



# SCREENING FOR KLORALKANER I SEDIMENT

Relevans for NOVANA

---

Faglig rapport fra DMU nr. 782 2010

*[Tom side]*

# SCREENING FOR KLORALKANER I SEDIMENT

Relevans for NOVANA

---

Faglig rapport fra DMU nr. 782 2010

Martin M. Larsen  
Morten Hjorth  
Ole Sortkjær



# Datablad

- Serietitel og nummer: Faglig rapport fra DMU nr. 782
- Titel: Screening for kloralkaner i sediment  
Undertitel: Relevans for NOVANA
- Forfattere: Martin M. Larsen<sup>1)</sup>, Morten Hjorth<sup>1)</sup>, Ole Sortkjær<sup>2)</sup>  
Afdelinger: <sup>1)</sup>Afdeling for Marin Økologi, <sup>2)</sup>Afdeling for Ferskvandsøkolog
- Udgiver: Danmarks Miljøundersøgelser©  
Aarhus Universitet  
URL: <http://www.dmu.dk>
- Udgivelsesår: Maj 2010  
Redaktion afsluttet: April 2010  
Faglig kommentering: Flemming Ingerslev (Miljøstyrelsen) & Lis Morthorst Munk (By- og Landskabsstyrelsen)
- Finansiel støtte: By- og Landskabsstyrelsen/NOVANA screeningspuljen
- Bedes citeret: Larsen, M.M., Hjorth, M. & Sortkjær, O. 2010: Screening for kloralkaner i sediment. Relevans for NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 22 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 782. <http://www.dmu.dk/Pub/FR782.pdf>
- Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
- Sammenfatning: Kloralkaner er en gruppe af klorerede forbindelser, der er potentielt bioakkumulerbare og indgår i EU's vandrammedirektiv. Udenlandske undersøgelser har påvist kloralkaner i det marine miljø, og denne screening af i alt 20 prøver fra Danmark viser, at kloralkaner også forekommer i dansk sediment – både i søer og marine områder. Koncentrationsniveauerne er dog lave, og ligger mindst 5 gange under EU's kvalitetskrav (QS) for sediment. Kloralkaner kan inddeles i kortkædede (10-13 kulstofatomer), som blev påvist på alle lokaliteter, og mellemlange kæder (13-16 kulstofatomer), som kun blev fundet over detektionsgrænsen to steder. De kortkædede er mest bioakkumulerbare. Der blev fundet stort set samme koncentrationer i ferskt og marint sediment med en gennemsnitskoncentration på hhv. 27 og 25 µg pr. kg tørret sediment, og maksimalværdier på hhv. 45 og 35 µg pr. kg tørret sediment.
- Emneord: Kloralkaner, SCCP, sedimenter
- Layout: Anne van Acker  
Illustrationer: Forfatterne
- Forsidefoto: Britta Munter
- ISBN: 978-87-7073-174-4  
ISSN (elektronisk): 1600-0048
- Sideantal: 22
- Internetversion: Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside <http://www.dmu.dk/Pub/FR782.pdf>

# Indhold

**Sammenfatning 5**

**Summary 6**

**1 Introduktion 7**

**2 Baggrund 8**

**3 Metoder og materialer 10**

3.1 Valg af analyseparametre og matricer 10

3.2 Prøvetagning 10

**4 Resultater og diskussion 13**

4.1 Vurdering af de målte koncentrationer 15

4.2 Sammenligning med andre undersøgelser 16

**5 Konklusion 18**

**6 Referencer 19**

**Bilag 1 - Analyserapport fra NILU 21**

**Danmarks Miljøundersøgelser**

**Faglige rapporter fra DMU**

*[Tom side]*

## Sammenfatning

Kloralkaner er en gruppe af klorerede forbindelser med ca. 7.000 isomerer, og i denne screeningsundersøgelse er summen af små kloralkaner (SCCP 10-13 kulstofatomer) og summen af mellemstore kloralkaner (MCCP, 13-16 kulstofatomer) bestemt i sedimentprøver fra 10 marine og 10 sø lokaliteter. Kloralkaner indgår i EU's vandrammedirektiv og er potentielt bioakkumulerbare. Der er meget lidt kendskab til deres forekomst i det danske vandmiljø. Denne screeningsundersøgelse skal kortlægge, om der er et potentielt problem i dansk område og danne basis for en vurdering af, hvorvidt SCCP bør indgå i den nationale overvågning af vandmiljøet.

På basis af anbefalingen om screening af kloralkaner fra ICES blev der analyseret for SCCP og MCCP i 20 sedimentprøver fra ferske og marine vandområder. Der blev fundet ens niveauer af SCCP i ferskvands- og marine sedimenter. Niveauerne var lave eller på samme niveau som udenlandske undersøgelser.

De fundne koncentrationsniveauer af SCCP var 20 gange lavere end niveauet, hvor der ikke forventes effekter (PNEC) og 5 gange lavere end kvalitetskravet (QS) for sedimenter fra EU's factsheet og 25 gange lavere end det norske Forurensningstilsyns grænse mellem moderat og markant forurenede sediment (klasse II/III), fastsat ud fra samme intention som EU's kvalitetskrav. Udenlandske undersøgelser har vist en sammenhæng mellem kloralkanindholdet og det organiske eller PCB-indhold i sedimentprøver, men dette blev ikke fundet for de danske prøver, og dermed er det ikke muligt at optimere udvælgelsen af potentielt forurenede steder ud fra eksisterende målinger af organisk indhold eller PCB i sediment, som ICES anbefaler.

## Summary

Chloroalkanes are a group of chlorinated compounds with approx. 7000 isomer forms, and in this screening the sum of small (SCCP, 10-13 carbon atoms) and middle-sized (MCCP, 13-16 carbon atoms) chloroalkanes have been determined in 10 marine and 10 lake sediments. SCCP is listed in the Water Framework Directive as potentially bio-accumulative. Little is known about the level in the Danish environment. This screening shall establish whether there is a potential problem in the Danish area and give a basis for assessing, if SCCP should be included in the Danish national monitoring programme.

On the basis of ICES recommendations for performing screening surveys, chloroalkanes were analysed in 20 sediment samples from freshwater and marine areas, and the same concentration levels were found in freshwater and marine sediments. The levels were low or at the same level as foreign investigations, and from this screening survey nothing indicates that chloroalkanes are a threat to the environmental conditions in Danish marine areas and lakes.

The concentration levels of SCCP have been assessed as 20 times lower than the predicted no effect concentration (PNEC) for sediment and 5 times lower than the quality standard (QS) for sediment put forward by the EU 2005 final factsheet. Compared to Norwegian environmental target values for chloroalkanes in sediment, levels were 25 times below the limit between moderately and markedly polluted (class II and III). Foreign investigations have shown correlations between chloroalkanes and organic or PCB content of the sediments, but this was not found for the Danish samples. Hence it is not possible to make optimised selection of sampling sites from existing determinations of organic content or PCBs in sediment, as suggested in the ICES recommendation.



