

# Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

Stepan Boitsov og Jarle Klungsøyr



# Prosjektrapport

**Rapport:** RAPPORT FRA HAVFORSKNINGEN  
**Nr. – År:** 11-2018  
**Dato:** 23.03.2018

**Tittel (norsk og engelsk):**

Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

Hydrocarbons and organic pollutants in sediments from MAREANO area 2016-2017

**Forfattere:**

Stepan Boitsov og Jarle Klungsøyr

**Distribusjon:** Åpen

**Havforskningsprosjektnr.:**  
15312-02

**Oppdragsgiver(e):**  
MAREANO

**Program:**  
MAREANO

**Forskningsgruppe:**  
420 Miljøkjemi

**Antall sider totalt:**  
56

**Sammendrag (norsk):**

Havforskningsinstituttet har gjennomført målinger av hydrokarboner (PAH og THC) i sedimenter fra 14 lokaliteter i MAREANO-området, inkludert 7 sedimentkjerner. På et utvalg av lokalitetene er det også målt bromerte flammehemmere (PBDE) og klorerte miljøgifter (PCB og plantevernmidler). Prøvene ble innsamlet i 2016-2017 langs to transekter i Barentshavet, Kong Karls Land – Bjørnøyrenna og Nordkapp – Sørkapp. Det ble funnet relativt høye nivåer av hydrokarboner på alle lokalitetene, først og fremst oljerelaterte lette og alkylerte PAH (NPD) av naturlig opphav. Benzo[a]pyren ligger i Miljødirektoratets klasse II (AA-EQS). Nivåene av miljøgiftene PBDE var meget lave mens PCB og plantevernmidler var litt høyere enn i områder studert tidligere, og ligger Miljødirektoratets klasse II for DDT, HCB og PCB7, og i tilstandsklasse III (MAC-EQS) for lindan, samt for PCB7 ved to stasjoner.

**Summary (English):**

Institute of Marine Research has analysed hydrocarbons (PAH and THC) in sediments from 14 locations in the MAREANO area, including 7 sediment cores. At some of the locations brominated flame retardants (PBDE) and chlorinated contaminants (PCB and pesticides) were also analysed. The samples were collected in 2016-2017 along two transects in the Barents Sea, Kong Karls Land – Bjørnøyrenna and Nordkapp – Sørkapp. Relatively high levels of hydrocarbons were found in sediments at all the locations, mainly oil related light and alkylated PAH (NPD) of natural origin. Benzo[a]pyrene was in the Norwegian Environmental Agency's class II. The levels of anthropogenic contaminants PBDE were quite low while those of PCB and pesticides were somewhat higher than found previously, and corresponded to class II (AA-EQS) for DDT, HCB and PCB7, and to class III (MC-EQS) for lindane, and at two locations also for PCB7.

**Emneord (norsk):**

1. Hydrokarboner
2. Organiske miljøgifter
3. Sedimenter
4. MAREANO

**Subject heading (English):**

1. Hydrocarbons
2. Organic contaminants
3. Sediments
4. MAREANO

-----  
prosjektleder

-----  
faggruppeleder



# Innhold

<b>Liste over forkortelser brukt i rapporten</b>	.....3
<b>I. Innledning</b>	.....4
1.1. Studier av miljøgifter gjennomført under MAREANO	.....4
1.2. Bakgrunn for målinger av organiske miljøgifter	.....6
1.2.1. Sedimentstudier	.....6
1.2.2. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og andre hydrokarboner	.....6
1.2.3. Bromerte flammehemmere	.....8
1.2.4. Polyklorete bifenyler (PCB) og organiske klorete pesticider (OCP)	.....10
<b>II. Metoder</b>	.....13
2.1. Prøvetaking	.....13
2.2. Analysemetoder	.....16
2.2.1. PAH og THC i sedimenter	.....16
2.2.2. PBDE og klorete miljøgifter i sedimenter	.....17
<b>III. Resultater</b>	.....19
3.1. Nivåer av hydrokarboner i overflatesedimenter	.....19
3.2. PAH i sedimentkjerner	.....24
3.3. Nivåer av polybromerte difenyletere (PBDE) i overflatesedimenter	.....26
3.4. Nivåer av polyklorete bifenyler (PCB) og organiske klorete pesticider (OCP) i overflatesedimenter	.....28
<b>IV. Planlagt arbeid</b>	.....31
<b>V. Konklusjoner</b>	.....32
<b>VI. Referanser</b>	.....33
<b>Vedlegg A.</b> Resultater av PAH målinger i sedimentkjerner fra 14 lokaliteter	.....34
<b>Vedlegg B.</b> Resultater av THC målinger i overflatesedimenter fra 14 lokaliteter	.....49
<b>Vedlegg C.</b> Resultater av PBDE målinger i overflatesedimenter fra 5 lokaliteter	.....50
<b>Vedlegg D.</b> Resultater av målinger av klorete miljøgifter i sedimenter fra 5 lokaliteter	.....51
<b>Vedlegg E.</b> Dybdeprofiler av PAH-nivåer i sedimentkjerner fra 7 lokaliteter	.....52
<b>Vedlegg F.</b> Dybdeprofiler av PAH-nivåer korrigert for organisk karbon innhold (TOC) i sedimentkjerner fra 7 lokaliteter	.....54

## Liste over forkortelser brukt i rapporten

For forkortelser brukt i vedleggene, se Vedlegg A.

