

Kartlegging av klorerte miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området

PROSJEKT 80944-03

Av Stepan Boitsov, Guri Nesje og Jarle Klungsøyr



PROSJEKTRAPPORT



Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN
Tlf. 55 23 85 00, Fax 55 23 85 31, www.imr.no

Tromsø	Flødevigen	Austevoll	Matre
9294 TROMSØ	4817 HIS	5392 STOREBØ	5984 MATREDAL
Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 37 05 90 00	Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 55 23 85 00
Fax 77 60 97 01	Fax 37 05 90 01	Fax 56 18 22 22	Fax 56 36 75 85

Rapport:
Rapport fra Havforskningen nr. 4-2016

Tittel:
Kartlegging av klorerte miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området

Forfatter(e):
S. Boitsov
G. Nesje
J. Klungsøyr

Distribusjon:

Åpen

HI-prosjektnr.:

80944-03

Oppdragsgiver(e):

MAREANO

Oppdragsgivers referanse:

Dato:

31.01.2016

Program:

MAREANO

Forskningsgruppe:

429 Miljøkjemi

Antall sider totalt: 26

Sammendrag (norsk):

Havforskningsinstituttet har gjennomført målinger av klorerte miljøgifter i overflatesedimenter fra 57 lokaliteter i MAREANO-området. Polyklorerte bifenyler (PCB) og klorerte pestisider (DDT, HCH inkludert lindan, HCB, trans-nonaklor og dieldrin) ble analysert. Prøvene var innsamlet i perioden 2006-2014 i østlige del av Norskehavet og sørlige del av Barentshavet. Det ble funnet lave nivåer av miljøgifter på alle lokalitetene, tilsvarende Miljødirektoratets klasse I (bakgrunn) for PCB7 og HCB, og klasse I eller II (god tilstand) for DDT og lindan. Dette antas i hovedsak knyttet til langtransport av menneskerelatert forurensning. HCB, trans-nonaklor og dieldrin ligger i alle prøver enten under kvantifiseringsgrense (0,02 µg/kg tørrvekt) eller er kun funnet i lave spormengder.

Summary (English):

Institute of Marine Research has analysed chlorinated organic contaminants in surface sediments from 57 locations in the MAREANO area. Polychlorinated biphenyls (PCB) and chlorinated pesticides (DDT, HCH including lindane, HCB, trans-nonachlor and dieldrin) were analysed. The samples were collected during 2006-2014 in the eastern part of the Norwegian Sea and in the southern part of the Barents Sea. Low levels of contaminants were found in surface sediments at all the locations, corresponding to the Norwegian Environmental Agency's class I (background levels) for PCB7 and HCB, and class I or II (good condition) for DDT and lindane. This is mainly explained by long-range transport of anthropogenic contaminants. The levels of HCB, trans-nonachlor and dieldrin in all the samples were either below the limit of quantification (0,02 µg/kg dry weight) or found in trace amounts only.

Emneord (norsk):

1. PCB og klorerte pestisider
2. Sedimenter
3. MAREANO

Subject heading (English):

1. PCB and chlorinated pesticides
2. Sediments
3. MAREANO

Innholdsfortegnelse

I. Innledning	.....4
1. Studier av miljøgifter gjennomført under MAREANO	.....4
2. Bakgrunn for målinger av organiske miljøgifter	.....6
2.1. Sedimentstudier	.....6
2.2. Polyklorerte bifenyler (PCB) og organiske klorerte pestisider (OCP)	.....6
II. Metoder	.....9
1. Prøvetaking	.....9
2. Analysemetode	....13
III. Resultater	....14
IV. Konklusjoner	....22
VI. Referanser	....23
Vedlegg A. Resultater av målinger av klorerte miljøgifter i sedimenter fra 57 lokaliteter i MAREANO-området	...24

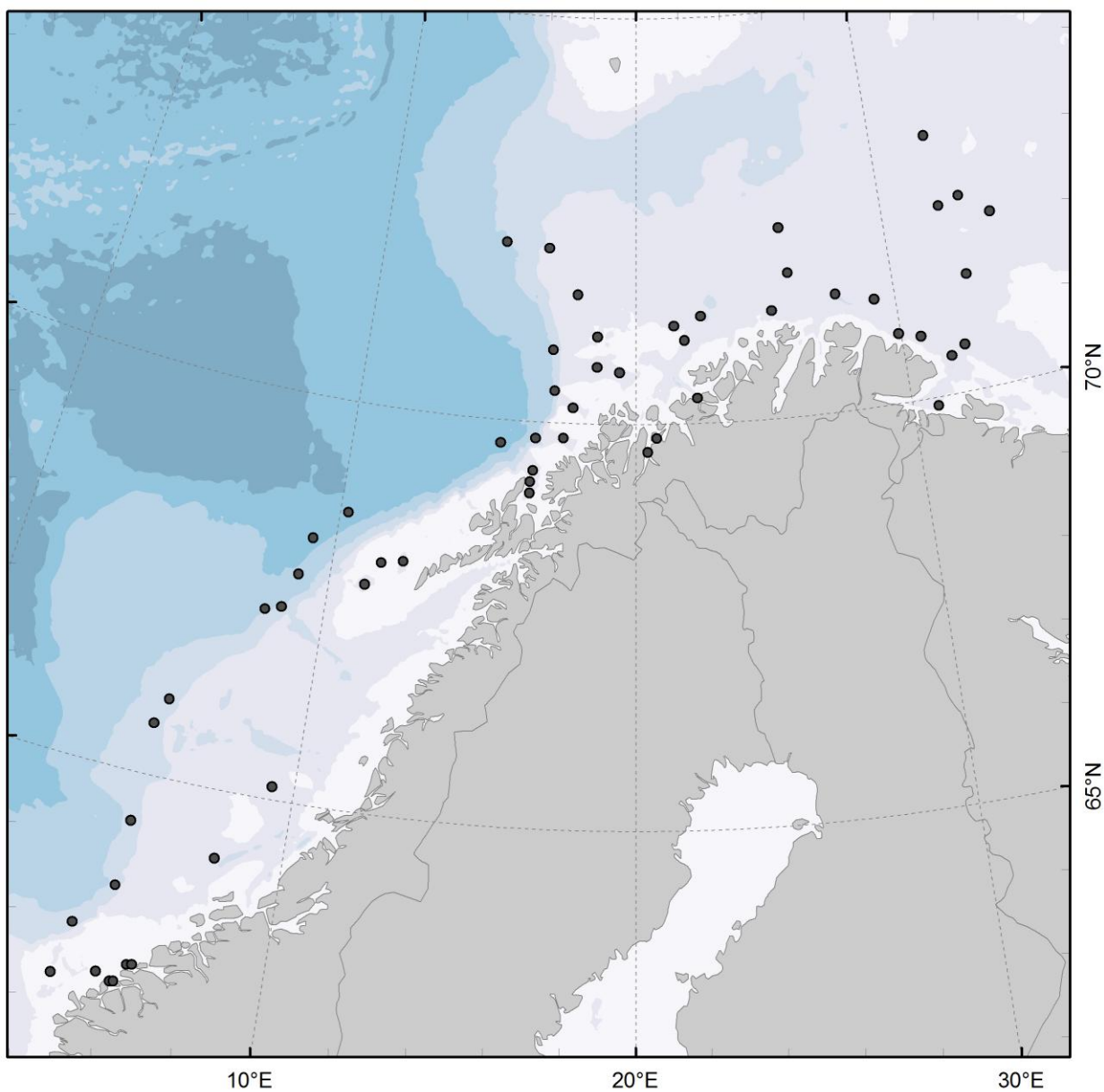
I. Innledning

1. Studier av miljøgifter gjennomført under MAREANO

Denne rapporten inneholder resultater av målinger av klorerte miljøgifter i prøver av overflatesediment samlet under MAREANO-toktene i Barentshavet og Norskehavet i perioden 2006-2014. Resultatene er også tilgjengelig i form av kart på www.mareano.no. Det er gjort målinger av følgende typer klorerte miljøgifter: polyklorerte bifenyler (PCB, ti kongenere inkludert PCB7), og de klorerte pestisidene diklordifenyltrikloretan (DDT) med degraderingsproduktene diklordifenyldikloretylen (DDE) og diklordifenyldikloretan (DDD), heksaklorbensen (HCB), heksaklorosykloheksaner (isomerene α -HCH, β -HCH og γ -HCH (lindan)), *trans*-nonaklor (TNC) og dieldrin. Disse stoffene ble ikke tidligere regelmessig analysert i MAREANO-prøver, og rapporteres her for prøver fra 57 lokaliteter fra hele MAREANO-området. Prøvene ble samlet inn årene 2006-2014 (figur 1). Disse stoffene, unntatt dieldrin, er tidligere analysert i prøver fra 5 MAREANO-stasjoner på Tromsøflaket innsamlet i 2006. Analysene ble utført på NILU og rapportert i 2008 som del av en større rapport om organiske miljøgifter i Barentshavet (SFT, 2008).

Resultater av målinger av et utvalg av andre typer organiske miljøgifter fra MAREANO-prøver er rapportert tidligere (se referanser i Kap. VI). Rapportene er tilgjengelige på <http://www.mareano.no/resultater/geokjemirapporter>.

Analysene av klorerte miljøgifter ble utført på Havforskningsinstituttets kjemilaboratorium i 2015. Sedimentprøver fra samme lokaliteter er tidligere analysert av Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) for totalt organisk karbon (TOC) og kornstørrelsesfordeling (se årlige rapporter fra NGU for videre informasjon, også tilgjengelig på www.mareano.no).



Figur 1. Sedimentprøvetakingslokaliteter i MAREANO-området valgt for analyser av klorerte miljøgifter.