# 1 Introduktion

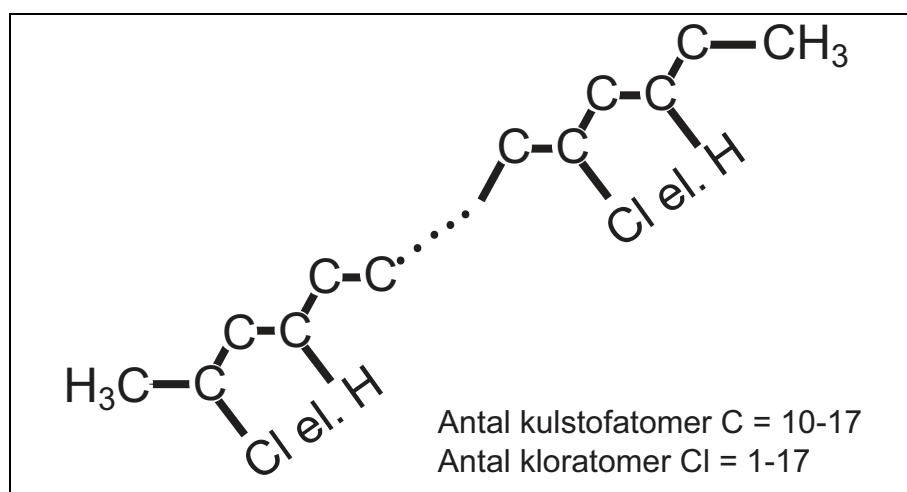
Kloralkaner (SCCP og MCCP, figur 1.1) er identificeret i EU og havkonventionerne for Nordsøen (OSPAR) og Østersøen (HELCOM) som nye potentielt persistente organiske stoffer, der kan opkoncentreres i fødekæder og forhindre målsætningsopfyldelse i både vandrammedirektivet og konventionerne. Denne screenings undersøgelse skal kortlægge, om der er et potentielt problem i dansk område og danne basis for en vurdering af, om SCCP skal indgå i det reviderede overvågningsprogram fra 2011.

OSPAR's baggrundsdokument for kloralkaner (OSPAR 2001) foreslår one-off screening af sedimenter som monitoringsstrategi. Senest har ICES marine kemigruppe (ICES 2007) vurderet, at one-off screening med et laboratorium for hele konventionsområdet var det bedste valg, da der ikke findes referencemateriale eller standardiserede analyseforskrifter for SCCP-analyser. Det bedste valg for fælles laboratorium blev vurderet at være Norsk institutt for luftforskning (NILU).

Der er for nuværende ikke udviklet analysemetoder på kommercielle danske laboratorier til at undersøge for SCCP og MCCP, og derfor er NILU, som har stået for screeningsundersøgelser i Norge, blevet anvendt som analyselaboratorium. Den anbefalede matrice for SCCP screeningsundersøgelser er sediment (ICES 2005) og der blev udvalgt 10 marine- og 10 ferskvandsedimentprøver i områder, udvalgt til at dække lidt påvirket til potentielt forurenede, for at få så megen viden som muligt om niveauerne i dansk sediment.

Indsamlingen af sediment foregik i NOVANA-regi af miljøcentrene fra de enkelte områder. Prøver fra det marine program blev udvalgt af det marine fagdatacenter på baggrund af deres indhold af andre klorerede forbindelser og PAH'er, målt under NOVANA-programmet. Der er ikke et tilsvarende overvågningsprogram for miljøfarlige stoffer i søer, hvorfor søprøverne blev udvalgt efter formodet forureningstilstand, og for så vidt muligt, hvis de var koblet til de marine prøver via sammenhængende vandssystemer.

Figur 1.1. Strukturen af kloralkaner, efter [www.eurochlor.org](http://www.eurochlor.org). Bemærk at hvert kulstof (C) har fire bindinger, alle C inde i kæden har to bindinger til andre C og enten to brint (H) eller et H og et Cl bundet til sig. Bruttoformel:  $C_xH_{(2x-y+2)}Cl_y$ , hvor x = antallet af kulstofatomer, y = antallet af kloratomer.



## 2 Baggrund

Kloralkaner (PCA), eller klorerede paraffiner (CP) som de også kaldes, forekommer ikke naturligt. Kloralkaner produceres ikke i Danmark, men har en række anvendelser, som kan frigive kloralkaner til miljøet. Stofgruppen er i stor udstrækning blevet anvendt som tilsætningsstoffer i skærevæsker og smøremidler i metalforarbejdning og i skibsindustrien. De bliver også benyttet som blødgørere og flammehæmmere i plast- og malerindustrien samt i læderforarbejdning. Der skelnes mellem kortkædede (SCCP, C<sub>10</sub>-C<sub>13</sub>), mellemkædede (MCCP, C<sub>14</sub>-C<sub>17</sub>) og langkædede (LCCP, C<sub>18</sub>-C<sub>30</sub>) klorerede paraffiner. Analyser af denne stofgruppe vanskeliggøres ved gruppens kompleksitet, idet der kan findes mere end 7000 strukturisomerer. Vand-oktanol fordelingskoefficienten ( $\log(K_{ow})$ ) for kloralkanerne varierer fra 4,39 til 8,69 afhængig af vægtprocenten af klor i alkan-kæden (EU 2005).

Stofferne er persistente og toksiske for vandlevende organismer. Halveringstiden i luft for SCCP er blevet estimeret til at ligge i intervallet 0,85-7,2 dage. Der er kun begrænset data omkring persistens SCCP i jord og vand, men stofferne adsorberer til sedimentet, så de højeste koncentrationer kan forventes i finkornet sediment med højt organisk indhold samtidigt med en høj biokoncentrering i akvatiske organismer. Begrænsede data på akut oral toksicitet (LD<sub>100</sub>) for mennesker giver værdier på >15 g/kg (HSDB). SCCP er potentielt kræftfremkaldende og toksicitetstest på akvatiske organismer giver LC<sub>50</sub>-EC<sub>50</sub>-værdier fra 14-530 µg/l (Kenne & Ahlborg 1996). SCCP er blevet risikovurderet af EU (2000 og 2008), hvor det blev konkluderet, at i værste fald kan der være risiko for effekter på miljøet i jord, sediment og vand i områder tæt på kilder til stoffet. Dog er stofferne vidt udbredt i miljøet også langt fra kilder. Risikovurderingen er baseret på delvise skøn og blandt andet forventede miljøkoncentrationer er baseret på antagelser.

Den totale produktion af SCCP i EU var på 4.000 tons i 1998 (Lepom 2005). Efterfølgende har der været en reduktion i brugen af SCCP specielt i metalindustrien, således at den aktuelle produktion må forventes at være lavere. Kloralkaner kommer til vandmiljøet, sediment og spildevandsslam fra fabrikker, der producerer stofferne og virksomheder der anvender kloralkanholdige produkter. I Sverige toppede forbruget omkring 4.800 tons i 1980'erne og var i 2002 faldet til lige over 100 tons (NVV 2006).

En norsk screeningsundersøgelse fandt store koncentrationer i prøver fra affaldsdepoter, moser og i blåmuslinger og torskelever. Især omkring marinaer, skibsværfter og producenter af maling fandtes høje koncentrationer (Schlabach et al. 2002). De korte kloralkaner (SCCP), som er de mest toksiske og miljøfarlige, fandtes i de højeste koncentrationer. Tilstedeværelsen af SCCP i biota indikerer, at optag via føde er en relevant risiko for mennesker.

Viden om koncentrationsniveauer af kloralkaner i det marine miljø er stærkt begrænset. De få publicerede studier viser en omfattende udbredelse, også i Arktis. Stofferne er fundet i muslinger, flere fiskearter, hav-

fugle og marine pattedyr (*Lepom 2005*). SCCP har erstattet PCB i nogle anvendelser, og derfor kan summen af PCB være en potentiel indikator for mulige hotspots sammen med kendskab til industrien i områderne.

SCCP er stoffer som er prioriteret af OSPAR (2007) og SCCP findes på listen over prioriterede stoffer under EU's vandrammedirektiv. SCCP er under udfasning, men endelig udfasning af den resterende anvendelse af SCCP i plastic og flammehæmmere er endnu ikke opnået (*OSPAR 2009*).