AA-EQS	Engelsk: <i>Environmental quality standard, annual average</i>
ASE	Engelsk: <i>Accelerated Solvent Extraction</i>
BFH	Bromerte flammehemmere
BX	Bokscorer
DDD	Diklordifenyldikloretan
DDE	Diklordifenyldikloretylen
DDT	Diklordifenyltrikloretan
∑DDT	Summen av p,p'-DDT, p,p'-DDD og p,p'-DDE
ECD	Engelsk: <i>Electron Capture Detector</i>
EI	Engelsk: <i>Electron Ionisation</i>
EQS	Engelsk: <i>Environmental quality standards</i>
FID	Flamme-ionisasjonsdetektor
GC	Engelsk: <i>Gas chromatography</i>
GR	Van Veen grabb
HCB	Heksaklorobenzen
HCH	Heksaklorsykloheksaner
∑HCH	Summen av α-HCH, β-HCH og γ-HCH
LOQ	Kvantifiseringsgrense (Engelsk: <i>Limit of Quantification</i> )
MAC-EQS	Engelsk: <i>Environmental quality standard, maximum annual concentration</i>
MAREANO	Engelsk: <i>Marine AREA database for NORwegian waters</i>
MC	Multicorer
NCI	Engelsk: <i>Negative Chemical Ionisation</i>
NGU	Norges geologiske undersøkelse
NPD	Summen av naftalen, fenantren, dibenzotiofen og deres alkylerte homologer
OCP	Organiske klorerte plantevernmidler (Engelsk: <i>Organic chlorinated pesticides</i> )
OSPAR	Engelsk: <i>The Oslo-Paris Convention</i>
PAH	Polysykliske aromatiske hydrokarboner
PAH16	Summen av 16 PAH brukt som internasjonal miljøindikator (naftalen, acenaftylen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz[ <i>a</i> ]antracen, krysen, benzo[ <i>b</i> ]fluoranten, benzo[ <i>k</i> ]fluoranten, benzo[ <i>a</i> ]pyren, indeno[1,2,3- <i>cd</i> ]pyren, dibenz[ <i>a,h</i> ]antracen, benzo[ <i>ghi</i> ]perylen)
PBDE	Polybromerte difenyletere
PCB	Polyklorerte bifenyler
PCB7	Summen av PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB138, PCB153 og PCB180, brukt som internasjonal miljøindikator
dl-PCB	Dioksinlignende PCB
POPs	Persistente organiske miljøgifter (Engelsk: <i>Persistent Organic Pollutants</i> )
SIM	Engelsk: <i>Selected Ion Monitoring</i>
SPE	Fastfaseekstraksjon (Engelsk: <i>Solid-phase Extraction</i> )
THC	Hydrokarboninnhold (Engelsk: <i>Total Hydrocarbon Contents</i> )
TNC	<i>Trans</i> -nonaklor
TOC	Organisk karboninnhold (Engelsk: <i>Total Organic Carbon</i> )

## I. Innledning

### 1.1. Studier av miljøgifter gjennomført under MAREANO

Denne rapporten inneholder resultater av målinger av organiske miljøgifter i sedimentprøver innsamlet under MAREANO-toktene i Barentshavet i 2016 og på våren 2017. MAREANO er et nasjonalt kartleggingsprogram av havbunnen på norsk sokkel som ble påbegynt i 2005. De første sedimentprøvene ble innsamlet inn i 2006. Resultater av målinger av organiske miljøgifter fra 2006–2015 er rapportert tidligere (rapportene er tilgjengelige på [www.mareano.no/resultater/geokjemirapporter](http://www.mareano.no/resultater/geokjemirapporter)). Resultatene er også tilgjengelig i form av kart og som nedlastbar datafil på [www.mareano.no](http://www.mareano.no). En del av resultatene er tidligere presentert på konferanser eller publisert i nasjonale og internasjonale tidsskrifter (se referanser i Kap. VI). I denne rapporten presenteres det resultater fra to tokt utført med forskningsfartøyet "G.O. Sars" i september 2016 og mars - april 2017 langs to transekter i vestlig Barentshav, Bjørnøyrenna – Kong Karls Land (2016) og Nordkapp – Sørkapp (2017). Resultatene er basert på analyser av prøver innsamlet ved 14 lokaliteter i disse områdene (figur 1).