2. Bakgrunn for målinger av organiske miljøgifter

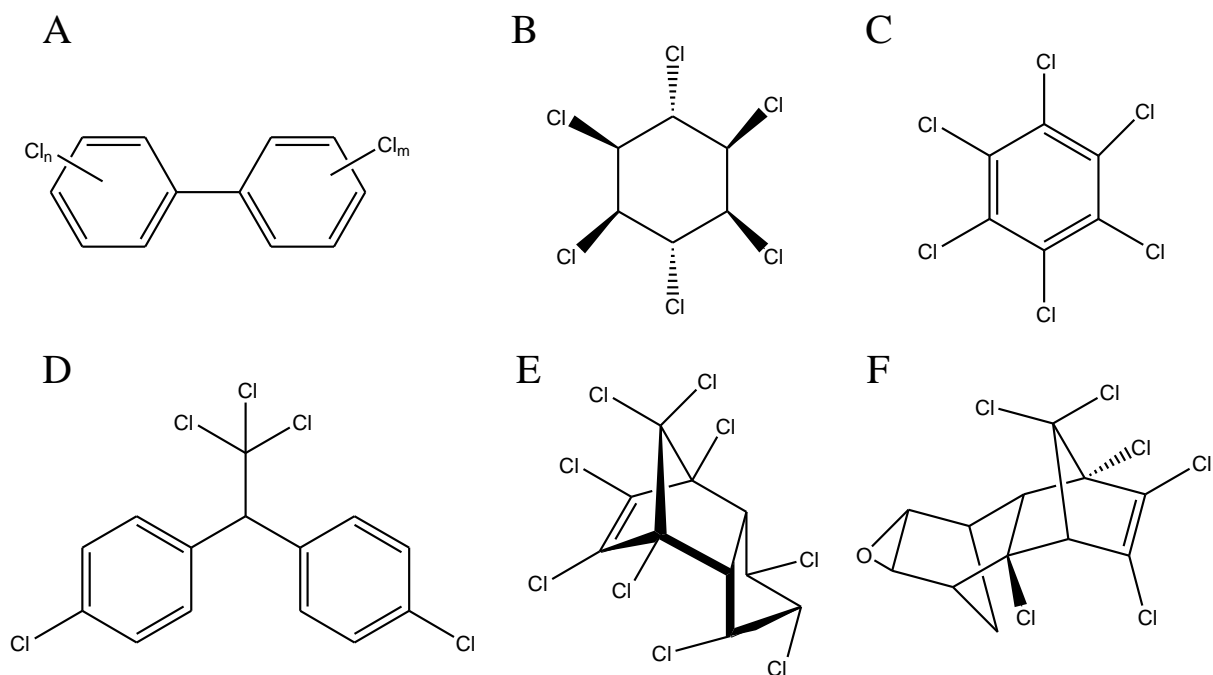
2.1. Sedimentstudier

Sedimenter kan inneholde et betydelig lager av miljøgifter. Organiske forbindelser føres ofte til sedimentene bundet til organiske partikler, og vil avsettes først og fremst der det er mye finkornet materiale som leire og silt. Grovere sedimenter som sand osv. inneholder vanligvis lite organisk materiale og egner seg derfor dårligere for analyse av organiske miljøgifter. Sedimentprøvene blir av denne grunn i hovedsak innsamlet fra lokaliteter der man har bløtbunn med stor andel finkornet sediment (<63 µm kornstørrelse, dvs. silt og leire). Ved videre analyse av prøvene bestemmes nøyaktig mengde organisk materiale i sedimentene, uttrykt som totalt organisk karbon (engelsk: *total organic carbon*, TOC), samt kornstørrelsesfordeling (leire, silt, sand, grus). Når man senere bestemmer nivåer av organiske miljøgifter i sedimentene, kan man se om nivåene kan forklares av TOC-tilførsel, eller om også andre faktorer spiller inn.

2.2. Polyklorerte bifenyler (PCB) og organiske klorerte pestisider (OCP)

PCB er en stoffgruppe som brytes sent ned og er persistent, har en global spredning og finnes i spormengder også i uberørte områder. De er toksiske og kan ha mutagen effekt på menneske. Til tross for at dette er et velkjent og gammelt problem og det finnes restriksjoner mot bruk av PCB, finner man stadig PCB i åpent havmiljø langt fra kildene, også i sedimenter. Grunnen til dette er at PCB var produsert på stor skala over hele verden og brukt som komponent i blant annet maling og elektrisk utstyr. Selv om PCB ble forbudt for produksjon så tidlig som på slutten av 1970-tallet i USA og på 1980-tallet i Europa, fortsatte produksjon av PCB i enkelte andre land også senere, bl.a. i Russland helt fram til midten av 1990-tallet. PCB er listet for utfasing av Stockholm-konvensjonen siden 2004.

Det finnes 209 mulige varianter (kongener) for PCB (se figur 2A). Havforskningsinstituttet analyserer på 10 av disse, inkludert standardparameteren PCB7. PCB7 er en internasjonalt etablert parameter for PCB-forurensning som inngår i mange studier og forskrifter, og det er etablert tilstandsklasser for denne hos Miljødirektoratet (se tabell 1 nedenfor). PCB7 består av PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB138, PCB153 og PCB180. Av disse hører PCB118 til såkalte dioksin-lignende PCB (dl-PCB). I motsetning til de fleste andre PCB-kongenerne, har disse stoffene en flat struktur som ligner kjemisk på dioksiner og har lignende sterke toksikologiske effekter på marine organismer. I tillegg til PCB118, analyserer Havforskningsinstituttet på to andre dl-PCB, PCB105 og PCB156. Det analyseres også på PCB31, som ikke er dioksinlignende, fordi denne kan finnes i relativt høy konsentrasjon i noen miljøprøver.



Figur 2. Kjemiske strukturer for PCB og OCP: den generelle formelen for PCB (A); lindan (γ -HCH) (B); heksaklorobensen (C); *p,p'*-DDT (D); *trans*-nonaklor (E); dieldrin (F).

OCP, "organic chlorinated pesticides", er et samlebegrep på forskjellige klorerte stoffgrupper brukt som plantevernmidler (pestisider). Havforskningsinstituttet analyserer på 5 typer OCP som er beskrevet nedenfor. Alle OCP er svært toksiske og persistente i havmiljøet og kan bioakkumuleres i fisk og andre marine organismer.

Havforskningsinstituttet analyserer på 3 heksaklorocycloheksaner (HCH-isomerer), som vurderes som de mest toksiske blant de 8 stereoisomerene som finnes: α -HCH, β -HCH og γ -HCH (lindan, figur 2B). Lindan er navnet på det egentlige pestisidet, og finnes i spormengder over hele kloden. Den har vært i masseproduksjon og var en periode på 2.plass etter DDT i produserte og brukte mengder. Lindan er nå forbudt til bruk i utviklede land men er fortsatt brukt andre steder i verden. I 17 utviklede land inkludert USA og Canada er det tillatt begrenset bruk av lindan i farmakologi, og det finnes derfor fortsatt noe produksjon av stoffet også der. Siden 2009 er de 3 mest toksiske isomerene av HCH inkludert i Stockolm-konvensjonen.

Heksaklorobensen (HCB) (figur 2C) har vært i bruk som fungicid. Den er svært toksisk og persistent. HCB er omfattet av Stockolm-konvensjonen siden 2004. Den finnes i relativt høye nivåer i sedimenter enkelte steder.

Pestisidet DDT (diklordifenyltrikloretan) og dets degraderingsprodukter, DDD (diklordifenyldikloretan) og DDE (diklordifenyldikloretylen), tilhører også OCP. Havforskningsinstituttet analyserer på *p,p'*-DDT (figur 2D), som utgjør mesteparten i den kommersielle DDT-blandingen, og på degraderingsproduktene, *p,p'*-DDD og *p,p'*-DDE. Til tross for reguleringer og forbud mot bruken av stoffet, som er et av de mest og lengst brukte i verden, er det

fortsatt i bruk i flere land. India og Kina produserer fortsatt stoffet i store volum. Også i land hvor det har vært forbudt produsert i mange år, som Sovjetunionen, tok det gjerne flere tiår før bruken av DDT opphørte, og det kan ikke utelukkes sporadisk bruk selv i nåtiden. Dette bidrar til fortsatt godt sporbare nivåer i miljøet, som man kan finne både i sedimenter og fisk bl.a. i Barentshavet. DDT er omfattet av Stockholm-konvensjonen siden 2004.

Trans-nonaklor (figur 2E) er et pestisid som finnes som en komponent i tekniske klordan-blandinger. Det er svært toksisk også for fisk.

Dieldrin (figur 2F) tilhører OCP og er toksisk også for fisk. Stoffet ble først utviklet som et alternativ til DDT, og er fortsatt i bruk i enkelte land som Thailand og i Afrika. Det er omfattet av Stockholm-konvensjonen siden 2004.

Tilstandsklasser er kun utarbeidet av Miljødirektoratet for PCB7 og enkelte OCP. Disse er vist i tabell 1. Konsentrasjonene gjelder kun for forurenset sediment i kyst- og havneområder. Bakgrunnsnivåer som man finner i åpent hav ligger som regel lavere, uten at det finnes noen fastsatte grenseverdier.

Tabell 1. Miljødirektoratets tilstandsklasser på PCB- og OCP-forurensning i marine sedimenter (SFT 2007).

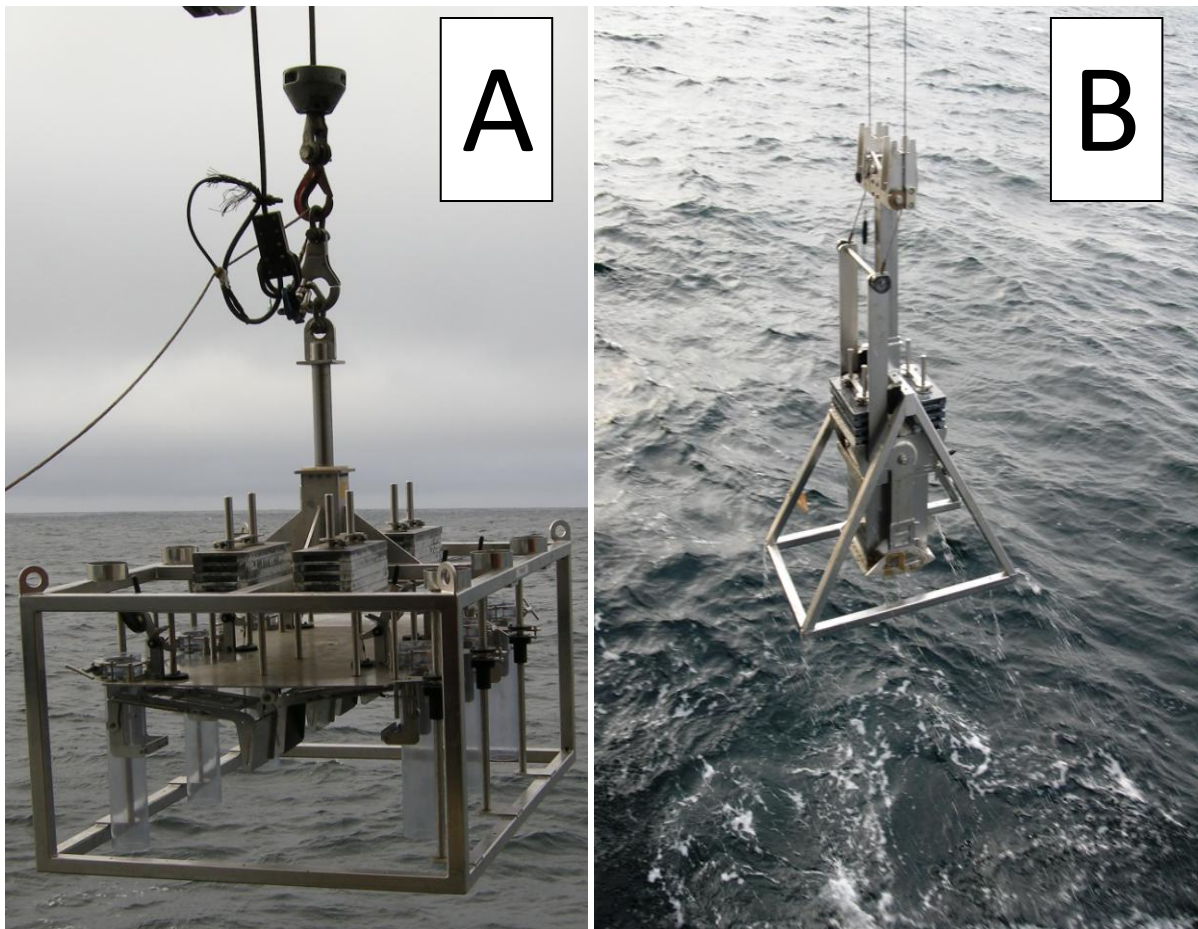
Konsentrasjoner (µg/kg tørrvekt)	Klasse I Bakgrunn	Klasse II God	Klasse III Moderat	Klasse IV Dårlig	Klasse V Svært dårlig
ΣDDT	<0,5	0,5-20	20-490	490-4900	>4900
HCB	0,5	0,5-17	17-61	61-610	>610
γ-HCH (lindan)	-	<1,1	1,1-2,2	2,2-11	>11
ΣPCB7	<5	5-17	17-190	190-1900	>1900

* for flere detaljer om hvordan tilstandsklassene for sediment ble utarbeidet, se bakgrunnsdokumentet for Miljødirektoratets veileder for klassifisering av miljøgiftet i vann og sediment (Klif 2011).