## 3 Metoder og materialer

### 3.1 Valg af analyseparametre og matricer

Analysemetoden for SCCP kan udvides til også at dække MCCP, så det blev vurderet, at dette var en fornuftig udvidelse i forhold til det oprindelige program.

#### 3.1.1 Analysemetode

Prøverne blev analyseret på NILU i Norge, som har stor erfaring med SCCP- og MCCP-målinger, og metoden er nærmere beskrevet i *Schlabach 2002*.

Den anvendte analysemetode bygger på ekstraktion med organisk solvent, efterfulgt af GC-MS kvantificering med Electron Capture Negative Ion mode (ECNI) på højopløsnings-MS (opløsning >10.000). Detektionsgrænsen for SCCP og MCCP i sediment er 5 ng/g tørstof, og måleusikkerheden estimeres til 40-50%.

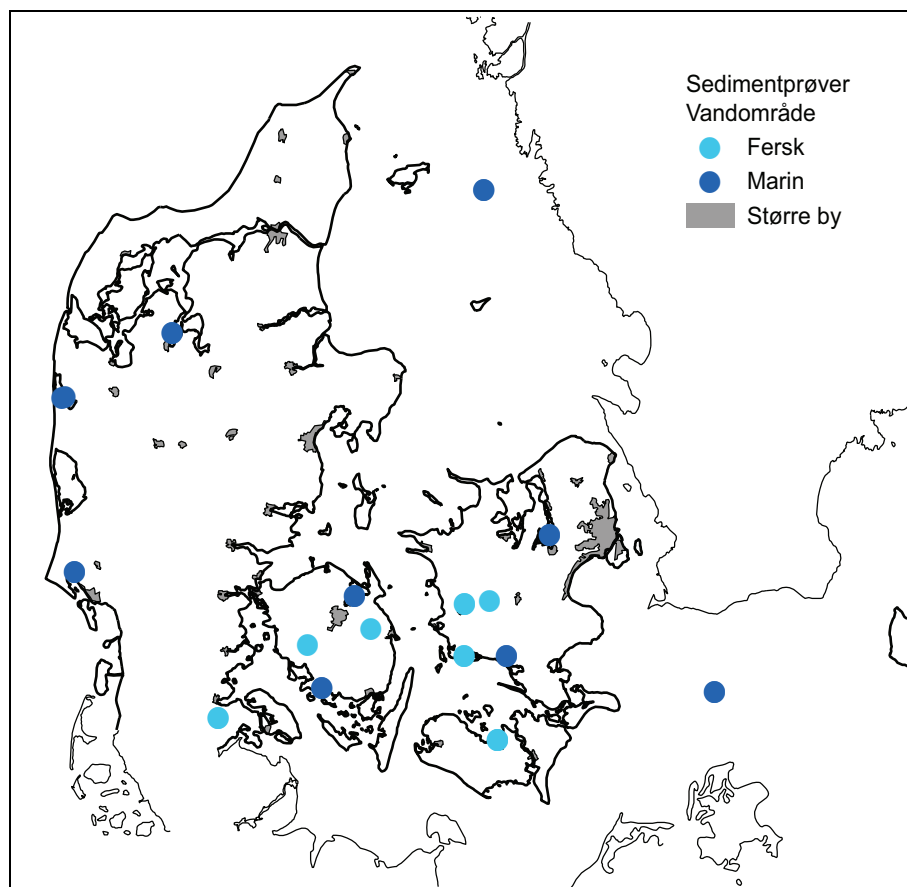
### 3.2 Prøvetagning

Prøverne blev indsamlet i NOVANA-regi, og for marint sediment er der derfor samtidig målt en række støtteparametre og andre organiske forbindelser (*tabel 3.1*). For ferskvandssediment var der ikke nogle apriori data, så her blev der - udover SCCP-analyserne ved NILU - analyseret tørstof og glødetab på DMU.

Tabel 3.1. Støtteparametre for udvælgelse af marine prøver.

Område	DMU id	Glødetab (%)	TOC (%)	Sum af PCB (µg/kg vådvægt)	Sum af PAH (µg/kg tørstof)
Karrebæk Fjord	2008-5429	19,7	8,0	0,63	2800
Odense Fjord	2008-5232	3,7	1,2	0,33	350
Fåborg Fjord	2008-5405	17,9	5,8	0,49	2500
Juvre Dyb	2008-5240	14,3	3,4	0,14	1500
Skive Fjord	2009-5916	15,4	5,5	0,26	1200
Nissum Fjord	2008-4992	6,3	2,8	0,29	980
Roskilde Fjord	2008-5407	22,6	6,2	1,1	2600
Horsens Fjord	2008-5227	10,9	3,5	1,0	1250
Kattegat	2008-4672	12,4	3,1	0,3	560
Arkona/Østersøen	2008-4652	15,6	3,9	0,77	3200

Figur 3.1. Kort med oversigt over stationer.



### 3.2.1 Marint sediment

De marine sedimentprøver blev udvalgt efter højt TOC-indhold og hvis muligt et højt PCB- og PAH-indhold, som indikatorer for human påvirkning. Prøvetagningsdato, koordinater og stationsnavne (samt lokaliteter) er angivet i tabel 3.2. For en Kattegat-station, 905, blev der fremsendt to uafhængige prøver fra samme station for at kontrollere reproducerbarheden af prøvetagning og SCCP-analyserne.

Tabel 3.2. Oversigt over marine sedimentprøver fremsendt til analyse på NILU. Koordinaterne er angivet i WGS84.

Prøve id	Lokalitet	Stationsnavn	Dato	Koordinater	Koordinater
2008-5429	Karrebæk Fjord - Vester Røse	STO0102065	20/10-2008	5512.11	1141.34
2008-5232	Odense Fjord	Odense Fjord	29/10-2008	5528.80	1030.60
2008-5405	Fåborg Fjord	6403001	22/10-2008	5505.44	1014.38
2008-5240	Vadehavet syd	SJYJUVD5002	30/10-2008	5535.49	818.01
2008-4992	Nissum Fjord	RKB22	1/10-2008	5620.60	812.64
2009-5916	Skive Fjord, Lundø Hage	VIB3727-00001	1/10-2008	5637.25	904.55
2008-5407	Roskilde Bredning	ROS60	9/10-2008	5542.78	1204.00
2008-4652	Østersøen	St. 444	4/2-2008	5500.00	1318.00
2008-4672	Kattegat	St. 905	7/2-2008	5712.30	1138.80

### 3.2.2 Ferskvandssediment

Søsediment blev indsamlet af Nykøbing, Odense, Ribe, Roskilde og Ålborg Miljøcentre, men udvælgelsen og afsendelse af sedimentprøverne til NILU, Norge blev desværre forsinket, og kun prøver fra Ribe, Nykøbing og Odense blev udtaget til analyse (tabel 3.3). Dette ses af stationskortet (figur 3.1), hvor landsdækningen for søsediment ikke er særlig stor. Fra 3 søer blev udvalgt 2-3 delprøver for at vurdere spredningen inden for søerne, da der i modsætning til marint sediment ikke foreligger nogle data for homogeniteten af persistente organiske forureninger i søsediment.

Tabel 3.3. Udvalgte stationer for ferskvandssediment. Bemærk at tørstof/glødetab er målt på DMU efter fremsendelse af delprøver til NILU og derfor ikke indgik ved udvælgelsen af prøver. Koordinaterne er i UTM zone 32, med en opløsning på 1 meter.