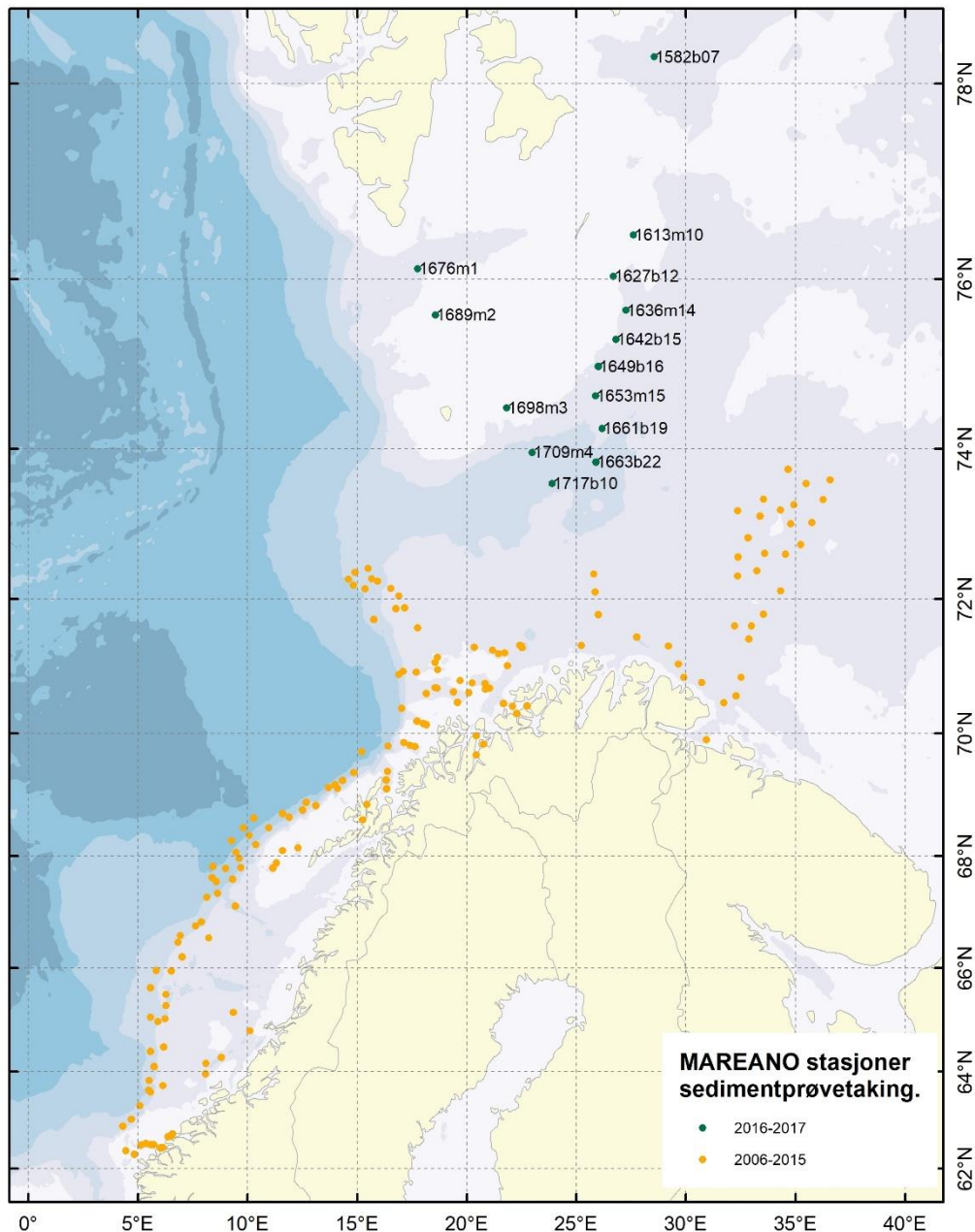


*"G.O. Sars" – forskningsfartøyet som ble benyttet til de aller fleste MAREANO-toktene. Foto: Kjartan Mæstad, Havforskningsinstituttet.*

Innsamling av sedimentprøver ble utført i samarbeid mellom geokjemikere fra Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Havforskningsinstituttet. Havforskningsinstituttet analyserte prøvene for



innhold av hydrokarboner og organiske miljøgifter (omtalt i denne rapporten), mens NGU analyserte prøvene for innhold av totalt organisk karbon (TOC), kornstørrelsesfordeling og tungmetaller (se rapporter fra NGU på [www.mareano.no](http://www.mareano.no)). Datering av et utvalg av prøvene med hjelp av  $^{210}\text{Pb}$ -målinger ble utført på Gamma Dating Center ved Universitetet i København. Analysene av organiske miljøgifter ble utført på Havforskningsinstituttets kjemilaboratorium i 2016 - 2017.