II. Metoder

1. Prøvetaking

Detaljerte multistråle-bunnkart laget av Kartverket (Sjødivisjonen) ble benyttet for å finne egnete lokaliteter for prøvetaking av sedimenter. På lokaliteten studeres havbunnen visuelt ved hjelp av video (CAMPOD) for å bekrefte at bunnen består av ønsket type sediment. Deretter samler man prøver med en multicorer (KC-Danmark, MODEL 73.000) som har seks PVC-rør med 106 mm indre diameter og 60 cm lengde (figur 3A). I noen tilfeller ble man nødt til å benytte boxcorer (figur 3B). Dette har skjedd når det enten har vært teknisk feil på multicoreren, eller når det ble observert stein på bunnen som kunne forårsake skade på multicoreren. Med boxcorer kan man få inntil fire sedimentkjerner av samme diameter som i multicoreren (multicorer-rør benyttes for prøveuttak fra boxcorer). Van Veen-grabb blir benyttet i de få tilfellene da verken multicorer eller boxcorer kunne brukes. Da blir kun overflatesediment samlet inn.



Figur 3. Multicorer (A) og boxcorer (B) brukt til prøvetaking av sedimentkjerner.

Sedimentkjerner for analyser av organiske miljøgifter ble kuttet i 1 cm tykke skiver, pakket i aluminiumsfolie og frosset umiddelbart etter prøvetaking. Kun redskap av rustfritt stål ble brukt for å håndtere prøvene. Prøvene ble oppbevart ved -20 °C om bord, under transport til laboratoriet og videre fram til analyse. Overflateprøve av øverste 1 centimeter av sedimentkjernen ble tatt til analyse av klorerte miljøgifter.

Detaljert beskrivelse av prøvetakingslokaliteter er gitt i tabell 2, mens geografisk plassering er vist i figur 1. Betegnelsen på prøvetakingsstasjon består av to nummer, hvor det første med bokstaven "R" står for MAREANO-programmets prøvetakingsstasjonsnummer. Dette er gjennomgående og unikt for alle MAREANO-toktene gjennom alle år, mens det andre med "MC"-bokstavene står for multicorer-prøvetakingsnummer i det året prøven ble tatt. Der det ble brukt boxcorer står koden "BX", og der det ble brukt grabb står det "GR".

Tabell 2. Prøvetakingslokaliteter under MAREANO-toktene i 2006-2014 valgt til analyser av klorerte miljøgifter. Stasjonene er listet i kronologisk rekkefølge etter prøvetakingsdato.

Stasjon	Dato	Breddegrad, N	Lengdegrad, Ø	Vanndybde, m
R10 MC96	02.06.2006	71°12,62'	21°27,22'	322
R37 MC115	08.06.2006	70°18,76'	22°15,84'	414
R22 MC127	13.06.2006	71°01,96'	21°50,88'	249
R68 MC136	19.06.2006	71°19,38'	22°29,31'	440
R80 MC4	05.04.2007	69°39,72'	20°26,00'	267
R86 MC5	06.04.2007	69°49,77'	20°45,28'	92
R104 MC11	12.04.2007	70°11,57'	17°43,68'	252
R112 MC7	02.10.2007	69°49,10'	17°25,81'	415
R156 BX57	10.10.2007	69°07,34'	16°20,26'	498
R184 BX65	21.10.2007	69°24,13'	16°24,13'	463
R209 MC3	05.06.2008	69°48,00'	16°25,18'	1592
R223 MC6	09.06.2008	69°15,74'	16°19,72'	482
R280B MC18	09.10.2008	68°08,22'	12°18,31'	229
R359 BX67	30.10.2008	68°05,18'	11°35,99'	181
R406 MC32	16.04.2009	72°11,38'	14°49,61'	1035
R421 MC33	24.04.2009	72°08,77'	16°32,81'	385
R457 MC39	23.09.2009	71°35,27'	17°45,31'	293
R474 MC40	29.09.2009	71°04,68'	18°32,64'	258
R479 MC42	04.10.2009	68°38,39'	10°16,35'	2713
R488 MC44	10.10.2009	69°42,89'	15°11,94'	2220
R494MC030	25.07.2010	72°20,66'	25°47,24'	249
R502MC034	27.07.2010	71°46,69'	25°59,69'	323
R531MC035	31.07.2010	70°42,01'	18°33,37'	371
R542MC037	02.08.2010	70°23,64'	17°01,54'	1072
R556MC039	04.08.2010	70°38,14'	19°23,80'	281
R573MC043	08.08.2010	70°53,86'	16°54,41'	984
R642MC053	25.09.2010	68°15,39'	9°15,12'	2352
R657BX124	04.10.2010	67°21,13'	8°38,42'	859
R682 MC001	20.04.2011	71°27,11'	27°45,34'	403
R696 MC002	22.04.2011	71°20,02'	25°13,82'	296
R739 MC019	15.09.2011	67°47,74'	11°09,53'	264
R749 MC020	22.09.2011	67°47,09'	08°59,56'	1863
R882BX11	08.05.2012	67°17,13'	8°08,24'	1117
R997MC15	02.10.2012	62°30,83'	5°34,83'	283
R1046MC17	03.10.2012	62°22,42'	4°27,26'	194
R1064MC21	05.10.2012	62°26,07'	6°01,11'	432
R1065BX35	05.10.2012	62°26,80'	6°06,83'	205
R1069BX44	05.10.2012	62°40,53'	6°21,87'	119
R1070BX45	05.10.2012	62°41,55'	6°29,80'	102
R942 BX26	26.06.2013	64° 24,30'	05° 34,18'	826

(fortsetter på neste side)

(Tabell 2 fortsetter)

Stasjon	Dato	Breddegrad, N	Lengdegrad, Ø	Vanndybde, m
R949 MC28	09.10.2013	65° 09,70'	09° 20,99'	316
R961 MC24	05.10.2013	64° 10,19'	08° 05,84'	346
R1093 MC01	16.06.2013	65° 57,50'	05° 50,85'	609
R1114 MC03	22.06.2013	65° 37,82'	05° 34,01'	620
R1139 MC10	04.08.2013	72° 18,87'	32° 20,70'	315
R1146 MC11	05.08.2013	72° 06,78'	34° 19,68'	289
R1186 MC15	09.08.2013	71° 25,43'	32° 52,05'	283
R1205 MC17	11.08.2013	70° 34,89'	32° 16,64'	297
R1213 MC18	16.08.2013	70° 46,76'	30° 43,41'	379
R1261 MC20	29.09.2013	63° 01,88'	04° 41,10'	768
R1225 MC38	17.04.2014	70°28,47'	31°43,46'	399
R1298 MC37	15.04.2014	69°53,90'	30°55,09'	314
R1312 MC39	18.04.2014	70°51,32'	29°54,57'	378
R1331 MC41	24.04.2014	71°19,32'	29°11,71'	362
R1349 MC416	20.06.2014	63°35,44'	5°34,40'	767
R1403 MC42	24.08.2014	72°23,38'	33°13,55'	288
R1433 MC47	30.08.2014	73°11,98'	32°20,88'	278

2. Analysemetode

Sedimentprøvene tines og lufttørkes ved romtemperatur før videre opparbeiding.

Prøvene tilsettes gjenvinningsstandard PCB29 før opparbeidingen starter. Opparbeiding av prøve for PCB/OCP-analyse begynner med ekstraksjon av tørket sediment (rundt 10 g tørrvekt) ved automatisert sediment-ekstraksjon på ASE (*Accelerated Solvent Extraction*, Dionex ASE 300). Betingelser for ekstraksjon: to sykluser, temperatur 100 °C, trykk 1500 psi, "flush volume" 60 %, løsemiddel – 1:1 heksan:diklormetan-blanding. ASE-celler av 34 ml volum brukes til ekstraksjon og fylles med en blanding av sediment og 5 %-deaktivert alumina, dødvolum etterfylles med "*Diatomaceous Earth*". Ekstraktet dampes ned til 0,5 ml volum og behandles med kobber over natt (minst 12 timer) for å fjerne rester av svovel. Etterpå renses og fraksjoneres ekstraktet på Powerprep (FMS, USA). Det benyttes 7,5 g silica "*acid-base-neutral*"-kolonner som elueres i 2 fraksjoner med henholdsvis heksan og 1:1 heksan:diklormetan-blanding. Prøvene dampes inn på rotavapor og under en strøm av nitrogen og løses så i 200 µl injeksjonsstandard PCB112 i isooktan. Etter det analyseres ekstraktene for PCB/OCP som beskrevet nedenfor. PCB112 brukes som intern standard for kvantifisering. Man analyserer for ti PCB-forbindelser og ni klorerte pestisider beskrevet i seksjonene 1 og 2.2 i kapittel I, som så rapporteres både enkeltvis og som summerte nivåer. Kvantifiseringsgrensen er 0,02 µg/kg tørrvekt for enkeltforbindelser.

