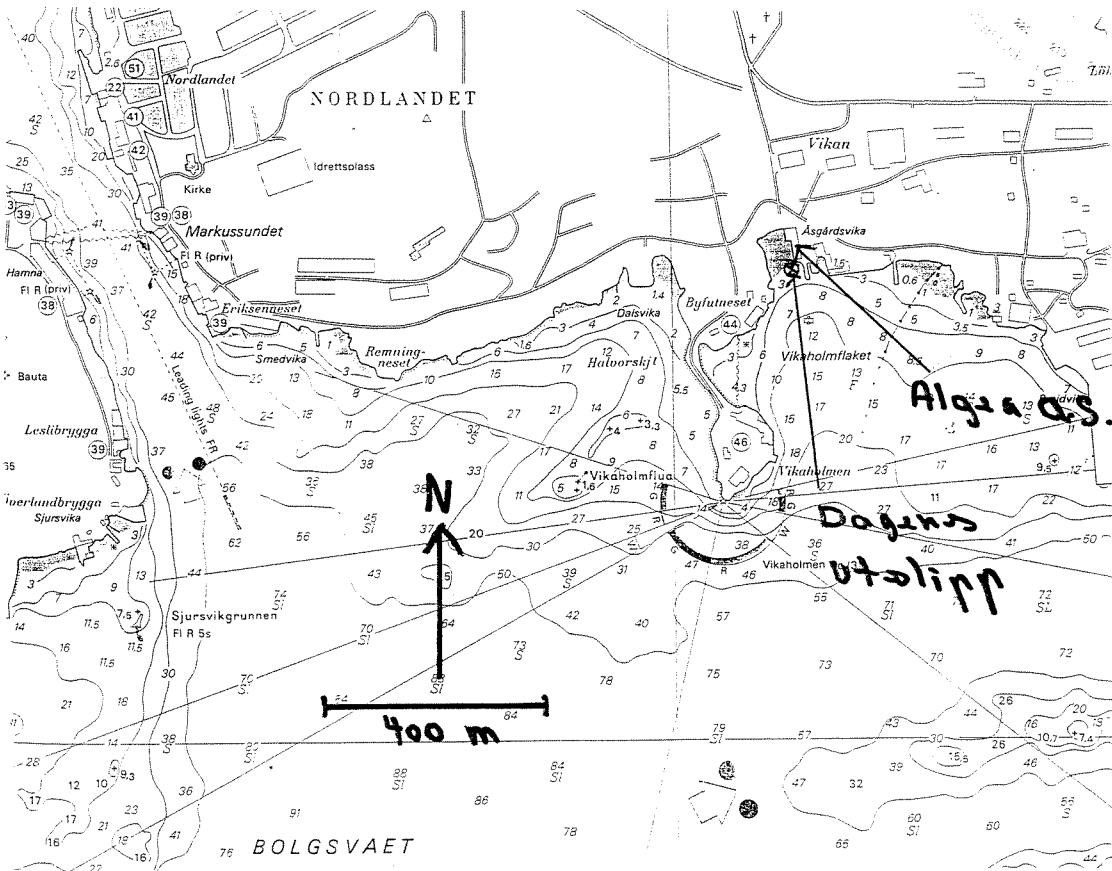
Algea a.s. har et produksjonsanlegg for tangekstrakt fra grisetang (*Ascophyllum nodosum*) i Vikan, Kristiansund (figur 1). Ved bedriften brukes i dag formalin (Formalin E) som er en metanolstabilisert 35% løsning av formaldehyd til konservering av ferdigvare og halvfabrikat og til desinfeksjon av produksjonsanlegget. Hovedmengden av formalinen som brukes til konservering følger produktet, mens en mindre mengde dampes av. Formalinen som brukes til konservering gir ingen utslipp til sjø. Deler av produksjonsanlegget, som er spesielt mottakelig for bakterievekst, som følge av tangekstrakt kombinert med høy temperatur, desinfiseres ukentlig med en formalinløsning. Denne løsningen slippes ukentlig ut til sjø. Mindre mengder av formalinen som brukes til desinfeksjon vil imidlertid også blandes i produksjonen.