Sø/stationsnavn	Udtaget af	UTM koordinater	Dato	Tørstof %	Glødetab %
Tuel Sø	VSJTUL 1 Miljøcenter Nykøbing	680363, 6162006	10-12-2008	18,0	20,0
Tystrup 1	VSJTYS 1 Miljøcenter Nykøbing	662773, 6138738	11-12-2008	26,11	12,3
Tystrup 2	Miljøcenter Nykøbing	662155, 6138865	11-12-2008	26,0	12,7
Vesterborg Sø 1	51.20.50 Miljøcenter Nykøbing	645737, 6082091	28-11-2008	18,4	18,1
Vesterborg Sø 2	Miljøcenter Nykøbing	645893, 6082227	28-11-2008	18,0	20,0
Vesterborg Sø 3	Miljøcenter Nykøbing	646043, 6082495	28-11-2008	18,98	20,6
Søholm 15,3 m	1508100001 Miljøcenter Odense	571891, 6125745	19-11-2008	5,0	35,0
Vomme Sø 6,5 m	0608300001 Miljøcenter Odense	603606, 6133516	27-11-2008	15,8	17,4
Søgård Sø 1	VEJ88880052 Miljøcenter Ribe	520785, 6142631	17-11-2008	7,89	30,6
Søgård Sø 2	SJYS031001 Miljøcenter Ribe	ikke oplyst	17-11-2008	8,82	32,5

## 4 Resultater og diskussion

Resultater fra NILU er vist i *tabel 4.1*, med middelværdien for marint sediment hhv. ferskvandssediment angivet. Der var ikke den store forskel på niveauerne i det marine miljø og ferskvandsmiljøet. For Kattegat ses en relativ standardafvigelse på 20% mellem dobbeltbestemmelserne, hvor søerne ligger på 21-41%. Specielt i Vesterborg Sø blev der målt koncentrationer imellem de laveste (16 µg/kg) til de højeste (39 µg/kg).

For de marine områder er det interessant, at Odense Fjord viste laveste indhold af SCCP, idet Odense Fjord normalt ligger på høje værdier for mange andre persistente stoffer, pga. det lukkede område med stærke kilder i Odense by og det nu nedlagte Odense stålskibsværft på Lindø. Skibsværfter var udpeget som en af de potentielle punktkilder af *Schlachbach et al. (2002)*. Dog har sediment fra Odense Fjord også det laveste TOC-indhold, og der er derfor potentielt mindre organisk overflade at binde SCCP til. MCCP er kun påvist i Odense og Nissum Fjorde.

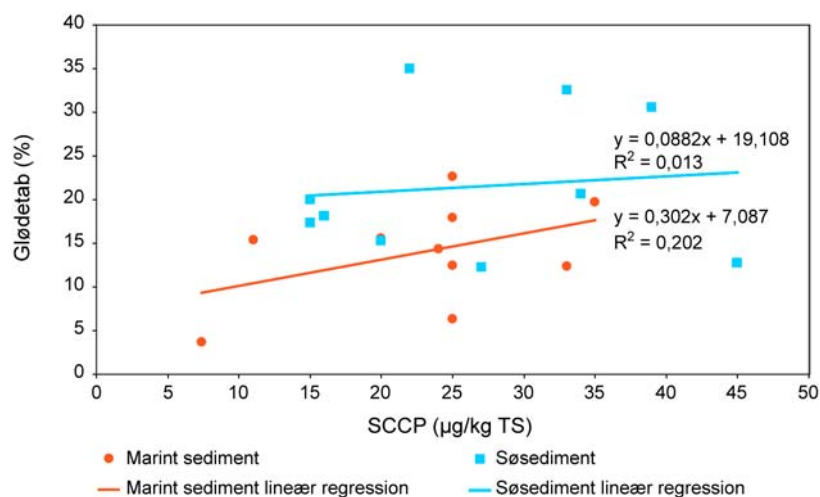
I ferskvand blev de højeste koncentrationer fundet i Søgård Sø og Vesterborg Sø, med de laveste koncentrationer i Vomme Sø.

Tabel 4.1. Resultater for screeningen af SCCP og MCCP.

Prøve id	Lokalitet	Stationsnavn	NILU	SCCP (µg/kg tørstof)	MCCP (µg/kg tørstof)
2008-5429	Karrebæk Fjord - Vester Røse	STO0102065	09/1666	35	<3,7
2008-5232	Odense Fjord	Odense Fjord	09/1667	7,4	6,3
2008-5405	Fåborg Fjord	6403001	09/1668	25	<2,2
2008-5240	Vadehavet syd	SJYJUVD5002	09/1669	24	<1,5
2008-4992	Nissum Fjord	RKB22	09/1670	25	16
2009-5227	Skive Fjord, Lundø Hage	VIB3727-00001	09/1671	11	<4
2008-5407	Roskilde Bredning	ROS60	09/1672	25	<2,7
2008-4672	Kattegat	St. 905	09/1673	33	<1,6
2008-4673	Kattegat	St. 905	09/1674	25	<1,1
2008-4652	Østersøen	St. 444	09/1675	20	<2,1
Middel ± standardafvigelse for marint sediment				25 ± 7	Ikke påvist
2009-7008	Søholm Sø	Fyn0608300001	09/1703	22	<3,4
2009-7009	Vomme Sø	1508100001	09/1704	15	<1,9
2009-7012	Tuel Sø	VSJT06 2	09/1707	15	<1
2009-7011	Tystrup Sø	VSJTYS1	09/1706	27	<1
2009-7016	Tystrup Sø	VSJTys1	09/1711	20	<1
2009-7015	Vesterborg Sø	51.20.50	09/1710	39	<1,4
2009-7010	Vesterborg Sø	51.20.50	09/1705	34	<1
2009-7014	Vesterborg Sø	51.20.50	09/1709	16	<1,1
2009-7013	Søgård Sø	54.55.10	09/1708	45	<1,1
2009-7017	Søgård Sø	54.55.10	09/1712	33	<1
Middel ± standardafvigelse for ferskvandssediment				27 ± 11	Ikke påvist

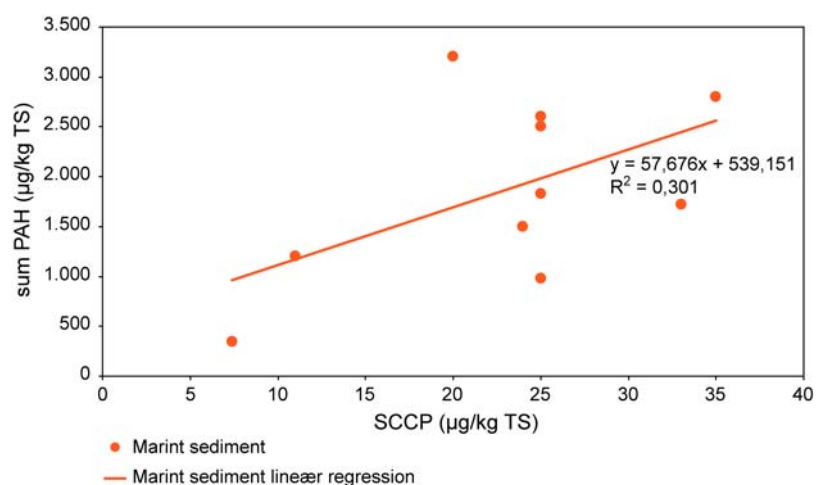
For mange organiske stoffer findes en god korrelation mellem sedimentets kulstofindhold og forureningen (fx  $r^2$  på 0,667 for sum PAH i tabel 3.1), idet højt indhold af kulstof indikerer meget organisk materiale, som forureningen bindes til. Normalt betragtes total organisk kulstof, TOC, som den bedste normalisator, men for SCCP findes i de marine prøver en lidt bedre korrelation til glødetabet – en simple indikator for organisk indhold – men for SCCP var korrelationen ikke overbevisende ( $r^2$ -værdi på 0,202 for glødetab mod 0,192 for TOC). For søsediment var der ingen sammenhæng mellem glødetabet og SCCP ( $r^2$ -værdi på 0,013) (figur 4.1).