Prøvene analyseres på gasskromatograf HP-6890 med mikro-ECD (Electron Capture Detector). En SGE HT-8 GC-kolonne, 50 m lengde x 0,22 mm indre diameter og 0,25 µm filmtykkelse brukes. Helium (99,9999 %) brukes som bæregass med 0,9 ml/min strømningshastighet. Prøver (1 µl isooktanløsning) injiseres i "*pulsed splitless*" modus (injektortemperatur satt til 280 °C), "*purge*"-tid er 1,4 minutt og puls-tiden er 1,5 minutt. GC-ovn-programmet er som følger: 90 °C ved injeksjon; etter 2 minutter økes temperaturen til 170 °C med en temperaturøkning på 30 °C/min, og deretter til 290 °C med temperaturøkning på 4 °C/min. Ved denne temperaturen holdes ovnen i 25,3 min. Analyseprogrammets varighet er 60 minutter. Detektortemperatur er 320 °C, nitrogen (N₂ 5.0) "*flow*" er 30 ml/min.

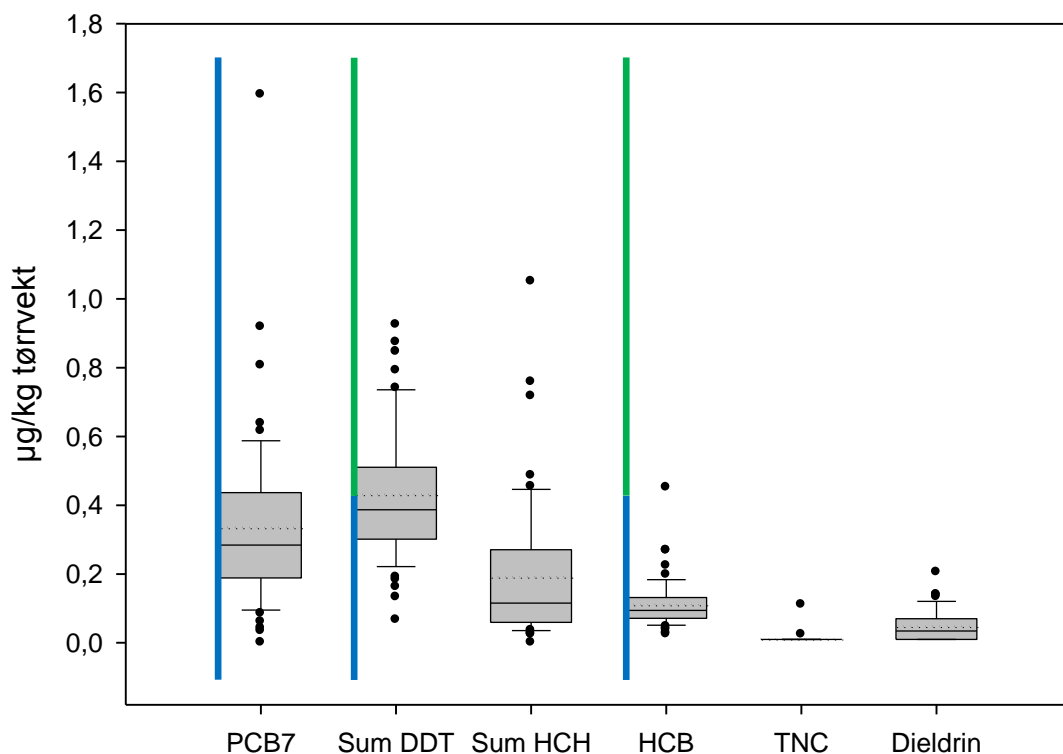
III. Resultater

Oppsummering av resultatene er gitt i tabell 3 og vist på kartene i figurene 5–10, mens alle enkeltresultatene er gitt i Vedlegg A. Figur 4 viser variasjon i nivåene ved forskjellige lokaliteter.

Tabell 3. Gjennomsnitts-, minimale og maksimale nivåer av klorerte miljøgifter i overflatesedimenter fra 57 lokaliteter i MAREANO-området. Miljødirektoratets tilstandsklasser er vist med farge i samsvar med tabell 1.

Nivå ($\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v.)	PCB7	Sum 10 PCB	Sum DDT	γ -HCH (lindan)	Sum HCH	HCB	TNC	Dieldrin
Min.	<0,14	<0,20	0,07	<0,02	<0,06	0,02	<0,02	<0,02
Gjennomsnitt	0,34	0,51	0,43	0,03	0,19	0,11	<0,02	0,05
Maks.	1,59	1,85	0,92	0,12	1,05	0,45	0,11	0,21

Generelt viser resultatene i tabell 3 relativt lave nivåer av alle miljøgifter. Nivåene er lavere enn det man finner enkelte steder i den russiske delen av Barentshavet (Savinov et al., 2003), og betydelig lavere enn det som ble funnet i sedimenter fra havneområder i Nord-Norge (AMAP, 2004). De er ganske like resultatene fått i andre studier av åpent Barentshav, og ligger noe høyere enn nivåene i nordlige deler av Barentshavet og i fjordene ved Svalbard (AMAP, 2004; Jiao et al., 2009; Sapota et al., 2009; Zaborska et al., 2011; Zhang et al., 2014). Kilder for disse nivåene i Barentshavet ble tidligere forklart av både langtransport (*long-range transport*) (se for eksempel AMAP, 2004; Carroll et al., 2008) og av lokale bidrag (Jartun et al., 2009).

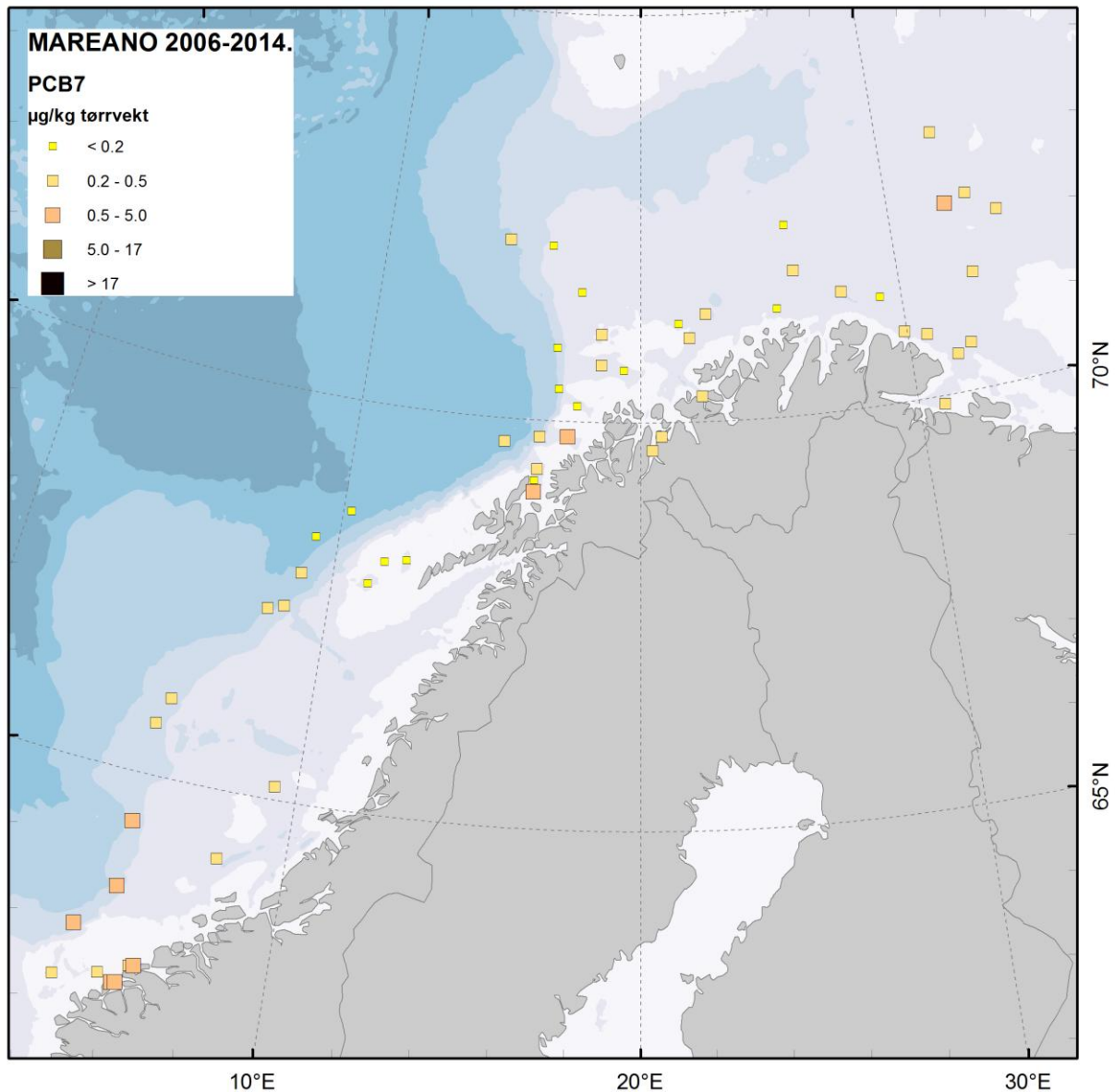


Figur 4. Variasjon i nivåene for klorerte miljøgifter ved 57 lokaliteter. Den svarte hellinjen viser medianverdi mens punktlinjen viser snittverdi. Boksgrensene viser 25. og 75. persentiler. Søylene viser 10. og 90. persentiler mens punktene viser uteliggere. Fargete linjer viser Miljødirektoratets tilstandsklasser for stoffene hvor dette er etablert.

PCB. Det er funnet generelt lave, men målbare nivåer av PCB i alle prøver, med gjennomsnittsnivå for PCB7 på 0,34 µg/kg tørrvekt for 57 lokaliteter, og for summen av 10 PCB er verdien 0,51 µg/kg tørrvekt. Dette henger bra sammen med SFT-rapporten, som rapporterte nivåer mellom 0,16 og 0,36 µg/kg tørrvekt for PCB7 på de 5 stasjonene fra Tromsøflaket (SFT, 2008), inkludert 0,24 µg/kg tørrvekt på stasjon R68 hvor Havforskningsinstituttet finner 0,23 µg/kg tørrvekt. For Norskehavet er resultatene i samsvar med de 6 prøvene som Havforskningsinstituttet tidligere har analysert for Tilførselsprogrammet, hvor det ble funnet i gjennomsnitt 0,58 µg/kg tørrvekt PCB7 (Klif, 2012).