**Figur 1.** Prøvetakingslokaliteter for sedimenter i MAREANO-området. De angitte stasjonsnumrene er for 2016-2017-stasjoner omtalt i denne rapporten. Multicorer-stasjoner er merket med "m" og boxcorer-stasjoner er merket med "b".

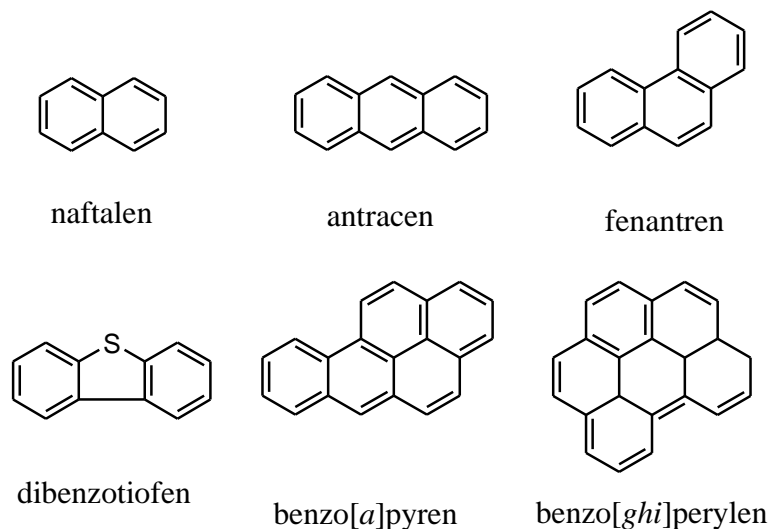
## 1.2. Bakgrunn for målinger av organiske miljøgifter

### 1.2.1. *Sedimentstudier*

Sedimenter kan utgjøre et betydelig lager av miljøgifter. Organiske forbindelser føres som regel til sedimentene bundet til organiske partikler, og vil først og fremst avsettes 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 kan forvente bløtbunn med stor andel finkornet sediment (<63 µm kornstørrelse, dvs. silt og leire). Ved videre analyse bestemmes nøyaktig mengde organisk materiale i sedimentene, uttrykt som totalt organisk karbon (engelsk: *total organic carbon*, TOC), samt kornstørrelsesfordeling i prøvene (leire, silt, sand, grus). Når man senere bestemmer nivåer av organiske miljøgifter i en sedimentkjerne, og bygger "dybdeprofiler" av disse nivåene i kjernen, kan man korrigere mot mengde TOC for å se om endringer i nivåene forklares kun av TOC-tilførsel, eller om det også er andre faktorer som spiller inn. Fortolkning av dybdeprofiler kan tidfestes hvis man utfører en datering av sedimentlagene for å bestemme sedimentasjonsrater i området. Dette gjøres med hjelp av <sup>210</sup>Pb-datering, dvs. bestemmelse av radioaktivt bly-210 i sedimentene. Denne teknikken fungerer godt i de områdene hvor sedimentasjonshastighetene har vært konstante over tid (selv om usikkerheten øker i eldre og dypere sedimentlag). I andre områder mer påvirket av bioturbasjon og/eller resuspensjon blir <sup>210</sup>Pb-dateringene mer usikre (Jensen mfl. 2009). Sedimentasjonshastighet varierer fra sted til sted, og ligger i åpne deler av Barentshavet rundt 2 mm/år eller mindre (se for eksempel Heldal mfl. 2002; Zaborska mfl. 2008). I fjord- og kystnære områder kan det noen steder være noe høyere sedimentasjonshastigheter.

### 1.2.2. *Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og andre hydrokarboner*

I MAREANO-programmet utgjør polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) den viktigste typen organiske miljøgifter som analyseres. PAH består av to eller flere aromatiske ringer (se figur 2) og har lav vannløselighet. PAH er derfor i liten grad løst i vannmassene, men knyttet til ulike typer partikler som for eksempel organiske kolloider, plankton eller mineralpartikler. Alle PAH er lipofile (løses lett i fett) og kan bioakkumuleres i marine organismer. Eksponering til PAH kan føre til forskjellige skader, siden mange PAH er giftige og kreftfremkallende. I marine sedimenter kan PAH bli bevart i lang tid, og man kan studere trendene i tilførsel av PAH ved å analysere sedimentkjerner. Egenskapene til PAH er beskrevet mer detaljert av Neff (2002). Noen PAH-lignende forbindelser, som dibenzotiofen (se figur 2), analyseres sammen med PAH.