Figur 4.1. Relation mellem SCCP og glødetab, som mål for organisk indhold i søsediment hhv. marint sediment. Bemærk at der for marint sediment er en svag sammenhæng, mens søsediment ikke kan siges at være korreleret til glødetabet. TOC er normalt bedre korreleret til forurening med organiske stoffer, men er ikke målt for ferskvandssediment. Der var ikke forskel på glødetab og TOC-korrelationen for marint sediment.



Korrelation til summen af PAH'er var lidt bedre ( $r^2$ -værdi på 0,301), men heller ikke overbevisende, så kilderne til SCCP og PAH er ikke de samme (figur 4.2). Der findes heller ikke nogen sammenhæng til PCB ( $r^2$  værdi på 0,009, ikke vist), selvom SCCP i mange tilfælde skulle have erstattet PCB, og der har været forslag om at anvende sum af PCB som indikator for potentiel SCCP forurening (Lepom 2005)). Der lader således ikke til at være en nem måde at prioritere analyserne for SCCP ud fra andre kendte organiske stoffer i danske områder, hvilket kunne tyde på en diffus eller langtransporteret forurening.

Figur 4.2. Sammenhæng mellem SCCP-koncentration og summen af PAH'er i marint sediment.





## 4.1 Vurdering af de målte koncentrationer

EU's vandrammedirektiv opererer med vandkvalitetskrav - Quality Standards (QS) - som sættes for at beskytte organismer i miljøet, dels mod en gennemsnitlig forurening over tid (AA-QS) og mod maksimal forurening (fx øget udvaskning i forbindelse med et regnvejr), som kan give akutte skader på organismene (MAC-QS). Disse kan være forskellige for ferskvand og marint vand, men for SCCP er de ens. QS sættes ud fra de mest følsomme arter med en sikkerhedsfaktor, der afhænger af hvor mange arter, der er undersøgt. AA-QS ud fra langtidstests af mindst 3 arter, hvor MAC-QS sættes ud fra test med 50% dødelighed som endepunkt. Vandkvalitetskravene kan oversættes til kriterier for sediment gennem ligevægtsfordelingen (ca. 5.000 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) mellem vand og sediment, hvis der ikke findes data for sedimentlevende organismer. Sedimentkriteriet for SCCP er beregnet på denne måde, og den beregnede koncentration, hvor der ikke forventes effekter, kaldes PNEC (Predicted No Effect Concentration).

EU (2005) angiver et koncentrationsniveau, hvor der ikke forventes effekter (PNEC) på 880 µg/kg i sediment, baseret på omregning af et foreløbigt vandkvalitetskrav på 0,5 µg/l som AA-QS i søer og vandløb (indvand) og andet overfladevand (EU 2005). Ud fra omregning af vandkvalitetskravet til en beregnet PNEC er der via sikkerhedsfaktorer sat kvalitetsstandarder for sediment og biota i EU's factsheet for kloralkaner (tabel 4.2). QS-sediment er tentativt pga. den anvendte fremgangsmåde og kan ændres, hvis der kommer nye data med mere følsomme arter end de hidtil undersøgte. Foreløbig har en revision af risikovurdering (EU 2008), ikke medført stramninger, men tværtimod foreslået en lempelse af PNEC i sediment. PEC/PNEC i den reviderede risikovurdering indikerer i værste tilfælde, at marint vand og sediment kan være udsat for risiko fra den generelle anvendelse af SCCP til tekstiler, ligesom der er risiko for sekundær forgiftning af top-predatorer (toppen af fødekæden, fx sæl). Kilderelaterede risici optræder for sediment i forbindelse med behandling af tekstiler og jord i forbindelse med anvendelse i gummi og til tekstiler.

Tabel 4.2. Klassifikation af SCCP i vand og biota efter EU's factsheet (2005) og opdateret risikovurdering (2008). QS = Quality Standard, AA = gennemsnitskoncentration, MAC = maksimumskoncentration.

Stof	AA-QS	MAC-QS	Bentisk samfund QS (sediment)	PNEC i sediment/biota
	µg/l	µg/l	µg/kg (vv)	µg/kg (vv)
SCCP (EU 2005)	0,5	1,4	217 (998 tv)	217/16.600
SCCP (EU 2008)				2.170/5.500

vv: vådvægt; tv: tørvægt

Til at vurdere miljøfarlige stoffers betydning for miljøtilstanden har det marine fagdatacenter ofte anvendt det vejledende norske klassificeringssystem, udarbejdet af Statens Forurensningstilsyn i 1998 og revideret i 2007 (SFT 2007). SFT-systemet er baseret på koncentrationsmålinger og udtrykt i en 5-delt klassificering af forureningsgraden for metaller i muslinger (figur 4.3). Den norske grænse mellem klasse II og III er fastlagt efter samme kriterier som vandrammedirektivets grænse for "god økologisk tilstand". SFT's grænser for SCCP og MCCP er angivet i tabel 4.3.

Figur 4.3. SFT's klassificeringssystem fra 2007. Sammenhæng mellem tilstandsklasse, miljøtilstand og forureningsgrad.

Klasse	I	II	III	IV	V
Tilstandsbeskrivelse	Meget god	God	Mindre god	Dårlig	Meget dårlig
	Ubetydelig/lidt forurenet	Moderat forurenet	Markant forurenet	Stærkt forurenet	Meget stærkt forurenet

Måleresultaterne viser, at danske fjorde og søer i gennemsnit ligger en faktor 40 under grænsen mellem klasse 2 og 3 (fra let forurenet til moderat forurenet). Kriteriet for sediment går kun ned til klasse 2, idet baggrundskoncentrationen forventes at være 0.

Tabel 4.3. Klassifikation af SCCP i vand og sediment efter SFT 2007.

Stof	SFT klasse 2	SFT klasse 3	SFT klasse 4	SFT klasse 5
SCCP (µg/l) vand	<0,5	0,5-1,4	1,4-2,8	>2,8
MCCP (µg/l) vand	<0,10	0,10-0,59	0,59-1,2	>1,2
SCCP (µg/kg) sediment	<1.000	1.000-2.800	2.800-5.600	>5.600
MCCP (µg/kg) sediment	<4.600	4.600-27.000	27.000-54.000	>54.000

## 4.2 Sammenligning med andre undersøgelser

I en norsk screeningsundersøgelse blev de højeste koncentrationer af SCCP fundet i Drammensfjord i Norge på 94-1300 µg/kg tørvægt (Fjeld *et al.* 2004). Koncentrationerne af MCCP varierede fra 140-7.500 µg/kg tørvægt. Forholdet mellem de kortkædede og mellemkædede paraffiner var ikke ens på alle stationer og må være afhængig af forureningskildens sammensætning (Fjeld *et al.* 2004). I forhold til nærværende danske screeningsundersøgelse var sedimentkoncentrationerne fra dobbelt så høje til 50 gange højere for SCCP og fra ca. 10 gange så høje op til 450 gange højere for MCCP i Norge. I samme undersøgelse blev de højeste niveauer i fisk (lipid-normaliseret) målt i ørred og de næsthøjeste i torskelever fra Norskekysten. Undersøgelserne viste en tendens til, at MCCP dominerer i ferskvands- og marint sediment. Trenden sås ikke i prøver fra blåmusling og fisk, som er domineret af SCCP. Forholdet kan skyldes, at SCCP biokoncentreres stærkere end MCCP.