For PCB7 tilsvarer alle nivåene Miljødirektoratets Klasse I ("Bakgrunn"). Likevel er det betydelige forskjeller i nivåene funnet ved forskjellige lokaliteter, som vist i figur 4. De høyeste nivåene er funnet i Barentshavet Øst og i fjordene ved kysten av Møre, ikke langt fra Ålesund (se kart i figur 5). Mens nivåene i Barentshavet Øst kan forklares av høyt innhold organisk materiale i sedimentene, og det også ble funnet relativt høye nivåer PAH der (se Boitsov & Klungsøyr, 2014), viser nivåene ved kysten av Møre sammenheng med forurensning av andre typer organiske miljøgifter (PBDE) tidligere funnet i samme område (se Boitsov et al., 2013). Forhøyete nivåer av PCB i miljøet er knyttet til menneskeskapt forurensning og kan stamme fra lokale kilder. Dette kan være tilfellet i

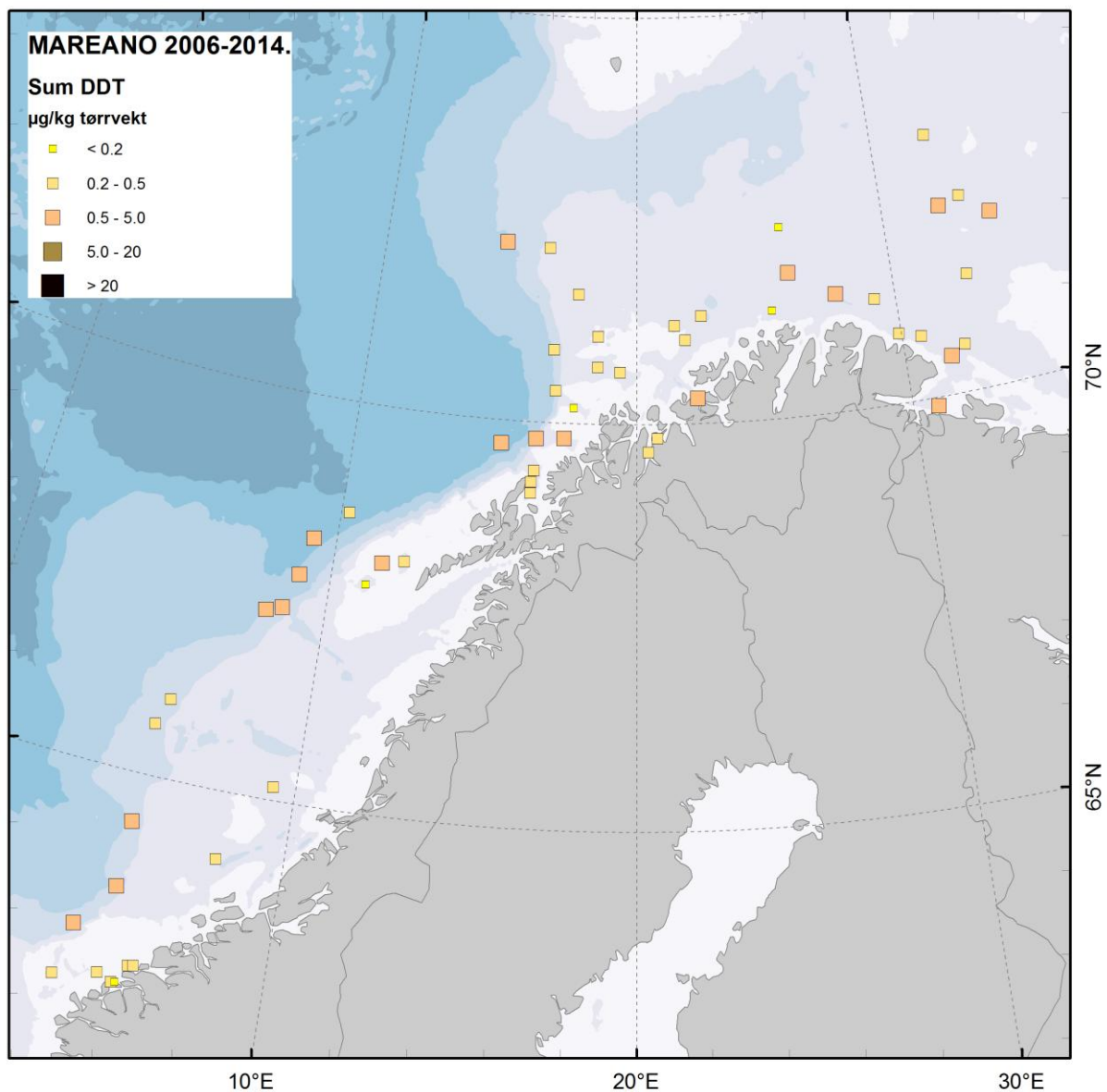
fjordområdene på Møre, eller det kan skyldes langtransport fra fjerne strøk, som er mest sannsynlig kilde i det åpne Barentshav. Nivåene av PCB funnet alle steder er likevel lavere enn effektgrense for marine organismer. Forekomsten av PCB i sedimentene bør følges gjennom videre overvåking.



Figur 5. Summerte nivåer av PCB7 i overflatesedimenter.

DDT. Summerte nivåer av DDT og degraderingsproduktene DDE og DDD i prøvene har gjennomsnittsverdi på 0,51 µg/kg tørrvekt for 57 lokaliteter, som er omtrent likt nivåene av PCB7. SFT-rapporten viser nivåer for Tromsøflaket mellom 0,04 og 0,09 µg/kg tørrvekt (SFT, 2008). Tilførselsprogrammet har rapportert snittnivåer på 0,27 µg/kg tørrvekt for 6 stasjoner i Norskehavet (Klif, 2012).

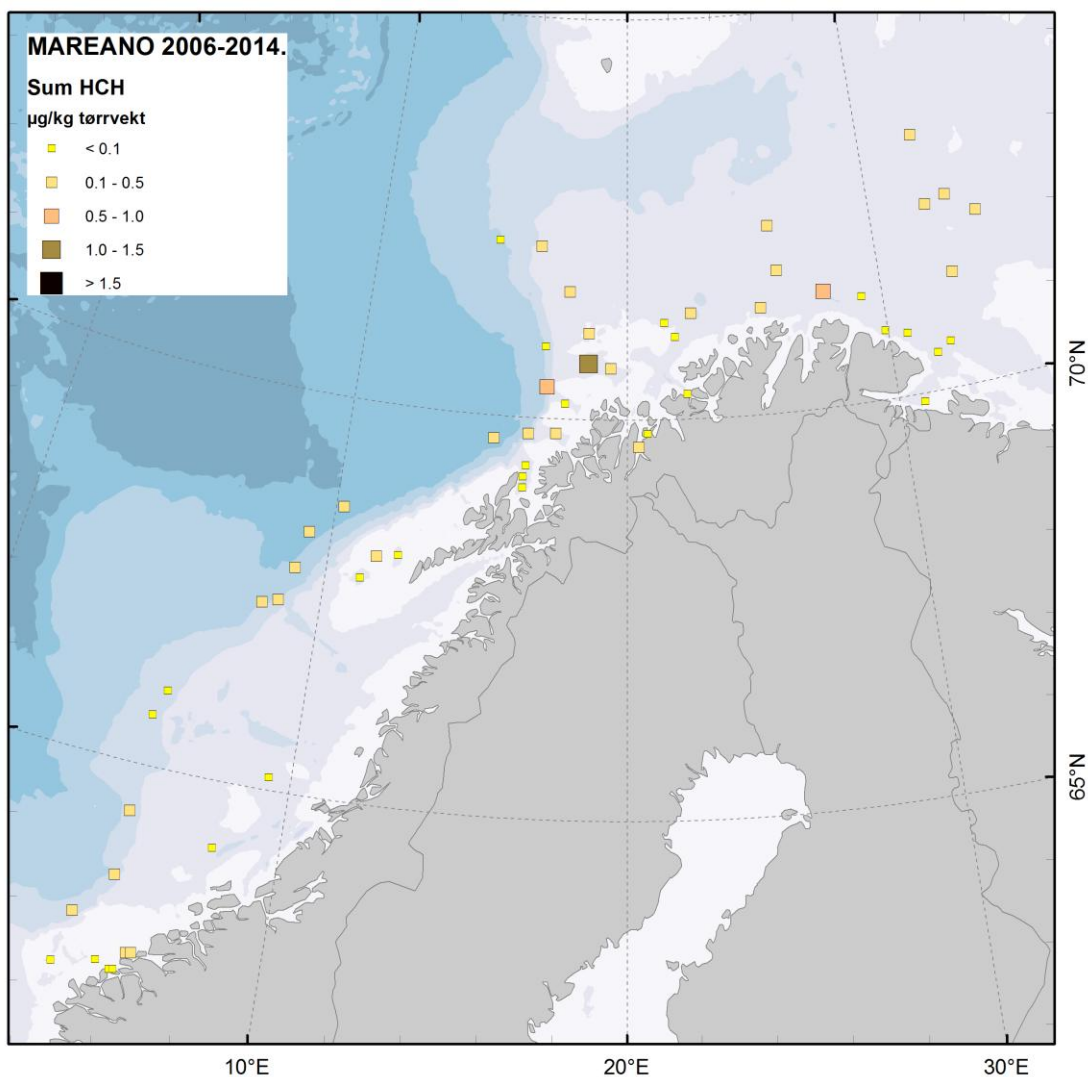
I motsetning til PCB7 og andre klorerte miljøgifter, ligger ca. en tredjedel av stasjonene i tilstandsklasse II ("God tilstand") for denne stoffgruppen. Dette tyder på forhøyete nivåer flere steder, til tross for at denne miljøgiften har vært omfattet av restriksjoner og utfasing i de fleste land i flere tiår (se seksjon 2.2 i kapittel I). Siden overflatelaget i sedimentet som ble tatt til analyse som regel omfatter sedimentasjon fra omtrent de siste 5-15 år (se dateringsrapportene for enkelte lokaliteter i tidligere MAREANO-rapporter), tyder resultatene på at forurensningen er rimelig ny. Til tross for at nivåene alle steder er relativt lave, og ligger under effektgrensen for marine organismer, viser resultatene at også denne stoffgruppen bør omfattes av videre overvåking. I motsetning til resultatene for PCB, finner man ikke forhøyet DDT-nivå i sedimentene fra kysten av Møre hvor det tidligere er påvist PBDE-forurensning.



Figur 6. Summerte nivåer av p,p'-DDT, p,p'-DDD og p,p'-DDE ("Sum DDT") i overflatesedimenter.

HCH. Denne miljøgiften er funnet i lave mengder i sedimentene, men nivåene varierer. Siden giftigheten av lindan (γ -HCH) er meget høy, og effektgrensen dermed er satt mye lavere enn for PCB og DDT, har Miljødirektoratet ikke etablert noen tilstandsklasse for bakgrunnsnivåer for denne miljøgiften. Alle sporbare nivåer hører til klasse II ("God tilstand") eller høyere. Grensen til Klasse III ("Moderat forurenset") ligger også mye lavere enn for DDT og PCB, og er satt til 1,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt. Gjennomsnittsnivåene for lindan funnet i prøvene ligger ved 0,03 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt, og for summen av alle HCH-isomerer ved 0,19 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt. Dette er i samsvar med SFT-rapporten som oppgir nivåene av lindan på Tromsøflaket til å være mellom 0,01 og 0,03 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt (SFT, 2008). I Norskehavet ble det funnet snittnivå på 0,05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt lindan ved 6 lokaliteter analysert for Tilførselsprogrammet (Klif, 2012).