**Figur 2.** Eksempler på PAH- og PAH-lignende forbindelser.

PAH kan stamme fra forskjellige kilder, både naturlige og menneskeskapt, se tabell 1. Siden det kan være vanskelig å skille mellom de ulike kildene i miljøprøver, studerer man karakteristiske PAH i prøvene. Høye nivåer av enkelte PAH-indikatorforbindelser eller grupper av forbindelser kan tyde på én eller flere bestemte kilder, som beskrevet i tabell 1.

**Tabell 1.** Kilder for PAH i havmiljø og typer PAH som er karakteristiske for hver kilde.

	PAH opprinnelse		
	Petrogen	Pyrogen	Biogen
<i>Kilder</i>	Fossile stoffer	Produkter av ufullstendig forbrenning	Biologiske prosesser
<i>Eksempel på naturlig kilde</i>	Naturlig forekomst av f.eks. kull, olje	Skogbrann, vulkan	Mikrobiell aktivitet
<i>Eksempel på menneskeskapt kilde</i>	Oljeutslipp fra båt eller oljeplattform	Kull- og vedfyring, bil- og båteksos	-
<i>Typer PAH</i>	Lette og alkylerte	Tunge, ikke alkylerte	Enkelte tunge PAH
<i>Eksempler på representative PAH</i>	Naftalen, fenantren, alkylnaftalener, alkylfenantrener	Fenantren, fluoranten, pyren, benzo[a]pyren, benzo[ghi]perylene	Perylen
<i>Indikator*</i>	NPD	PAH16	Perylen

\* NPD – summerte nivåer av naftalen, fenantren, dibenzotiofen og deres alkylerte homologer. PAH16 – summerte nivåer av naftalen, acenaftalen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, pyren, benz[a]antracen, krysen, benzo[b]fluoranten, benzo[k]fluoranten, benzo[a]pyren, indeno[1,2,3-cd]pyren, dibenz[a,h]antracen, benzo[ghi]perylene.



Det er først og fremst petrogene og pyrogene PAH som skaper forurensningsproblemer. Det er generelt lave nivåer av PAH i sedimenter på norsk sokkel i nord, men det finnes både naturlige forekomster av PAH og lokale punktkilder for utslipp fra menneskelig aktivitet. Over hele havet finner man også bakgrunnsnivåer som kan forklares av langtransport fra fjerntliggende områder.

Miljødirektoratet har utarbeidet et eget klassifiseringssystem for nivåene av enkelte PAH-forbindelser i marine sedimenter, basert på internasjonalt etablerte systemer for miljøkvalitetsstandarder (*Environmental Quality Standards*, EQS) og risikovurdering av kjemikalier i EU (Miljødirektoratet, 2016). En av disse PAH-forbindelsene, benzo[*a*]pyren, vurderes som spesielt viktig siden den er sterkt kreftfremkallende. Denne forbindelsen måles for å kunne vurdere både miljøtilstand og sjømattrygghet. Miljødirektoratets klassifisering er imidlertid utviklet for fjord- og havneområder, og kan ikke uten videre brukes direkte i åpent hav. Miljødirektoratets tilstandsklasser for benzo[*a*]pyren i sedimenter er vist i tabell 2.

**Tabell 2. Miljødirektoratets tilstandsklasser på PAH-forurensning i marine sedimenter (Miljødirektoratet, 2016).**

Tilstandsklasse	Klasse I Bakgrunn	Klasse II AA-EQS*	Klasse III MAC-EQS*	Klasse IV	Klasse V Omfattende akutt tox eff.
Benzo[ <i>a</i> ]pyren, µg/kg t.v.	<6	6–183	183–230	230–13100	> 13100

\* AA-EQS: Environmental quality standard, annual average. MAC-EQS: Environmental quality standard, maximum annual concentration.

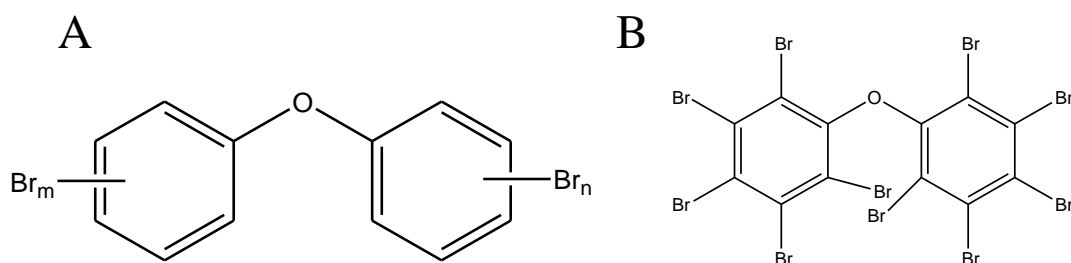
Totale hydrokarbonnivåer (engelsk *total hydrocarbon content*, THC) i sedimentene analyseres også i miljøstudier. Dette gir et generelt bilde av det totale hydrokarboninnholdet i det studerte området, og inkluderer både PAH, monoaromatiske hydrokarboner, alkaner og sykloalkaner. Forhøyete THC-nivåer kan peke på et oljeutslipp i området. Det er ikke etablert tilstandsklasser for THC i sediment, men en grense på 50 mg/kg tørrvekt brukes ofte som terskelnivå for mulige effekter på bunnlevende marine organismer (for eksempel OSPAR 2009).