Kloralkaner (SCCP) i norsk ferskvands- og marint sediment havde koncentrationer på <5 til 700 µg/kg tørvægt (Fjeld *et al.* 2004). I en større engelsk undersøgelse af flodsediment nedstrøms fra rensningsanlæg, fandtes koncentrationer af SCCP og MCCP i størrelsesorden 200-63.000 µg/kg tørvægt (Nicholls *et al.* 2001) – også mindst en faktor 5 større end i denne screeningsundersøgelse. I slam fra rensningsanlæg i England lå koncentrationerne i området 7-200 µg/g for SCCP og 30-9.700 µg/g for MCCP (Stevens *et al.* 2003). I sediment fra Lake Ontario var middelkoncentrationen 49 µg/kg tørvægt, og den maksimale værdi lå på 410 µg/kg tørvægt (Marvin *et al.* 2003). Dette er på en middelkoncentration på 2 gange niveauet for dansk sediment og op til 10 gange højere for maksimalkoncentrationen. Koncentrationer af SCCP i sediment fra Nordsøen, Tyske Bugt og Østersøen var på tilsvarende niveauer relativt til organisk kulstof (3,7-9,1 og 2,1-8,4 mg/kg kulstof). Omregnes resultaterne i de marine sedimentprøver til kulstofindhold vha. TOC indholdet (µg SCCP/kg tørvægt x 1000 mg/µg x 100%/TOC%) findes 0,4-1 mg/kg kulstof i den danske undersøgelse, altså en faktor 2 til 20 lavere. I 11 sedimentprøver

fra Barentshavet er der fundet 8-92 mg/kg tørvægt af SCCP og kun i én prøve blev der målt MCCC over detektionsgrænsen (*Bakke et al. 2008*). I afsidesliggende søer i Alaska er der i Arctic Monitoring and Assessment Programme ([www.amap.no](http://www.amap.no)) rapporteret sedimentkoncentrationer omkring 2-18 µg/kg tørvægt, som muligvis skyldes langdistance atmosfærisk transport. Niveauerne af SCCP i sediment fra Barentshavet og Alaska svarer til dem, der er fundet i denne screeningsundersøgelse.

Disse niveauer kan være karakteristiske baggrundskoncentrationer i sediment i åbent vand og er langt under PNEC for kronisk eksponering.

Koncentrationer af SCCP og MCCC i fisk fra Norges største sø Mjøsa ligger i samme størrelsesorden som i de svenske søer Storsjön og Vättern omkring 6,6-30 µg/kg vådvægt eller 570-1.000 ng/g lipid (*Jansson et al. 1993; Fjeld et al. 2004*). SCCP i fiskeprøver fra Lake Ontario havde koncentrationer på  $59 \pm 51$  µg/kg vådvægt (ørred),  $79 \pm 47$  µg/kg vådvægt (ørred) og  $2630 \pm 2560$  µg/kg vådvægt (karpe fra et havneområde). Houde (2008) undersøgte fødekæde og bioopkoncentrering i Lake Ontario og Lake Michigan og påviste bioakkumuleringsfaktorer på  $10^{6.0} - 10^{6.6}$ , men der var ikke noget, der tydede på opkoncentrering i fødekæderne fra plankton til 4 fiskearter. Koncentrationer af SCCP i hele ørred fra Lake Ontario på  $34 \pm 37$  µg/kg mod  $123 \pm 35$  µg/kg i Lake Michigan, hvor ulk lå på hhv. 25 og 67 µg/kg i de to søer, Rainbow smelt på hhv. 19 og 17 µg/kg og silde-fisken *Alosa pseudoharengus* på hhv.  $2,4 \pm 3,3$  og  $7,5 \pm 3,9$  µg/kg i de to søer.

I marine organismer er de højeste koncentrationer fundet i hvidhvaler fra St. Lawrence floden (op til 1,4 mg/kg vådvægt). I en ny screeningsundersøgelse af fiskelever i Østersøen, foretaget af *Lilja (2009)*, blev SCCP påvist i alle prøver af skrubbe, aborre og sild med 5,2-62 µg/kg vådvægt. Ingen af koncentrationerne overskred PNEC for top-predatorer. Omregnet til indholdet i lipid svarer dette til 1.700 µg/kg lipid i skrubbelever ud for Litauen (Klaipeda) og 590 µg/kg i aborrelever ud for Estland. De højeste værdier blev fundet i skrubber og aborrer, men også sild med koncentrationer op til 290 µg/kg lipid. Der blev kun påvist MCCC i 3 af prøverne i niveauet 3-15 µg/kg vådvægt - i alle tre tilfælde i aborrelever.

## 5 Konklusion

Kloralkanerne er langt fra de grænseværdier, der er sat af SFT for sediment, og i EU's risikovurdering er kvalitetskrav i vandfasen omregnet til PNEC-værdier for sediment på samme niveau som SFTs. Da disse værdier er en faktor 20 over de højeste fundne koncentrationer af SCCP, er der således ikke umiddelbart noget, der indikerer, at mængden af kloralkaner er problematiske i danske ferskvande og marine vande. Sammenlignet med andre undersøgelser ligger koncentrationerne i denne screening også langt under, eller i den lave ende af disse, bortset fra prøver fra Alaska, der kun er påvirket af langdistance atmosfærisk transport.

Andre undersøgelser har indikeret, at organisk indhold og summen af PCB kunne være korreleret med indholdet af SCCP i sediment og derved kunne forbedre analyser af SCCP. Dette lader ikke til at være tilfældet i hverken søer eller marint sediment fra Danmark. Ved fremtidige prøvetagninger er det derfor ikke muligt at lokalisere hotspots ud fra målinger af glødetab, TOC eller sum PCB. I stedet er kendskab til potentielle kilder og deres påvirkningsområde mere relevant ved planlægningen af prøvetagning. Der er samtidig stor spredning for nogle af søerne, hvor niveauerne er op til en faktor 2 mellem højeste og laveste koncentration.

Koncentrationsniveauerne i Danmark svarer til, hvad der tidligere er fundet i især norske undersøgelser fra Barentshavet, men en faktor 10 under de højeste niveauer fundet i Lake Ontario, og dermed endnu en indikation af, at det fortrinsvis er diffus forurening, der giver niveauerne i danske farvande.

## 6 Referencer

Bakke, T., Boitsov, S., Brevik, E.M., Gabrielsen, G.W., Green, N., Helgason, L.B., Klungsøyr, J., Leknes, H., Miljeteig, C., Måge, A., Rolfsnes, B.E., Savinova, T., Schlabach, M., Skaare, B.B., Valdersnes, S. 2008: Mapping selected organic contaminants in the Barents Sea 2007. Norwegian Pollution Control Authority. - TA-2400/2008.

<http://www.klif.no/publikasjoner/2400/ta2400.pdf>

EU 2000: European Union Risk Assessment Report. Alkanes, C<sub>10-13</sub>, chloro. CAS No.: 85535-84-8. EINECS No.: 287-476-5. Final report, October 1999 (published in 2000). The final report is available at the internet site of the European Chemicals Bureau: <http://ecb.jrc.it/existing-chemicals/tick> ESIS button, then enter CAS or EINECS number of substance.