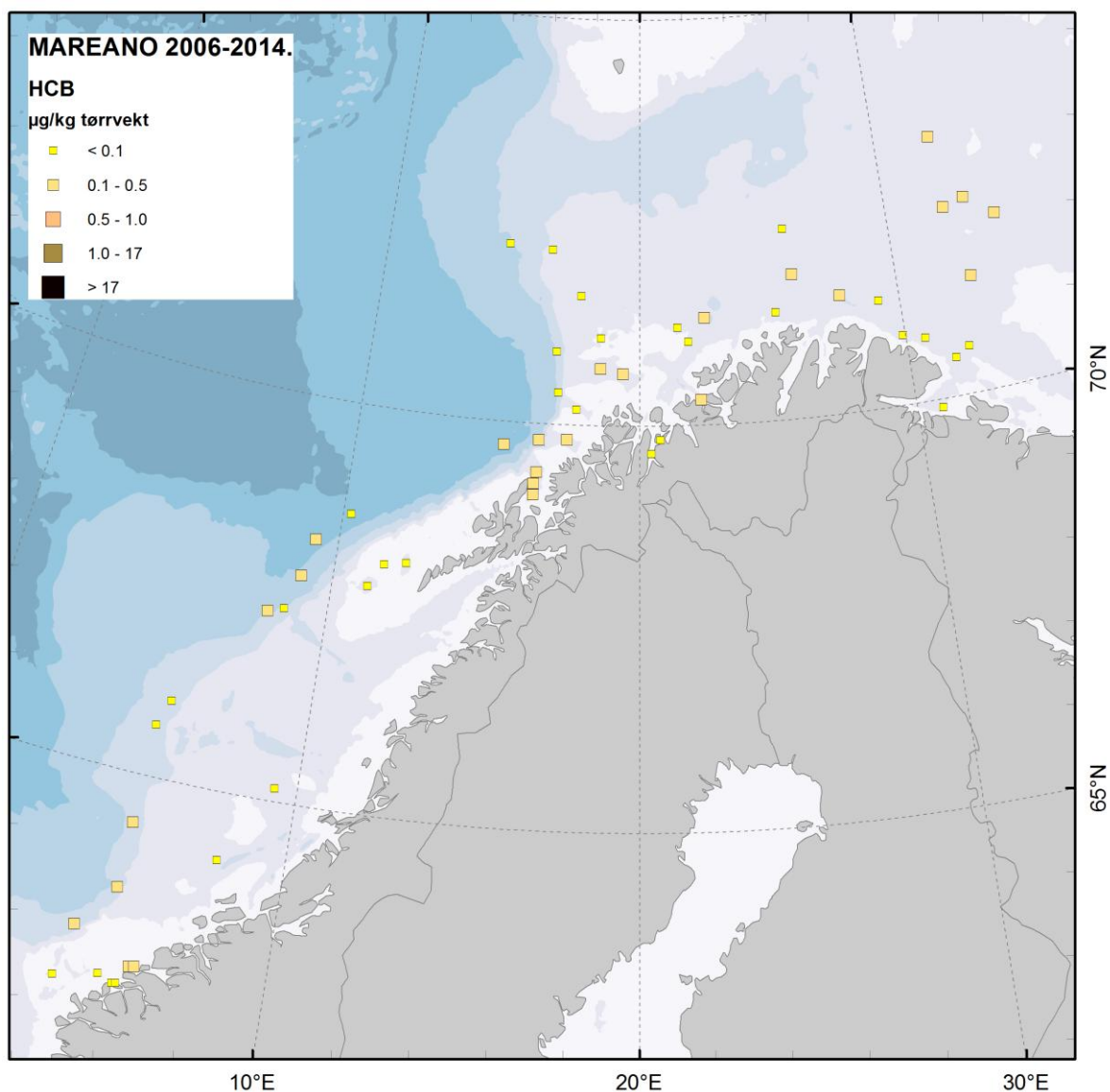
De høyeste nivåene som ble funnet for Sum HCH ligger på 1,05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt. Det største bidraget kommer fra β -HCH, som det ikke er etablert tilstandsklasser for. Dette viser imidlertid forhøyete nivåer av denne miljøgiften i enkelte prøver fra noen få lokaliteter i det sørvestlige Barentshavet. Nivåene ved alle fjordstasjoner, bl.a. ved kysten av Møre, ligger imidlertid lavt. Dette tyder på langtransport som viktigste kilde til forurensningen. Nivåene av HCH bør følges gjennom videre overvåking.



Figur 7. Summerte nivåer av α -HCH, β -HCH og γ -HCH ("Sum HCH") i overflatesedimenter.

HCB. Det er funnet kun lave nivåer av denne miljøgiften i sedimentprøvene, i gjennomsnitt 0,11 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt, tilsvarende Miljødirektoratets Klasse I ("Bakgrunn"). SFT-rapporten kunne ikke kvantifisere nivåer av HCB i prøvene fra Tromsøflaket, mens Tilførselsprogrammets rapport viser snittnivåer på 0,04 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt for de 6 lokalitetene i Norskehavet som ble analysert (Klif, 2012).

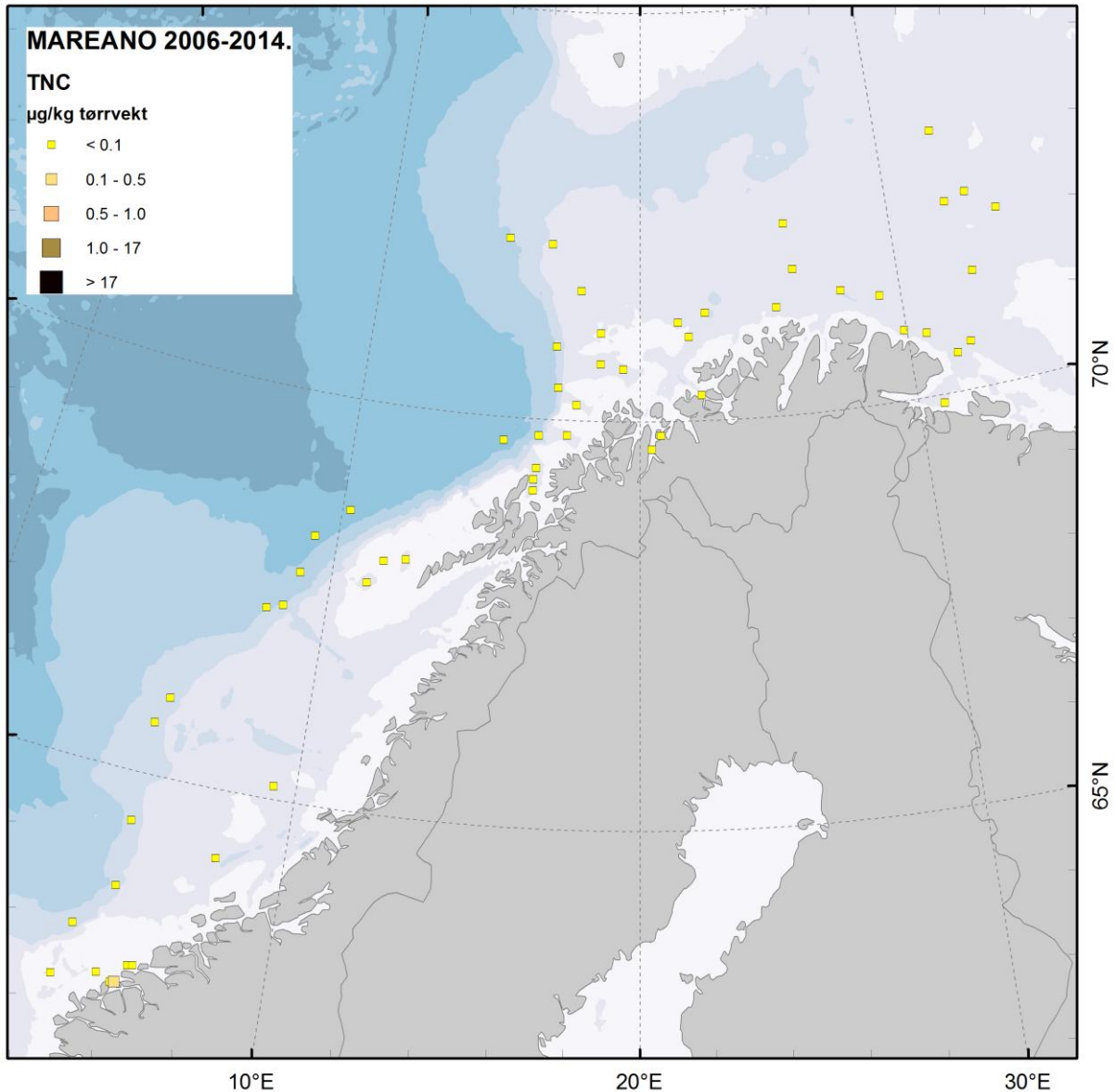
De høyeste nivåene, funnet i fjordområdene ved Vesterålen (stasjon R156, se tabell 2, samt kart i figur 8), ligger på 0,45 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt, som er like under grensen til Klasse II ("God tilstand") for HCB (0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt, se tabell 1). Dette kan forklares av at sedimentet i dette området inneholder mye organisk materiale, 2,65 % TOC. Det anbefales å fortsette overvåkingen av HCB.



Figur 8. Nivåer av HCB i overflatesedimenter.