### 1.2.3. Bromerte flammehemmere

Bromerte flammehemmere (BFH) er masseproduserte kjemikalier som har vært brukt av industrien siden 1970-tallet, for det meste som flammehemmere i forskjellige typer plast, tekstiler, møbler, byggematerialer, elektronisk utstyr, osv. BFH består av flere typer kjemiske forbindelser med felles evne til å dempe brann, men med forskjellig grad av giftighet og ulike kjemiske egenskaper. BFH er lite nedbrytbare (persistente) i miljøet og kan transporteres med luft- og havstrømmer over store

avstander. De finnes derfor i små mengder selv i uberørte områder, som for eksempel i arktiske strøk. De er lite løselige i vann, fettløselige og kan samles opp i fettholdige organer som fiskelever.

Mens produksjon og bruk av noen av disse stoffgruppene nå er forbudt over store deler av verden på grunn av deres skadelige miljøvirkninger, som for eksempel bromerte bifenyler, er flere andre grupper fortsatt i bruk, også i Europa. Den mest utbredte gruppen BFH som er i bruk er polybromerte difenyletere (PBDE). PBDE er produsert av mennesker og finnes ikke naturlig i miljøet. Likevel kan man finne spor av disse forbindelsene i miljøprøver fra hele verden, på grunn av langtransport fra fjerne kildeområder. Det finnes 209 teoretisk mulige varianter (kongenerer) for PBDE, se eksempler på strukturen i figur 3. Titalls av disse finnes i miljøet, og det er den fullbromerte kongeneren, BDE-209 (vist i figur 3B) som ofte finnes i størst mengde i marine sedimenter.



**Figur 3.** Generell kjemisk struktur for PBDE (A) og den fullbromerte kongeneren BDE-209 (B).

Miljødirektoratet har utarbeidet grenseverdier for tilstandsklasser for summen av seks PBDE i sedimenter: BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153 og BDE-154. Samme som for PAH, er tilstandsklassene basert på internasjonale miljøkvalitetsstandarder (EQS), men grenseverdiene er etablert bare fra klasse II og oppover, se tabell 3. Dette gjelder kun for forurensete sediment i kyst- og havneområder, mens bakgrunnsnivåer i åpent hav ligger som regel mye lavere.

**Tabell 3. Miljødirektoratets tilstandsklasser på PBDE-forurensning i marine sedimenter (Miljødirektoratet, 2016).**

Tilstandsklasse	Klasse I Bakgrunn	Klasse II AA-EQS	Klasse III MAC-EQS	Klasse IV	Klasse V Omfattende akutt tox eff.
6 PBDE*, µg/kg t.v.	–	< 62	62–79	79–1580	> 1580

\* Summerte nivåer av BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153, BDE-154.