I bedriftens utslippstillatelse gitt av SFT fra 26/10-1992 heter det "Bedriften skal ha som målsetning å eliminere sitt utslipp av formaldehyd innen 01/01-1997". Bedriften er imidlertid i brev av 19/06-1997 fra SFT gitt midlertidig dispensasjon til fortsatt bruk og utslipp av formalin frem til 31/12-1998. Algea a.s. har laget en utredning om bedriftens formalinbruk og mulige alternative forbindelser (Øra, 1997). I denne utredningen oppgis Preventol CMK-Na, produsert av Bayer, som det eneste middel som Algea a.s. har kjennskap til kan tenkes å tilfredsstille bedriftens krav. Den bakteriedrepende effekten av Preventol CMK-Na skyldes natriumklorkreosol (4-chloro-3-methylphenol natrium salt). Strukturformel til de aktive substanser i hhv. Formalin E, Preventol CMK-Na og Preventol CMK ses i figur 2 og stoffenes fysiske egenskaper i tabell 1.

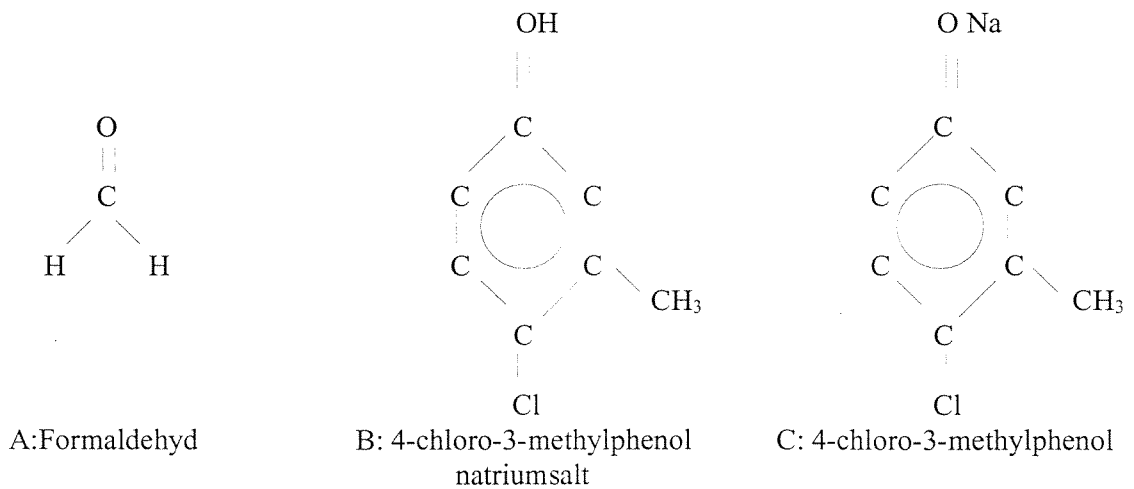
I følge produsenten (Bayer AG, 1997) er den biologiske aktiviteten til det fenoliske biocidet uavhengig av saltformen og ved en pH på 7-8 vil den aktive substansen forekomme på fenolformen (4-chloro-3-methylphenol). Toksikologiske/økotoksikologiske vurderinger kan derfor baseres på tester der 4-chloro-3-methylphenol er benyttet som testsubstans (Bayer AG, 1997). Saltformen av produktet (Preventol CMK-Na) benyttes der en har krav til relativt stor løslighet i vann (se tabell 1).

I dispensasjon av 19/06-1997 fra SFT, der det frem til 31/12-1998 gis tillatelse til fortsatt bruk og utslipp av formalin, er det som ledd i den videre vurdering gitt krav om at bedriften fremskaffer en sammenlignende vurdering av miljøeffektene på vannresipienten av Formalin og Preventol.

I denne rapporten har en basert på litteratursøk sammenlignet giftighet av de to aktuelle produkter (Formalin E, Preventol CMK-Na). En har videre vurdert mulige miljøeffekter i sjø på grunnlag av forventede konsentrasjoner av de to forbindelser i utslippets nærrområde.



Figur 1. Beliggenheten til produksjonsanlegg til Algea a.s. i Vikan, Kristiansund. Dagens utslippspunkt til sjø er markert.



Figur 2. Strukturformel til de aktiv substanser i Formalin E (A), Preventol CMK (B) og Preventol CMK-Na (C).

Tabell 1. Fysiske egenskaper til de aktive substanser i desinfeksjonsmiddel (handelsnavn i parentes).