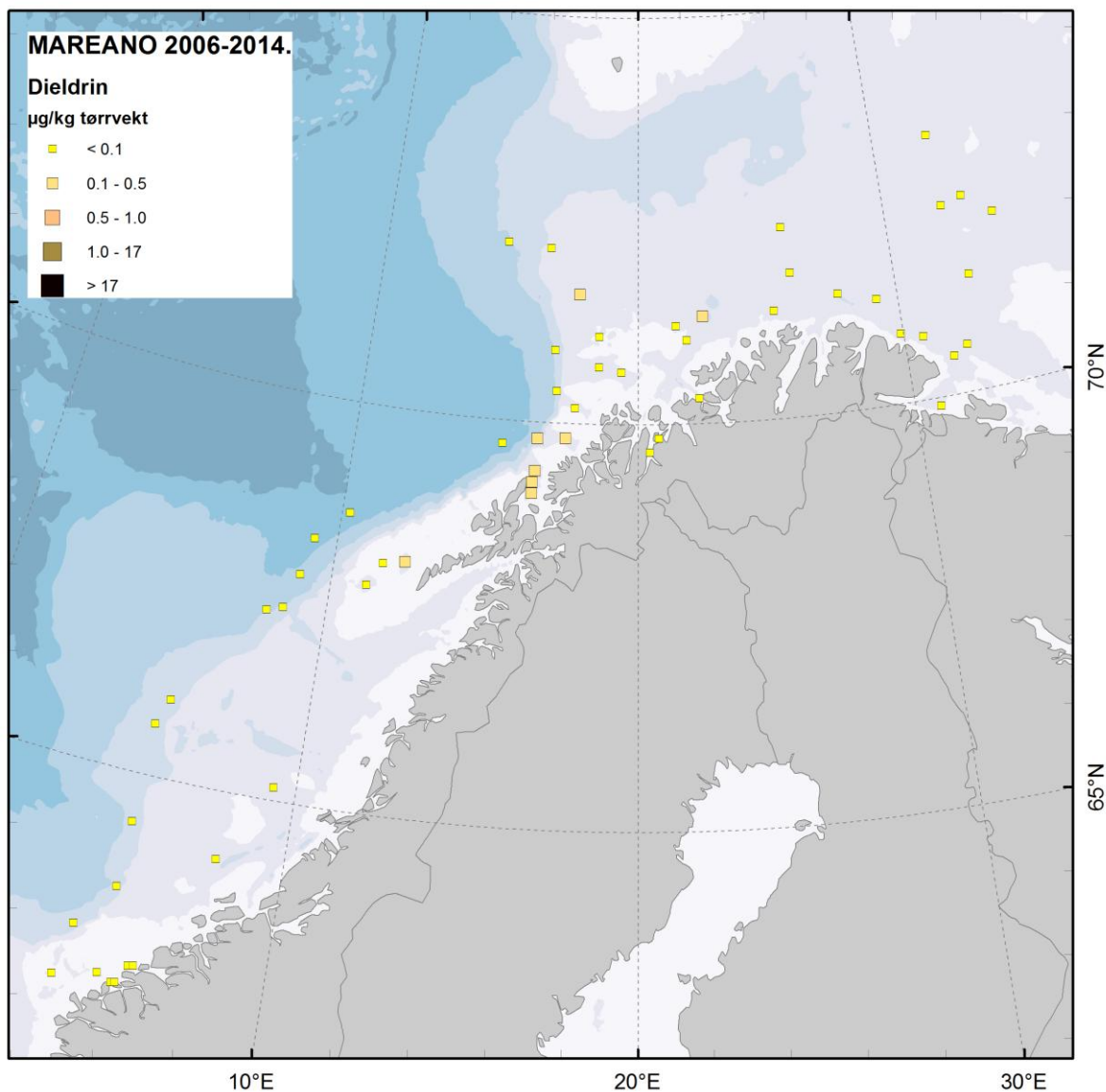
Trans-nonaklor (TNC). Denne miljøgiften ligger under målegrensen (0,02 µg/kg tørrvekt) i 55 av de 57 undersøkte prøvene. SFT-rapporten oppgir TNC-nivåer for Tromsøflaket på ca. 0,01 µg/kg tørrvekt (SFT, 2008).

De eneste to lokalitetene hvor det ble funnet målbare nivåer ligger ved kysten av Møre der det også er funnet forhøyete PCB-nivåer og PBDE-forurensning. De maksimale nivåene av TNC ligger på 0,11 µg/kg tørrvekt. Dette er lave nivåer, men det mangler tilstandsklasse-skala for denne stoffgruppen.



Figur 9. Nivåer av TNC i overflatesedimenter.

Dieldrin. Stoffet ble funnet i meget lave nivåer i alle prøvene, 0,05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt i gjennomsnitt, og under målegrensen (0,02 $\mu\text{g}/\text{tørrvekt}$) i ca. en fjerdedel av prøvene. Det kan være verdt å merke at det høyeste nivået, 0,21 $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt, er funnet i samme prøve som det ble målt høyest nivå av HCB i, prøven fra stasjon R156 ved kysten av Vesterålen. Det er ikke etablert tilstandsklasser for dieldrin.



Figur 10. Nivåer av dieldrin i overflatesedimenter.

IV. Konklusjoner

Ved alle lokaliteter i MAREANO-området i 2006–2014 ble det funnet generelt lave nivåer av klorerte miljøgifter i overflatesedimentene. For de stoffene som det er etablert tilstandsklasser for, ligger verdiene i Miljødirektoratets klasse I ("bakgrunn"), og for DDT og lindan også i tilstandsklasse II ("god tilstand"). Nivåene av PCB, Sum DDT og Sum HCH varierer imidlertid (opptil to størrelsesordener) innenfor disse klassene, og viser bidrag fra menneskerelaterte kilder, enten lokale eller langtransportert fra fjerne strøk. Enkelte steder, bl.a. i det østlige Barentshavet, kan nivåene også skyldes en økning i tilførsel av organisk materiale. Enkelte andre steder, som ved kysten av Møre for PCB, kan de forhøyete nivåene knyttes til lokale kilder siden det i området er kjent forurensning fra før.

Resultatene viser at flere av stoffgruppene fortsatt utgjør et miljøproblem i norske havområder til tross for internasjonalt regelverk mot produksjon og bruk av stoffene, og bør derfor følges gjennom fortsatt overvåkning. Pesticidene dieldrin og TNC er imidlertid funnet i lave spormengder, eller ligger mange steder under målegrensen. Disse miljøgiftene vurderes derfor som lite problematisk ut fra denne miljøundersøkelsen. Miljøgiften HCB er funnet også kun i spormengder i sedimentene, men måles overalt til et tydelig bakgrunnsnivå og bør derfor vurderes til videre overvåkning.

V. Referanser

AMAP. 2004. AMAP Assessment 2002: Persistent Organic Pollutants in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo. 309 s.

Boitsov, S., Klungsøy, J., Sværen, I. 2013. Undersøkelser av organiske miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området 2012. Rapport fra Havforskningen 27-2013. 82 s. Også tilgjengelig på <http://www.mareano.no/resultater/geokjemirapporter>.

Boitsov, S., Klungsøy, J. 2014. Undersøkelser av organiske miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området 2013. Rapport fra Havforskningen 30-2014, 66 s. Også tilgjengelig på <http://www.mareano.no/resultater/geokjemirapporter>.

Carroll, J., Savinov, V., Savinova, T., Dahle, S., McCrea, R., Muir, D.C.G. 2008. PCBs, PBDEs and pesticides released to the Arctic Ocean by the Russian rivers Ob and Yenisei. *Environmental Science and Technology* 42: 69-74.

Jartun, M., Ottesen, R.T., Volden, T., Lundkvist, Q. 2009. Local sources of polychlorinated biphenyls (PCB) in Russian and Norwegian settlements on Spitsbergen Island, Norway. *Journal of Toxicology and Environmental Health A* 72: 284-294.

Jiao, L., Zheng, G.J., Binh Minh, T., Richardson, B., Chen, L., Zhang, Y., Yeung, L.W., Lam, J.C.W., Yang, X., Lam, P.K.S., Wong, M.W. 2009. Persistent toxic substances in remote lake and coastal sediments from Svalbard, Norwegian Arctic: Levels, sources and fluxes. *Environmental Pollution* 157: 1342-1351.

Klif. 2011. Bakgrunnsdokumenter til veiledere for risikovurdering av forurenset sediment og for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. TA-2803. 140 s.

Klif. 2012. Tilførselsprogrammet 2011. Overvåking av tilførsler og miljøtilstand i Norskehavet. TA 2935-2012. 213 s.

Sapota, G., Wojtasik, B., Burska, D., Nowinski, K. 2009. Persistent organic pollutants (POPs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface sediments from selected fjords, tidal plains and lakes of the North Spitsbergen. *Polish Polar Research* 30 (1): 59-76.

Savinov, V.M., Savinova, T.N., Matishov, G.G., Dahle, S., Næs, K. 2003. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and organochlorines (OCs) in bottom sediments of the Guba Pechenga, Barents Sea, Russia. *The Science of Total Environment* 306: 39-56.

SFT. 2007. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. TA-2229/2007. 12 s.

SFT. 2008. Mapping selected organic contaminants in the Barents Sea 2007. TA2400-2008. 137 s.

Zaborska, A., Carroll, J., Pazdro, K., Pempkowiak, J. 2011. Spatio-temporal patterns of PAHs, PCBs and HCB in sediments of the western Barents Sea. *Oceanologia* 53: 1005-1026.

Zhang, P., Ge, L.K., Gao, H., Yao, T., Fang, X.D., Zhou, C.G., Na, G.S. 2014. Distribution and transfer pattern of polychlorinated biphenyls (PCBs) among the selected environmental media of Ny-Ålesund, the Arctic: As a case study. *Marine Pollution Bulletin* 89 (1-2): 267-275.

Vedlegg A. Resultater av målinger av klorerte miljøgifter i sedimenter fra 57 lokaliteter i MAREANO-området

Nivåer under kvantifiseringsgrensen på 0,02 µg/kg tørrvekt angis som "<0,02".