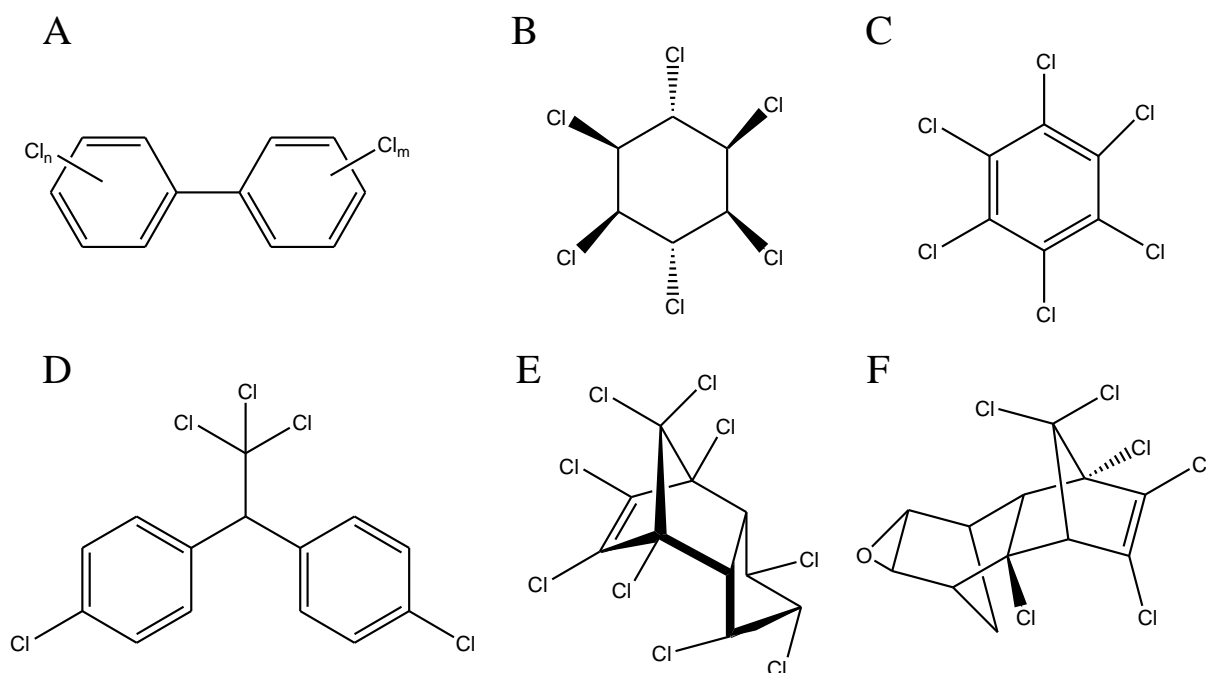
BDE-99 er en markør for en av de kommersielle PBDE-blandingene som var mye brukt i industri, ”penta-blandingen”. Det finnes også to andre slike blandinger, ”okta-blandingen”, med BDE-183 som markør, og ”deka-blandingen”, med BDE-209 som markør. Det er ikke etablert tilstandsklasser for BDE-183 eller BDE-209.

Mens okta- og penta-blandingene nå er omfattet av Stockholm-konvensjonen og skal dermed være forbudt over hele verden (se <http://chm.pops.int> ), er deka-blandingen fortsatt tillatt i store deler av verden og Europa. Dekablanding er forbudt i Norge siden 2008.

#### **1.2.4. Polyklorete bifenyler (PCB) og organiske klorete pesticider (OCP)**

PCB er en stoffgruppe som brytes sent ned, har en global spredning og finnes i spormengder også i uberørte områder. De er toksiske og kan ha skadelig virkning på marine organismer. 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 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. I Norge ble ny bruk av PCB forbudt i 1980, og i 1995 var store kondensatorer med PCB tatt ut av bruk (for mer informasjon, se Miljostatus.no). PCB ble i 2004 ført opp på Stockholm-konvensjonen sin liste over stoff som skal fases ut.

Samme som for PBDE, finnes det 209 mulige kongenere av PCB (se figur 4A). Havforskningsinstituttet analyserer på 10 av disse i sedimenter, 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 4 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 andre PCB, har dl-PCB en flat struktur som ligner på dioksiner og har lignende 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, men som finnes i relativt høy konsentrasjon i noen miljøprøver.



**Figur 4.** Kjemiske strukturer for PCB og OCP: den generelle formelen for PCB (A); lindan ( $\gamma$ -HCH) (B); heksaklorbenzen (C); p,p'-DDT (D); trans-nonaklor (E); dieldrin (F).

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

Havforskningsinstituttet analyserer på 3 heksaklorsyklusheksaner (HCH-isomerer), som vurderes som de mest toksiske blant de 8 stereoisomerene som finnes:  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH og  $\gamma$ -HCH (lindan, figur 4B). Disse rapporteres både som enkeltforbindelser, og sammen som  $\Sigma$ HCH. Lindan er navnet på det egentlige pesticidet, og finnes i spormengder over hele kloden (for mer informasjon om distribusjon av forskjellige HCH-isomerer i miljøet, se Berger mfl. 2016). Lindan 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 med mål om utfasing.

Heksaklorbenzen (HCB) (figur 4C) har vært i bruk som fungicid. HCB er omfattet av Stockolm-konvensjonen siden 2004. Likevel er det fortsatt tilførsler av denne miljøgiften til miljøet, bl.a. fordi at den oppstår som biprodukt ved produksjon av noen organiske løsemidler og enkelte pesticider.

Den kan også tilføres miljøet ved ufullstendig forbrenning av variert industriavfall som inneholder klorerte organiske materialer.

Pesticidet DDT (diklordifenyltrikloretan) er et av de mest og lengst brukte i verden.

Havforskningsinstituttet analyserer i sedimenter på *p,p'*-DDT (figur 4D), som utgjør mesteparten i den kommersielle DDT-blandingen, og på degraderingsproduktene *p,p'*-DDD (diklordifenylidikloretan) og *p,p'*-DDE (diklordifenylidikloretylen), rapportert sammen som  $\Sigma$ DDT. Til tross for reguleringer og forbud mot bruken av stoffet er det fortsatt i bruk i flere land. India og Kina produserer 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 bl.a. i sedimenter i norske havområder. DDT ble ført opp på Stockholm-konvensjonens liste av stoffer som skal fases ut i 2004.