	Formaldehyd (Formalin E)	4-chloro-3- methylphenol natrium salt (Preventol CMK-Na)	4-chloro-3- methylphenol (Preventol CMK)
Molekylvekt	30.03	227.6	142.6
Egenvekt	0.815(Formaldehyd) 1.070 (Formalin E)	1.36	1.37
Damptrykk	0.518 mbar, 25°C	0.001 mbar (20°C)	0,08 mbar (20°C)
Log octanol/vann koeffisient (log K _{ow})	0.35		3.1/3.7
Løselighet i vann (g/l)	370-500	580	4

2. Utslippets karakter

Nåværende utslipp går til sjø i overflaten utenfor bedriften (figur 1). I løpet av 1997 forlenges utslippsledningen slik at utslippspunktet blir på 6-8 m dyp. Dagens utslipp går i to ledninger på henholdsvis 110 og 300 mm. Utslippspunktet er planlagt flyttet noe lenger ut i bukta til 6-8 m dyp. Utslippsområde ligger innefor bygrensen til Kristiansund og utslippsstedet har havnekarakter. Analyser av metaller og organiske miljøgifter i Kristiansund havn antyder at sedimentet der er moderat til meget sterkt forurenset (Konieczny og Juliussen, 1994, Fagerhaug, 1997). Tilstanden på selve utslippsstedet er imidlertid ikke kjent.

Utslipp av desinfeksjonsmiddel skjer vanligvis hver mandag morgen ved at tanker/rørgater med formalinopløsning som har stått over helgen tømmes før oppstart av produksjonen. Denne tømmingen tar fra 0.5-1 time. Konsentrasjonen i primæruetslipp ligger i området 0.8-1 % Formalin E i ferskvann.

Totalforbruket av Formalin E ved bedriften har de siste 4 år ligget i området 3200-4620 l (tabell 2). Av dette er det kun den mengden som brukes til desinfeksjon som gir utslipp til sjø. Gjennomsnittlige ukeutslipp til sjø har de siste år ligget i området 25-30 l (tabell 3). Maksimalutslipp for en enkelt uke har vært 91 l (tilsvarende 97 kg) mens en under ferieavvikling og ved annen driftsstans ikke har noe utslipp av Formalin E.

I 1996 var totalforbruket av Formalin E til desinfeksjon 1317 l. Dersom en til desinfeksjon av anlegget samme år til erstatning skulle ha brukt Preventol CMK-Na (konsentrasjon på 0.5 %) ville forbruket ha vært 658.5 kg. (opplysninger gitt av Algea a.s.).

Forutsettes at utslipp av Preventol CMK-Na ville ha fulgt samme fordeling på de enkelte uker, som en hadde for formalin i 1996, ville gjennomsnittlige utslipp ha vært 18.9 kg med et maksimalutslipp på 43.8 kg. Dersom en legger maksimalutslippet av formalin i 1995 til grunn (91 l) ville maksimalutslippet av Preventol CMK-Na vært 59.5 kg (tabell 4). I følge produsenten inneholder Preventol CMK-Na 71 % aktiv substans og det resterende består av krystallvann.

Utslippene fra bedriften skjer en gang i uken til et delvis avgrenset område (figur 1) som sydover kommuniserer med området utenfor (Bolgsvaet) uten at vannutskiftningen hindres av noen terskel. Vannutskiftningen i området anses derfor å være relativt god.

De vurderinger av mulige miljøeffekter i sjø som her gjøres baserer seg på episodisk utslipp av henholdsvis Formalin E og Preventol CMK-Na og må oppfattes som maksimalbetraktninger.

Dersom en i utslippet har stoffer som er sterkt akkumulerbare kan en imidlertid tenke seg at det lokalt skjer en akkumulering i fastsittende organismer eller stedegen fisk nær utslippspunktet.

Tabell 2. Forbruk av Formalin E (l) til ulike formål ved Algea a.s, Vikan. Merk at det er kun formalin som brukes til desinfeksjon som gir utslipp til sjø.

Formål	Årstall			
	1993	1994	1995	1996
Formalin til helgekonservering	2119	2168	2085	1697
Formalin til desinfeksjon	1867	1260	1411	1317
Formalin til konservering av produkt	634	331	249	186
Sum forbruk Formalin	4620	3759	3745	3200

Tabell 3. Ukentlige utslipp (l) av Formalin E til sjø.

	1995	Årstall	
		1996	1997 (frem til uke 35)
Middelverdi	27	25	29
Median	30	25	27
Maksimum	91	67	64
Minimum	0	0	0
Antall registreringer	52	52	29

Tabell 4. Ukentlig maksimalutslipp og mengden aktiv substans.