Stasjon	PCB#28	PCB#31	PCB#52	PCB#101	PCB#105	PCB#118	PCB#138	PCB#153	PCB#156	PCB#180	p,p'-DDD	p,p'-DDE	p,p'-DDT	HCB	α-HCH	β-HCH	γ-HCH	TNC	Dieldrin
R10 MC96	0,026	0,041	<0,020	0,027	0,037	0,054	0,026	<0,020	0,042	<0,020	0,100	0,160	0,103	0,075	<0,020	0,031	0,030	<0,020	0,073
R22 MC127	0,036	0,056	0,047	0,039	0,082	0,064	0,049	0,027	0,043	<0,020	0,151	0,144	0,111	0,061	<0,020	0,035	<0,020	<0,020	0,091
R37 MC115	0,032	0,084	0,062	0,061	0,059	0,050	0,065	0,062	0,019	0,028	0,555	0,074	0,105	0,127	<0,020	0,031	0,028	<0,020	0,043
R68 MC136	0,027	0,109	0,023	0,048	0,061	0,042	0,040	0,044	0,065	<0,020	0,251	0,067	0,140	0,120	<0,020	0,037	0,072	<0,020	0,139
R80 MC4	0,104	0,116	0,034	0,050	0,060	0,043	0,031	0,202	<0,020	<0,020	0,191	0,046	0,061	0,093	0,020	0,074	0,021	<0,020	<0,020
R86 MC5	0,064	0,071	0,046	0,080	0,081	0,052	0,053	0,064	<0,020	0,025	0,158	0,066	0,087	0,087	<0,020	0,031	<0,020	<0,020	0,032
R104 MC11	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,026	0,034	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,077	<0,020	0,055	0,024	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,025
R112 MC7	0,161	0,193	0,065	0,084	0,028	0,071	0,066	0,063	<0,020	<0,020	0,334	0,088	0,084	0,165	0,032	0,236	0,037	<0,020	0,135
R156 BC57	0,065	0,087	0,043	0,103	0,108	0,102	0,076	0,068	<0,020	0,050	0,272	0,111	0,084	0,451	<0,020	0,060	<0,020	<0,020	0,205
R184 BC65	0,079	0,091	0,049	0,069	0,132	0,042	0,035	0,034	<0,020	0,025	0,238	0,060	0,057	0,268	<0,020	0,038	<0,020	<0,020	0,110
R209 MC3	0,039	0,081	0,052	0,093	0,038	0,098	0,102	0,072	0,053	0,036	0,425	0,158	0,342	0,176	<0,020	0,113	0,108	<0,020	0,117
R223 MC6	<0,020	0,055	0,024	0,043	0,082	0,044	0,036	0,027	<0,020	<0,020	0,339	0,053	0,053	0,167	0,026	0,027	0,006	<0,020	0,139
R280 MC18	0,023	0,044	<0,020	0,063	0,041	0,021	0,023	<0,020	0,041	<0,020	0,207	0,038	0,060	0,071	<0,020	0,025	0,020	<0,020	0,107
R359 BC67	0,021	0,102	<0,020	0,082	0,039	0,030	0,033	0,033	0,071	<0,020	0,380	0,056	0,088	0,074	<0,020	0,226	<0,020	<0,020	0,068
R406 MC32	0,037	0,069	0,026	0,061	0,029	0,047	0,046	0,040	0,043	0,023	0,198	0,089	0,221	0,079	<0,020	0,039	0,033	<0,020	0,071
R421 MC33	<0,020	0,030	<0,020	0,020	0,042	0,041	0,024	<0,020	0,136	<0,020	0,122	0,028	0,104	0,072	<0,020	0,186	<0,020	<0,020	0,041
R457 MC39	<0,020	0,052	<0,020	0,040	0,030	0,048	0,045	0,063	0,173	<0,020	0,188	0,042	0,120	0,094	<0,020	0,275	0,043	<0,020	0,132
R474 MC40	0,024	0,062	0,021	0,065	<0,020	0,033	0,045	0,091	0,139	<0,020	0,314	0,050	0,105	0,091	<0,020	0,428	0,026	<0,020	0,036
R479 MC42	<0,020	0,049	<0,020	0,036	0,027	0,031	0,029	0,027	0,055	<0,020	0,149	0,094	0,129	0,086	<0,020	0,284	0,031	<0,020	0,027
R488 MC43	0,025	0,115	<0,020	0,064	0,053	0,079	0,053	0,034	0,074	0,021	0,271	0,097	0,337	0,104	<0,020	0,356	0,072	<0,020	0,039
R494 MC30	<0,020	0,064	<0,020	0,023	<0,020	<0,020	0,019	<0,020	<0,020	<0,020	0,115	0,030	0,039	0,079	0,044	0,282	0,118	<0,020	<0,020
R502 MC34	0,033	0,108	0,032	0,037	0,033	0,032	0,048	0,036	0,088	<0,020	0,477	0,061	0,150	0,103	<0,020	0,232	0,060	<0,020	0,075
R531 MC35	0,030	0,050	0,022	0,037	0,029	0,040	0,048	0,037	0,109	<0,020	0,213	0,049	0,103	0,180	<0,020	1,050	<0,020	<0,020	0,099
R542 MC37	<0,020	0,024	<0,020	0,021	0,042	0,024	0,028	0,025	0,043	<0,020	0,151	0,046	0,115	0,078	<0,020	0,717	<0,020	<0,020	0,072

(Tabellen fortsetter på neste side)

(Fortsetter)

Stasjon	PCB#28	PCB#31	PCB#52	PCB#101	PCB#105	PCB#118	PCB#138	PCB#153	PCB#156	PCB#180	p,p'-DDD	p,p'-DDE	p,p'-DDT	HCB	α-HCH	β-HCH	γ-HCH	TNC	Dieldrin
R556 MC39	<0,020	0,048	<0,020	0,035	0,026	0,028	0,030	0,028	0,074	<0,020	0,195	0,034	0,079	0,110	<0,020	0,208	<0,020	<0,020	<0,020
R573 MC43	<0,020	0,020	<0,020	0,023	<0,020	0,020	0,018	<0,020	0,034	<0,020	0,120	0,039	0,122	0,052	<0,020	0,096	<0,020	<0,020	0,034
R642 MC53	<0,020	0,045	<0,020	0,042	0,022	0,042	0,045	0,032	0,075	0,021	0,154	0,115	0,233	0,107	<0,020	0,271	0,028	<0,020	<0,020
R657 BC124	0,023	0,046	<0,020	0,111	0,087	0,063	0,043	0,048	<0,020	<0,020	0,361	0,052	0,253	0,071	<0,020	0,077	0,073	<0,020	0,058
R682 MC1	0,022	0,118	0,027	0,044	0,094	0,047	0,068	0,048	0,038	0,027	0,763	0,064	0,046	0,132	<0,020	0,728	0,029	<0,020	0,022
R696 MC2	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,038	0,028	<0,020	0,028	<0,020	0,486	<0,020	<0,020	0,044
R739 MC19	0,030	0,043	<0,020	0,033	<0,020	<0,020	0,031	0,030	0,025	<0,020	0,088	0,032	0,041	0,040	<0,020	0,024	<0,020	<0,020	<0,020
R749 MC20	0,073	0,178	0,026	0,036	0,062	0,032	0,051	0,187	0,036	0,036	0,201	0,089	0,218	0,105	<0,020	0,240	0,028	<0,020	<0,020
R882 BC11	<0,020	0,077	0,033	0,055	0,093	0,086	0,080	0,048	0,041	0,064	0,232	0,125	0,384	0,124	<0,020	0,320	0,056	<0,020	0,061
R942 BC26	0,025	0,059	0,060	0,070	0,122	0,100	0,134	0,090	0,089	0,102	0,372	0,150	0,269	0,130	<0,020	0,106	0,098	<0,020	<0,020
R949 MC28	<0,020	0,054	<0,020	0,043	0,019	0,061	0,071	0,041	0,181	0,022	0,099	0,037	0,126	0,061	<0,020	0,083	<0,020	<0,020	0,027
R961 MC24	<0,020	0,043	<0,020	0,064	0,072	0,056	0,078	0,066	0,254	0,100	0,181	0,054	0,108	0,071	<0,020	0,069	<0,020	<0,020	<0,020
R997 MC15	<0,020	0,027	<0,020	0,058	0,201	0,049	0,076	0,062	<0,020	<0,020	0,134	0,041	0,054	0,052	<0,020	0,070	<0,020	<0,020	0,037
R1046 MC17	<0,020	0,022	<0,020	0,035	0,071	0,027	0,060	0,046	0,023	0,078	0,125	0,037	0,072	0,038	<0,020	0,042	<0,020	<0,020	0,025
R1064 MC21	<0,020	0,025	0,023	0,099	0,065	0,079	0,114	0,128	<0,020	0,135	0,168	0,133	0,192	0,098	<0,020	0,087	<0,020	0,023	0,024
R1065 BC35	0,033	0,020	0,024	0,219	0,112	0,103	0,146	0,140	<0,020	0,253	0,083	0,049	0,058	0,046	<0,020	0,054	<0,020	0,111	<0,020
R1069 BC44	<0,020	0,024	<0,020	0,155	0,033	0,068	0,075	0,083	<0,020	0,048	0,165	0,081	0,043	0,158	<0,020	0,167	<0,020	<0,020	0,038
R1070 BC45	0,046	0,058	0,050	0,234	0,066	0,117	0,135	0,147	<0,020	0,078	0,256	0,117	0,049	0,268	<0,020	0,192	<0,020	<0,020	0,064
R1093 MC1	<0,020	0,029	<0,020	0,033	0,072	0,043	0,059	0,033	0,050	0,140	0,141	0,103	0,202	0,079	<0,020	0,048	0,037	<0,020	<0,020
R1114 MC3	<0,020	0,034	<0,020	0,032	0,103	0,042	0,049	0,059	0,029	0,132	0,171	0,059	0,213	0,068	<0,020	0,083	<0,020	<0,020	<0,020
R1139 MC10	0,042	0,145	0,061	0,040	0,109	0,054	0,098	0,083	<0,020	1,215	0,388	0,097	0,060	0,224	<0,020	0,107	0,026	<0,020	<0,020
R1146 MC11	0,044	0,128	0,095	0,044	0,056	0,041	0,069	0,070	<0,020	0,081	0,386	0,080	0,035	0,149	<0,020	0,075	0,031	<0,020	0,045
R1186 MC15	<0,020	0,062	0,041	0,025	0,078	0,032	0,066	0,085	0,021	0,102	0,205	0,046	0,082	0,104	<0,020	0,120	<0,020	<0,020	0,033
R1205 MC17	0,022	0,062	<0,020	0,036	0,057	0,038	0,066	0,044	<0,020	0,048	0,262	0,054	0,036	0,069	<0,020	0,036	<0,020	<0,020	0,023
R1213 MC18	0,021	0,115	0,040	0,032	0,052	0,039	0,058	0,037	0,027	0,028	0,234	0,042	0,048	0,080	<0,020	0,044	<0,020	<0,020	<0,020
R1225 MC38	0,028	0,089	0,094	0,072	0,034	0,051	0,104	0,056	0,068	0,028	0,340	0,079	0,097	0,096	<0,020	0,091	<0,020	<0,020	<0,020

(Tabellen fortsetter på neste side)

(Fortsetter)

Stasjon	PCB#28	PCB#31	PCB#52	PCB#101	PCB#105	PCB#118	PCB#138	PCB#153	PCB#156	PCB#180	p,p'-DDD	p,p'-DDE	p,p'-DDT	HCB	α-HCH	β-HCH	γ-HCH	TNC	Dieldrin
R1261 MC20	0,029	0,113	0,043	0,088	0,075	0,123	0,118	0,109	0,143	0,106	0,473	0,147	0,226	0,167	<0,020	0,117	0,091	<0,020	0,054
R1298 MC37	0,042	0,117	0,058	0,064	0,057	0,059	0,108	0,067	0,006	0,062	0,438	0,053	0,022	0,097	<0,020	0,025	<0,020	<0,020	0,034
R1312 MC39	<0,020	0,052	0,036	0,039	0,074	0,035	0,083	0,055	0,031	0,045	0,187	0,049	0,052	0,063	<0,020	0,062	<0,020	<0,020	<0,020
R1331 MC41	0,024	0,065	<0,020	0,035	0,033	0,020	0,042	0,029	0,036	0,023	0,182	0,038	0,036	0,077	<0,020	0,042	<0,020	<0,020	<0,020
R1349 MC416	0,036	0,083	0,065	0,108	0,064	0,144	0,138	0,110	0,131	0,037	0,352	0,128	0,208	0,136	<0,020	0,143	0,044	<0,020	0,040
R1403 MC42	0,040	0,106	0,042	0,056	0,237	0,040	0,074	0,036	<0,020	<0,020	0,270	0,077	0,031	0,132	<0,020	0,138	0,020	<0,020	0,030
R1433 MC47	0,039	0,227	0,038	0,055	0,085	0,056	0,100	0,054	<0,020	0,079	0,262	0,101	0,024	0,197	<0,020	0,215	0,059	<0,020	<0,020