EU 2005: Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive. Environmental Quality Standards (EQS). Substance Data Sheet. Priority Substance No. 7. C<sub>10-13</sub>-Chloralkanes. CAS-No. 85535-84-8. Final version Brussels, 31 July 2005.

EU 2008: European Union Risk Assessment Report; CAS No: 85535-84-8; EINECS No: 287-476-5; alkanes, C<sub>10-13</sub>, chloro, updated 2008. EUR 23396 EN.

Fjeld, E., Schlabach, M., Berge, J.A., Eggen, T., Snilsberg, P., Källberg, G., Rognerud, S., Enge, E.K., Borgen, A. & Gundersen, H. 2004: Screening of selected new organic contaminants - brominated flame retardants, chlorinated paraffins, bisphenol-A and trichlosan. - Rapport 4809-2004. NIVA, Oslo.

Houde, M., Muir, D.C.G., Tomy, G.T., Whittle D.M., Teixeira, C. & Moore, S. 2008: Bioaccumulation and trophic magnification of short- and medium-chain chlorinated paraffins in food webs from Lake Ontario and Lake Michigan. - Environmental Science & Technology 42(10): 3893-3899.

HSDB: Hazardous Substances Data Bank. United States National Library of Medicine. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>.

ICES 2005: Advice on the design of one-off surveys of chemicals identified for priority action. OSPAR SIME document SIME/06/5/4, presented in London (OSPAR Secretariat), 21-23 February 2006.

ICES 2007: Report of the Marine Chemistry Working Group (MCWG), 19-23 March 2007, Hamburg, Germany. CM 2007/MHC:09. 80 pp.

Jansson, B., Andersson, R., Asplund, L., Litzén, K., Nylund, K., Sellström, U., Uvemo, U., Wahlberg, C., Wideqvist, U., Odsjö, T. & Olsson, M. 1993: Chlorinated and brominated persistent organic compounds in biological samples from the environment. - Environmental Toxicology and Chemistry 12 (7): 1163-1174.

Kenne, K. & Ahlborg, U.G. 1996: Chlorinated paraffins. International programme on chemical safety. - Environmental Health Criteria 181. WHO.

Lepom, P. 2005: Short Chain Chlorinated Paraffins (SCCPs) - Analysis and Occurrence in the Marine Environment. Appendix 8: Review note on short chain chlorinated paraffins. - In ICES 2005: Report of the Marine Chemistry Working Group (MCWG), 7-11 March 2005, Vigo, Spain. ICES CM 2005/E:03. 92 pp.

Lilja, K., Norström, K., Remberger, M., Kaj, L., Egelrud, L., Junedahl, E., Brorström-Lundén, E., Ghebremeskel, M., & Schlabach, M. 2009: Screening of selected hazardous substances in the eastern Baltic marine environment. - IVL Report B1874.

<http://www3.ivl.se/rapporter/pdf/B1874.pdf>

Marvin, C.H., Painter, S., Tomy, G.T., Stern, G.A., Braekvelt, E. & Muir, D.C.G. 2003: Spatial and temporal trends in short-chain chlorinated paraffins in Lake Ontario sediments. - Environmental Science & Technology 37 (20): 4561-4568.

Nicholls, C.R., Allchin, C.R. & Law, R.J. 2001: Levels of short and medium chain length polychlorinated n-alkanes in environmental samples from selected industrial areas in England and Wales. - Environmental Pollution 114 (3): 415-430.

NVV 2006: What concentrations of hazardous substances do we find in the environment? Results from the Swedish Screening Programme 2003 - 2004. - Rapport 5524 fra Naturvårdsverket (på svensk).

<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5524-0.pdf>

OSPAR 2001: Short Chain Chlorinated Paraffins. Hazardous Substances Series (OSPAR baggrundsdocument).

OSPAR 2007: OSPAR List of Chemicals for Priority Action (Update 2007). Reference number 2004-12.

[http://www.ospar.org/documents/DBASE/DECRECS/Agreements/04-12e\\_List%20of%20Chemicals%20for%20Priority%20action.doc](http://www.ospar.org/documents/DBASE/DECRECS/Agreements/04-12e_List%20of%20Chemicals%20for%20Priority%20action.doc)

OSPAR 2009: Draft assessment of status and trend of marine pollution, document ASMO 09/5/1-E(L). Meeting of the Environmental Assessment and Monitoring Committee (ASMO), Bonn, 20-24 April 2009.

Schlabach, M., Mariussen, E., Borgen, A., Dye, C., Enge, E.-K., Steinnes, E., Green, N. & Mohn, H. 2002: Kartlegging av bromerte flammehemmere og klorerte parafiner. - Rapport 866/02. Statens forurensningstilsyn.

SFT 2007: Veiledning for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment. Statens Forurensningstilsyn. - TA-2229/2007.

<http://www.klif.no/publikasjoner/2229/ta2229.pdf>

Stevens, J.L., Northcott, G.L, Stern, G.A, Tomy, G.T. & Jones, K.C. 2003: PAHs, PCBs, PCNs, organochlorine pesticides, synthetic musks, and polychlorinated n-alkanes in UK sewage sludge: Survey results and implications. - Environmental Science & Technology 37 (3): 462-467.

# Bilag 1 - Analyserapport fra NILU



National Environmental Research Institute, NERI  
University of Aarhus  
Fredriksborgvej 399, P.O.Box 358  
DK-4000 Roskilde  
Denmark  
Att: Morten Hjorth

Deres ref./Your ref.:

Vår ref./Our ref.:  
EKE/MSE/O-109093

Kjeller,  
September 30<sup>th</sup> 2009

## Analytic results, SCCP/MCCP

NILU sample ID	Customer Sample ID	Sample type	SCCP (ng/g, dw)	MCCP (ng/g, dw)
09/1666	5429	Sediment	35	<3.7
09/1667	5232	"	7.4	6.3
09/1668	5405	"	25	<2.2
09/1669	5240	"	24	<1.5
09/1670	4992	"	25	16
09/1671	5407	"	11	<4
09/1672	5227	"	25	<2.7
09/1673	4672	"	33	<1.6
09/1674	4673	"	25	<1.1
09/1675	4652	"	20	<2.1
09/1703	Mar-2009-7008	"	22	<3.4
09/1704	Mar-2009-7009	"	15	<1.9
09/1705	Mar-2009-7010	"	34	<1.0
09/1706	Mar-2009-7011	"	27	<1.0
09/1707	Mar-2009-7012	"	15	<1.0

*Deltaker i CIENS og Miljøalliansen / Associated with CIENS and the Environmental Research Alliance of Norway*  
*ISO-sertifisert etter / ISO certified according to NS-EN ISO 9001*

NILU  
P.O. Box 100  
NO-2027 KJELLER, Norway  
Phone: +47 63 89 80 00/Fax: +47 63 89 80 50  
Besøk/visit: Instituttveien 18, 2007 Kjeller

NILU Tromsø  
Polarmiljøsentret / The Polar Environmental Centre  
NO-9296 TROMSØ, Norway  
Phone: +47 77 75 03 75/Fax: +47 77 75 03 76  
Besøk/visit: Hjalmar Johansens gt. 14, 9007 Tromsø

e-mail: nilu@nilu.no  
nilu-tromso@nilu.no  
Internet: www.nilu.no  
Bank: 5102.05.19030  
Foretaksnr./Enterprise no. 941705561

Vennligst adresser post til NILU, ikke til enkeltpersoner/Please reply to the institute.