Produkt	Maksimal-utslipp	Konsentrasjon av produkt i avløpet (%)	Aktiv substans	Mengde aktiv substans	Konsentrasjon av aktiv substans i avløpet
Formalin E	97 kg	0.8-1 %	Formaldehyd	34 kg	3000 mg/l
Preventol CMK-Na	59.5 kg	0.5 %	4-chloro-3-methylphenol natrium salt	42.25	3500 mg/l
Preventol CMK-Na	59.5 kg	0.5 %	4-chloro-3-methylphenol ¹⁾	37,3 ²⁾	3000 mg/l

¹⁾Under antagelse av at all aktiv substans i Preventol CMK-Na i utslippet foreligger på fenolformen.²⁾Under forutsetning av at all 4-chloro-3-methylphenol natrium salt i 59.5 kg Preventol CMK-Na overføres til fenolformen (4-chloro-3-methylphenol)

3. Giftighet og økotoksikologi

3.1 Forekomst og bruk

Formaldehyd

Formaldehyd er et kjemikalie som produseres i store kvanta og blir primært brukt i produksjon av harpikser og som intermediær byggesten i ulike typer kjemisk industri. Formaldehyd finnes i en rekke produkter som lim og maling. Formaldehyd blir også brukt som fungicid-baktericid og til konservering av biologisk materiale og som desinfeksjonsmiddel i fiskeoppdrett. Total produksjon av formaldehyd er i størrelsesorden 6×10^9 kg/år (verdensbasis). Mesteparten av den formaldehyden som når miljøet stammer imidlertid direkte eller indirekte fra i ulike forbrenningsprosesser. Den indirekte andelen er forårsaket av fotooksidasjon av hydrokarboner eller andre forløpere til formaldehyd som er frigitt ved forbrenningsprosesser (Howard, 1989).

Skogbranner, avføring fra dyr, mikrobielle prosesser og avgasser fra planter er naturlige kilder for dannelse av formaldehyd. Naturlig metanoksidasjon fører til en produksjon av formaldehyd på 4×10^{11} kg/år (WHO, 1989). Formaldehyd kan også produseres naturlig i sjøvann ved fotokjemiske reaksjoner (Mopper og Stahovec, 1986). Formaldehyd er således en naturlig forbindelse i karbonkretsløpet og mange organismer har evnen til å metabolisere forbindelsen.

4-chloro-3-methylphenol

Så vidt vites forekommer ikke dette stoffet naturlig. I de nordiske land brukes ca 14 tonn/år av 4-chloro-3-methylphenol og ca 4 tonn/år av natriumsaltet (Blom, 1993).

Stoffet brukes til preservering og desinfeksjon. Hovedbruksområder er: lærindustri, lim og malingindustri, tekstilindustri, aktiv komponent i desinfeksjonsmiddel, bestanddel i rensmiddel for metall og i bilvoks og andre voksemulsjoner. Forbindelsen brukes også som bakteriedreper i hansker (surgical gloves) brukt av medisinsk personell.

3.2 Nedbrytbarhet

Formaldehyd: I konsentrerte løsninger av formaldehyd vil en få en polymerisering til paraformaldehyd. Slike forhold vil en ikke ha ved anlegget i Kristiansund.

I fortynnet vandig løsning nedbrytes formalin via maursyre og metanol til karbondioksid og vann (Verschueren, 1983.). Tester har vist fullstendig nedbrytning i vann etter 30 timer under aerobe forhold (oksygen tilstede) og etter 48 timer under anaerobeforhold (oksygen ikke tilstede) (Kitchens et al, 1976). Formaldehyd må derfor anses som meget raskt nedbrytbart i vann. En antar at formalin i liten grad vil adsorberes til sediment (Kitchens et al, 1976).

4-chloro-3-methylphenol: Som nevnt tidligere vil den aktive substansen i Preventol CMK-Na ved en pH på 7-8 forekomme på fenolformen (4-chloro-3-methylphenol). I sjøvann ligger pH vanligvis noe i overkant av 8 og en antar at pH i utslippet raskt vil nå en pH på nær 8 slik at den aktive substansen i hovedsak vil forekomme som 4-chloro-3-methylphenol.

I en aerob test (OECD screening test, OECD 301E) ble Preventol CMK-Na etter 28 dager brutt ned ca 80% (Bayer, 1997). Under anaerobe forhold blir imidlertid 4-chloro-3-metylphenol ikke brutt ned (Blom, 1993, Voets et al. 1976 sitert i Verschueren 1983).

Begge forbindelser, særlig formalin, synes å være nedbrytbare under aerobe forhold. Anaerobe forhold vil sannsynligvis ikke forekomme i vannmassene i resipienten. Det forhold at 4-chloro-3-metylphenol ikke brytes ned under slike forhold synes derfor å være av liten praktisk betydning i vurderingen av hvor lenge forbindelsen vil kunne forekomme i vannet i resipienten etter et utslipp men vil kunne ha betydning dersom forbindelsen skulle bli inkorporert i sediment.

3.3 Bioakkumulering

Formaldehyd: Den hurtige nedbrytningen og den lave log K_{ow} verdien (tabell 1) gir ingen risiko for bioakkumulering. Eksperimenter med fisk og reker har heller ikke vist noen oppkonsentrering (Hose og Lightner 1980, Sills og Allen 1979)

4-chloro-3-metylphenol: Både den mer langsomme nedbrytningen og log K_{ow} verdien (tabell 1) tyder på et bioakkumuleringspotensiale.

3.4 Biologiske effekter

Data for effekter av formaldehyd og Preventol CMK-Na/4-chloro-3-metylphenol på ulike organismer er sammenstillt i tabell 5 og tabell 6. Generelt har det vært vanskelig å fremskaffe sammenlignbare effektdata for organismer som kan tenkes å opptre på utslippslokaliteten i Kristiansund. Flere av test organismene opptrer også hovedsakelig i ferskvann og for enkelte av organismene er testene som er utført på de to produktene noe forskjellig. Fisk er den organisme gruppe der de innsamlede giftighetsdata gir best sammenligningsgrunnlag.

Samlet muliggjør likevel dataene i tabell 5 og tabell 6 en meget grov sammenligning av giftigheten av de to produktene under akvatiske forhold.

Hovedkonklusjonen av sammenligningen er at Preventol CMK-Na/4-chloro-3-metylphenol gir omtrent samme størrelsesorden eller noe lavere av giftighet for alger og krepsdyr enn formaldehyd (tabell 7).

Hovedmengden av data over LC_{50}^1 verdier for fisk for 4-chloro-3-metylphenol ligger mellom 1-10 mg/l, mens en referanse oppgir en til størrelsesorden lavere effektverdi (tabell 7). Selv når en legger en nedre grense for akutte effekter til 1 mg/l vil giftigheten av Preventol CMK-Na/4-chloro-3-metylphenol på fisk være vesentlig større enn for formaldehyd (tabell 7).

Tabell 5. Effekter av formaldehyd på akvatiske organismer.

Organisme	Type respons/effekt	Respons/effekt konsentrasjon	Referanse
Planktonisk blågrønn alge (<i>Microcystis aeruginosa</i>)	Cell multiplication inhibition test	0,39 mg/l	Bringmann, G. og Kuehn, R. 1976 sitert i EnviChem 1997
Planktonisk grønnalge (<i>Scenedesmus quadricauda</i>)	Cell multiplication inhibition test	2.5 mg/l	Bringmann, G. og Kuehn, R. 1980a sitert i Verschueren 1983
Protozoa (encellet dyr, <i>Entosiphon sulcatum</i>)	Cell multiplication inhibition test	22 mg/l	Bringmann, G. og Kuehn, R. 1980a sitert i Verschueren 1983
Protozoa (encellet dyr <i>Uronema parduczi</i>)	Cell multiplication inhibition test	6.5 mg/l	Bringmann, G. og Kuehn, R. 1980b sitert i Verschueren 1983
Krepsdyr (<i>Daphnia</i>)	Giftighet	2 mg/l	Verschueren 1983
Fisk (Branchydanio rerio)	LC ₅₀ ¹ , 96 t	41 mg/l	Wellens, 1982 sitert i EnviChem 1997
Fisk (Vederbuk, <i>Leuciscus idus</i>)	LC ₅₀ , 48 t	15-32.5 mg/l	Wellens, 1982 sitert i EnviChem
Fisk (Amerikansk ål, <i>Anguilla rostrata</i>)	LC ₅₀ , 96 t	84	Hinton og Eversole 1978 sitert i EnviChem 1997
Fiskeegg (Regnbueørret, <i>Salmo gairdneri</i>)	LC ₅₀ , 96 t	198-1020 mg/l	Verschueren 1983
Fiskelearver (Regnbueørret, <i>Salmo gairdneri</i>)	LC ₅₀ , 96 t	96-112 mg/l	Verschueren 1983
Ungfisk (Regnbueørret, <i>Salmo gairdneri</i>)	LC ₅₀ , 96 t	61.9-145mg/l	Verschueren 1983
Fisk (Regnbueørret, <i>Salmo gairdneri</i>)	LC ₅₀ , 96 t	440-618 mg/l	Verschueren 1983
Fisk (Regnbueørret, <i>Salmo gairdneri</i>)	LC ₅₀ , 24 t	214-7200 mg/l	Verschueren 1983
Fisk (Atlantisk laks, <i>Salmo salar</i>)	LC ₅₀ , 96 t	173 mg/l	Verschueren 1983