NILU sample ID	Customer Sample ID	Sample type	SCCP (ng/g, dw)	MCCP (ng/g, dw)
09/1708	Mar-2009-7013	"	45	<1.1
09/1709	Mar-2009-7014	"	16	<1.1
09/1710	Mar-2009-7015	"	39	<1.4
09/1711	Mar-2009-7016	"	20	<1.0
09/1712	Mar-2009-7017	"	33	<1.0

Regards

*Ole-Anders Braathen*

Ole-Anders Braathen  
Dep. Director, Environmental Chemistry

*Anders Borgen*  
Anders Borgen  
Senior scientist



## **DMU Danmarks Miljøundersøgelser**

Danmarks Miljøundersøgelser er en del af Aarhus Universitet. På DMU's hjemmeside [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk) finder du beskrivelser af DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter.

DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø. Her kan du også finde en database over alle publikationer som DMU's medarbejdere har publiceret, dvs. videnskabelige artikler, rapporter, konferencebidrag og populærfaglige artikler.

Yderligere information: [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk)

Danmarks Miljøundersøgelser  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde  
Tlf.: 4630 1200  
Fax: 4630 1114

Administration  
Afdeling for Arktisk Miljø  
Afdeling for Atmosfærisk Miljø  
Afdeling for Marin Økologi  
Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi  
Afdeling for Systemanalyse

Danmarks Miljøundersøgelser  
Vejløvej 25  
Postboks 314  
8600 Silkeborg  
Tlf.: 8920 1400  
Fax: 8920 1414

Afdeling for Ferskvandsøkologi  
Afdeling for Terrestrisk Økologi

Danmarks Miljøundersøgelser  
Grenåvej 14, Kalø  
8410 Rønde  
Tlf.: 8920 1700  
Fax: 8920 1514

Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

## Faglige rapporter fra DMU

På DMU's hjemmeside, [www.dmu.dk/Udgivelser/](http://www.dmu.dk/Udgivelser/), finder du alle faglige rapporter fra DMU sammen med andre DMU-publikationer. Alle nyere rapporter kan gratis downloades i elektronisk format (pdf).

- Nr./No. 2010**
- 774 Kvælstofbelastningen ved udvalgte terrestriske habitatområder i Sønderborg kommune.  
Af Frohn, L. M., Skjøth, C. A., Becker, T., Geels, C. & Hertel, O. 30 s.
- 769 Biological baseline study in the Ramsar site "Heden" and the entire Jameson Land, East Greenland.  
By Glahder, C.M., Boertmann, D., Madsen, J., Tamstorf, M., Johansen, K., Hansen, J., Walsh, A., Jaspers, C. & Bjerrum, M. 86 pp.
- 768 Danish Emission Inventory for Solvent Use in Industries and Households.  
By Fauser, P. 47 pp.
- 767 Vandmiljø og Natur 2008. NOVANA. Tilstand og udvikling.  
Af Nordemann Jensen, P., Boutrup, S., Bijl, L. van der, Svendsen, L.M., Grant, R., Wiberg-Larsen, P., Jørgensen, T.B., Ellermann, T., Hjorth, M., Josefson, A.B., Bruus, M., Søgaard, B., Thorling, L. & Dahlgren, K. 106 s.
- 766 Arter 2008. NOVANA.  
Af Søgaard, B., Pihl, S., Wind, P., Laursen, K., Clausen, P., Andersen, P.N., Bregnballe, T., Petersen, I.K. & Teilmann, J. 118 s.
- 765 Terrestriske Naturtyper 2008. NOVANA.  
Af Bruus, M., Nielsen, K. E., Damgaard, C., Nygaard, B., Fredshavn, J. R. & Ejrnæs, R. 80 s.
- 764 Vandløb 2008. NOVANA.  
Af Wiberg-Larsen, P. (red.) 66 s.
- 763 Søer 2008. NOVANA.  
Af Jørgensen, T.B., Bjerring, R., Landkildehus, F., Søndergaard, M., Sortkjær, L. & Clausen, J. 46 s.
- 762 Landovervågningsoplande 2008. NOVANA.  
Af Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Pedersen, L.E., Jensen, P.G., Hansen, B. & Thorling, L. 128 s.
- 761 Atmosfærisk deposition 2008. NOVANA.  
Af Ellermann, T., Andersen, H.V., Bossi, R., Christensen, J., Kemp, K., Løfstrøm, P. & Monies, C. 74 s.
- 760 Marine områder 2008. NOVANA. Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten.  
Af Hjorth, M. & Josefson, A.B. (red.) 136 s.
- 2009**
- 759 Control of Pesticides 2008. Chemical Substances and Chemical Preparations.  
By Krongaard, T. 25 pp.
- 758 Oplandsmodellering af vand og kvælstof i umættet zone for oplandet til Højvads Rende.  
Af Grant, R., Mejlhede, P. & Blicher-Mathiesen, G. 74 s.
- 757 Ecology of Læsø Trindel – A reef impacted by extraction of boulders.  
By Dahl, K., Stenberg, C., Lundsteen, S., Støttrup, J., Dolmer, P., & Tendal, O.S. 48 pp.
- 755 Historisk udbredelse af ålegræs i danske kystområder.  
Af Krause-Jensen, D. & Rasmussen, M.B. 38 s.
- 754 Indicators for Danish Greenhouse Gas Emissions from 1990 to 2007.  
By Lyck, E., Nielsen, M., Nielsen, O.-K., Winther, M., Hoffmann, L. & Thomsen, M. 94 pp.
- 753 Environmental monitoring at the Seqi olivine mine 2008-2009.  
By Søndergaard, J., Schiedek, D. & Asmund, G. 48 pp.
- 751 Natur og Miljø 2009 – Del B: Fakta.  
Af Normander, B., Henriksen, C.I., Jensen, T.S., Sanderson, H., Henrichs, T., Larsen, L.E. & Pedersen, A.B. (red.) 170 s. (også tilgængelig i trykt udgave, DKK 200)
- 750 Natur og Miljø 2009 – Del A: Danmarks miljø under globale udfordringer.  
Af Normander, B., Jensen, T.S., Henrichs, T., Sanderson, H. & Pedersen, A.B. (red.) 94 s. (også tilgængelig i trykt udgave, DKK 150)
- 749 Thick-billed Murre studies in Disko Bay (Ritenbenk), West Greenland.  
By Mosbech, A., Merkel, F., Boertmann, D., Falk, K., Frederiksen, M., Johansen, K. & Sonne, C. 60 pp.
- 747 Bunddyr som indikatorer ved bedømmelse af økologisk kvalitet i danske søer.  
Af Wiberg-Larsen, P., Bjerring, R. & Clausen, J. 46 s.

*[Tom side]*

## SCREENING FOR KLORALKANER I SEDIMENT

Relevans for NOVANA

Kloralkaner er en gruppe af klorerede forbindelser, der er potentielt bioakkumulerbare og indgår i EU's vandrammedirektiv. Udenlandske undersøgelser har påvist kloralkaner i det marine miljø, og denne screening af i alt 20 prøver fra Danmark viser, at kloralkaner også forekommer i dansk sediment – både i søer og marine områder. Koncentrationsniveauerne er dog lave, og ligger mindst 5 gange under EU's kvalitetskrav (QS) for sediment. Kloralkaner kan inddeles i kortkædede (10-13 kulstofatomer), som blev påvist på alle lokaliteter, og mellemlange kæder (13-16 kulstofatomer), som kun blev fundet over detektionsgrænsen to steder. De kortkædede er mest bioakkumulerbare. Der blev fundet stort set samme koncentrationer i ferskt og marint sediment med en gennemsnitskoncentration på hhv. 27 og 25 µg pr. kg tørret sediment, og maksimal-værdier på hhv. 45 og 35 µg pr. kg tørret sediment.