¹ LC_{xx} angir den konsentrasjon som i tester med den aktuelle organisme gir xx% dødelighet etter en viss eksponeringstid (vanligvis 24, 48 eller 96 timer).

Tabell 6. Effekter av Preventol CMK-Na/ 4-chloro-3-methylphenol på akvatiske organismer.

Organisme	Type respons/effekt	Respons/effekt konsentrasjon	Referanse
Planktonisk grønnalge (<i>Scenedesmus subspicatus</i>)	EC ₅₀ ² , 72 t	4.2 mg/l, 4-chloro-3-methylphenol	Bayer AG, 1993 referert i Blom 1993
Planktonisk grønnalge (<i>Scenedesmus subspicatus</i>)	EC ₅₀	4.2 mg/l, 4-chloro-3-methylphenol	Bayer AG, 1997
Krepsdyr (<i>Daphnia magna</i>)	EC ₅₀ , 24 t	5.6 mg/l, 4-chloro-3-methylphenol	Bayer AG, 1993 referert i Blom 1993
Krepsdyr (daphnid)	LC ₅₀	0.17 mg/l, 4-chloro-3-methylphenol	Hazardous Substance Data Base 1992 referert i Blom 1993
Krepsdyr (<i>Daphnia magna</i>)	EC ₅₀ , akutt toksisitet	4.4 mg/l, 4-chloro-3-methylphenol	Bayer AG, 1997
Krepsdyr (<i>Daphnia magna</i>)	NOEC, 21 dagers test på reproduksjon	1.3 mg/l, 4-chloro-3-methylphenol	Bayer AG, 1997
Fisk (<i>Brachydanio rerio</i>)	LC ₀ , 48 t	2 mg/l, Preventol CMK-Na	Bayer AG, 1997
Fisk (<i>Brachydanio rerio</i>)	LC ₅₀ , 48 t	5.7 mg/l, Preventol CMK-Na	Bayer AG, 1997
Fisk (<i>Brachydanio rerio</i>)	LC ₁₀₀ , 48 t	10 mg/l, Preventol CMK-Na	Bayer AG, 1997
Karpefisk (<i>Vederbuk, leuciscus idus</i>)	LC ₀ , 48 t	1 mg/l, Preventol CMK-Na	Bayer AG, 1997
Karpefisk (<i>Vederbuk, Leuciscus idus</i>)	LC ₅₀ , 48 t	2 mg/l, Preventol CMK-Na	Bayer AG, 1997
Karpefisk (<i>Vederbuk, Leuciscus idus</i>)	LC ₁₀₀ , 48 t	5 mg/l, Preventol CMK-Na	Bayer AG, 1997
Karpefisk (<i>Vederbuk, Leuciscus idus</i>)	LC ₅₀ , 48 t	1.2 mg/l, 4-chloro-3-methylphenol	Bayer AG, 1997
Fisk (Fathead minnow, <i>Pimephales promelas</i>)	LC ₅₀ , 96 t	0.1-0.01 mg/l, 4-chloro-3-methylphenol	MCA 1972, sitert i Verschuere 1983
Fisk (Fathead minnow, <i>Pimephales promelas</i>)	LC ₅₀ , 96 t	7.6 mg/l, 4-chloro-3-methylphenol	Holcombe et al 1984 referert i Bayer AG, 1997
Ørret (<i>Salmo trutta</i>)	LC ₅₀	1.5 mg/l, 4-chloro-3-methylphenol	Krook, M. 1993. referert i Blom 1993
Fisk (<i>Lebistes reticulatus</i>)	EC ₅₀ , 24 t	2.21 mg/l, 4-chloro-3-methylphenol	Bayer AG 1993 referert i Blom 1993

² EC_{xx} angir den konsentrasjon som i tester med den aktuelle organisme gir xx% effekt etter en viss eksponeringstid (vanligvis 24, 48 eller 96 timer).

Tabell 7. Anslag av effektkonsentrasjon (laveste-høyeste) for formaldehyd og 4-chloro-3-methylphenol basert på de sammenstilte data i tabell 5 og tabell 6.

Organismegruppe	Produkt	
	Formaldehyd (mg/l)	4-chloro-3-methylphenol (mg/l)
Alger	0.4-2.5 (celledelingstest)	4.2 (EC ₅₀)
Krepsdyr	2 (akuttgiftighet)	0.2 (LC ₅₀)-5.6 (EC ₅₀ , 24 t)
Fisk	15(LC ₅₀ , 48 t)-7200 (LC ₅₀ , 24 t)	0.01 (LC ₅₀ , 96 t)-7.6 (LC ₅₀ , 96 t)

Tar en utgangspunkt i laveste effekt konsentrasjon for ulike organisme grupper (tabell 7), og den maksimale mengden aktiv substans som det er realistisk å slippe ut etter en helgekonservering (tabell 4) kan en beregne hvor stort vannvolum som teoretisk vil kunne oppnå konsentrasjoner som gir effekter (tabell 8).

Fordi Preventol CMK-Na/4-chloro-3-methylphenol er relativt giftig for fisk vil den mengden aktiv substans som kan tenkes å slippes ut etter et helgeutslipp teoretisk kunne gi effekter i et meget stort vannvolum (tilsvarende et dyp på 3.7 m over et areal på 1 km³).

En annen måte å anskueliggjøre omfanget av effekter av utslippet på er å beregne den fortyningen som må til for å oppnå laveste effektkonsentrasjon (tabell 5 og tabell 6). Slike beregninger (tabell 9) tyder på at en må ha en fortykning på fra 20-750 ganger for formalin og fra 70-30000 for 4-chloro-3-methylphenol avhengig av organisme gruppe for å nå konsentrasjoner som ligger under de oppgitte effektkonsentrasjoner.

Tabell 8. Laveste effektkonsentrasjon for ulike organisme grupper og maksimale vannvolum som teoretisk vil kunne oppnå konsentrasjoner som vil kunne gi slike effekter. Beregningene er utført på bakgrunn av den maksimale mengden aktiv substans som en kan forvente i et utslipp etter en helgekonservering (Formaldehyd:42.25kg, 4-chloro-3-methylphenol:37.3kg).

Organisme type	Laveste effekt-konsentrasjon (mg/l)		Maksimale sjøvannsvolum (m ³) som teoretisk (uten nedbrytning) kan oppnå laveste effektkonsentrasjon	
	Formaldehyd	4-chloro-3-methylphenol	Formaldehyd	4-chloro-3-methylphenol
Alger	0.4	4.2	105563	8881
Krepsdyr	2	0.2	21112	186500
Fisk	15	0.01	2815	3730000

Tabell 9. Antall ganger primærutslippet (300 mg/l) må fortynnes i resipienten for å oppnå laveste oppgitte effektkonsentrasjon

Organisme type	Formaldehyd (x fortynning)	4-chloro-3-methylphenol (x fortynning)
Alger	750	70
Krepsdyr	150	1500
Fisk	20	30000

På grunn av den raske nedbrytningen av formalin forventes at det etter en uke ikke opptrer restkonsentrasjoner i vannet i utslippsområdet etter forrige utslipp. En kan derfor betrakte hvert utslipp av formalin som en enkelt episode, som når det gjelder konsentrasjonen av formaldehyd i vannet, ikke påvirker effekten av neste utslipp. Nedbrytningsdata for 4-chloro-3-methylphenol tyder derimot på at man etter en uke vil ha restkonsentrasjoner i vannet. Under forhold med lite vannutskiftning kan det derimot bli noen grad av konsentrasjonsoppbygging i resipienten.

Ut fra hensyn til at maksimalutslippet av formaldehyd og aktiv substans i Preventol CMK-Na er nær det samme (tabell 4) må en forvente at antall arter/individer som blir berørt i resipienten og omfanget av slike effekter vil øke ved overgang fra Formalin E til Preventol CMK-Na. Det forhold at formaldehyd ikke synes å bioakkumulere, mens 4-chloro-3-methylphenol har et bioakkumuleringspotensiale, forsterker inntrykket av at et utslipp av formaldehyd er å foretrekke.

4. Referanser

- Bayer AG, 1993. Preventol CMK. Summary of toxicity and ecotoxicity. Leaflet 8 pp.
- Bayer AG, 1997. Preventol CMK-Na, Summary of toxicity and ecotoxicity, utgave av 15/09-97, s 1-7.
- Blom, H.A. 1993. Nordic Project on chloro-organic substances: Chloro-organic sodium salts used in disinfectants and cleaning products. ID No 33.06.07.02, Rapport fra Østlandskonsult.
- Bringmann, G. og Kuehn, R. 1976. Vergleichende Befunde der Schädwirkung wassergefährdender Stoff gegen Bakterien (*Pseudomonas putida*) und Blaualgen (*Microcystis aeruginosa*). GWF-Wasser-Abwasser 117(9).
- Bringmann, G. og Kuehn, R., 1980a. Comparison of the toxicity thresholds of water pollutants to bacteria, algae and protozoa in the cell multiplication inhibition test, Water Research, 14, 231-241.
- Bringmann, G. og Kuehn, R., 1980b. Bestimmung der biologischen Schädwirkung wassergefährdender Stoffe gegen Protozoen. II. Bakterienfressende Ciliaten, Z. Wasser/Abwasser Forsch., 1, 26-31.
- EnviChem, 1997. Databank of environmental properties of chemicals.
- Fagerhaug, A. 1997. Kartlegging av miljøgifter i marine sedimenter i Møre og Romsdal. Rapport nr. 4/97 fra Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Miljøvernavdelinga, 26s+vedlegg.
- Hazardous Substance Data Base 1992. US National Library of Medicine.
- Hinton, M.J. and Eversole, A.G. 1978. Toxicity of ten commonly used chemicals to American eels. Proc. Ann. Conf. S.E. Assoc. Fish & Wildl. Agencies. 32, 599.
- Hose, J.E. og Lightner D.V 1980. Absence of Formaldehyde Residues in Penaeid Shrimp Exposed to Formalin. Aquaculture 21, 197-201.
- Holcombe, G.W.; Phipps, G.L.; Knuth, M.L.; Felhaber, T., 1984. The acute toxicity of selected substituted phenols, benzenes and benzoic acid esters to fathead minnows *Pimephales promelas*. T. Environ. Pollut. (Ser.A), 35(4), 367-381.
- Howard, P.H., 1989. Handbook of Environmental Fate and Exposure Data For Organic Chemicals, Volume I: Large production and priority pollutants, 574s.
- Kitchens et al, 1976. Investigations of selected Potential Environmental Contaminants: Formaldehyd USEPA 560/2-76-009.
- Konieczny, R.M. og Juliussen, A. 1994. Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Fase 1: Miljøgifter i sedimenter på strekningen Narvik-Kragerø. NIVA-rapport nr. 3275, 185s.

Krook, K. 1993. Desinfeksjonsmedel inom sjukvården - miljøfarlighet. Statens Naturvårdsverk, PM 1826, 22s.

MCA, 1972. The effect of chlorination on selected organic chemicals. U.S. EPA-WPC Research series, 12020 EXG 03/72.

Mopper, K og Stahovec, 1986. Sources and sinks of low molecular weight organic carbonyl compounds in seawater. Marine Chem. 19, 305-321.

Sills, J.B. og Allen, J.L. 1979. Residues of formaldehyde undetected in fish exposed to formalin. Prog. Fish. Cult., 41, 67-68.

Verschueren, K., 1983. Handbook of environmental data on organic chemicals, Van Nostrand Reinhold Company Inc. 1310s.

Voets, J.P., Pipijn, P., van Lancker, P., og Verstraet, W., 1976. Degradation of microbiocids under different environmental conditions, J. Appl. Bact. 40, 67-72

WHO, 1989. Environmental Health Criteria 89. Formaldehyd. IPCS. 1989.

Wellens, H. 1982. Comparison of the sensitivity of *Brachydanio rerio* and *Leuciscus idus* by testing the fish toxicity of chemicals and wastewater (Vergleich der Empfindlichkeit von *Brachydanio rerio* und *Leuciscus idus* bei der Untersuchung der Fischtoxizität von chemischen Verbindungen und Abwasser), Z. Wasser Abwasser Forsch. 15 (2), 49-52.

Øra, O. 1997. Utredning av formalinbruk i produksjonen av tangekstrakt. Intern rapport ved Algea a.s., 6s.

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 3752-97

ISBN 82-577-3322-9