*Trans*-nonaklor (figur 4E) er et pesticid som finnes som en komponent i tekniske klordan-blandinger som er svært toksiske også for fisk.

Dieldrin (figur 4F) er et pesticid som 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, se tabell 4. De gjelder for forurenset sediment i kyst- og havneområder. Det er vel å merke at tilstandsklasse I, bakgrunn, ikke er etablert for menneskeskaptene miljøgiftene  $\Sigma$ DDT og PCB7, mens for lindan og HCB er denne satt til 0. Dette betyr i praksis at alle nivåer av disse stoffene som måles til over målegrensen ligger på sitt laveste i tilstandsklasse II, AA-EQS.

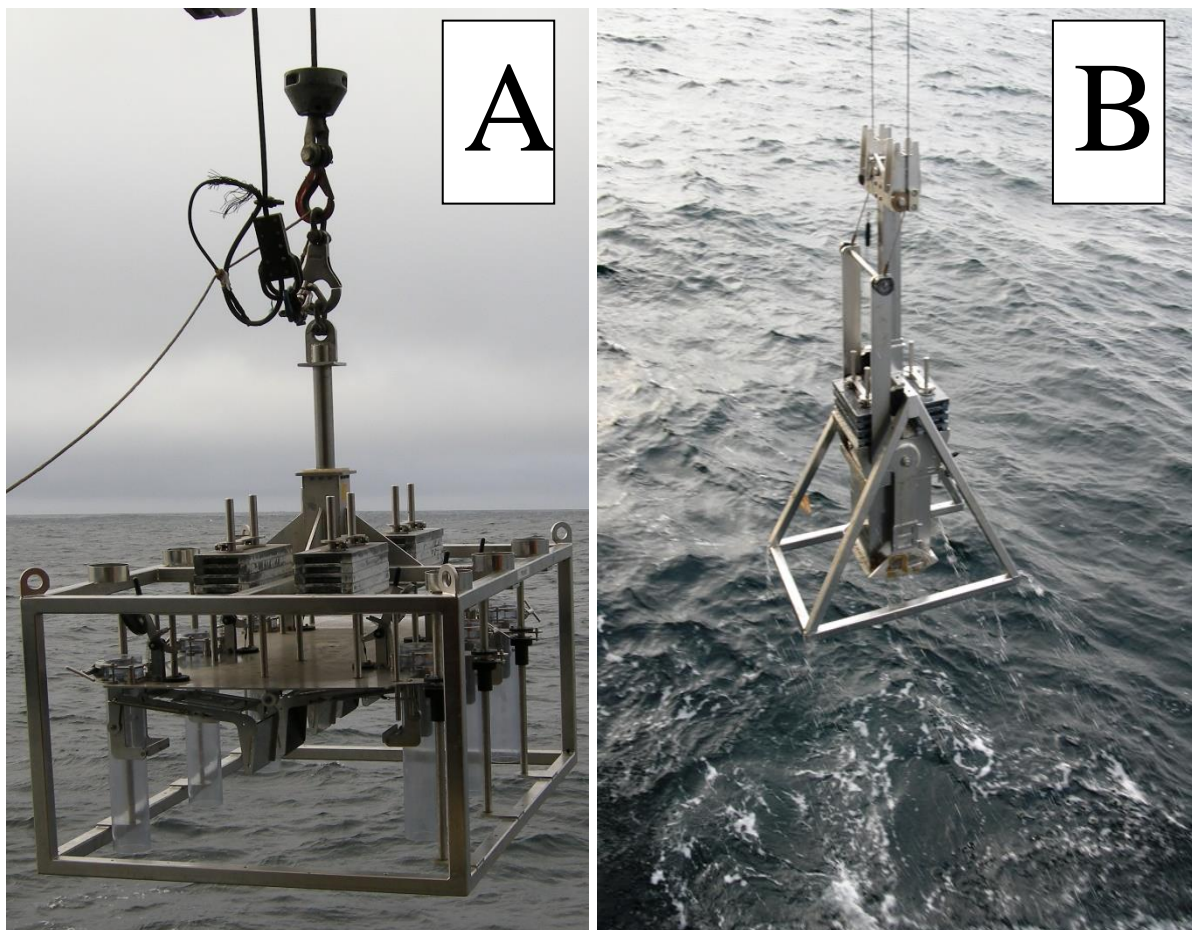
**Tabell 4. Miljødirektoratets tilstandsklasser på PCB- og OCP-forurensning i marine sedimenter (Miljødirektoratet, 2016).**

Konsentrasjoner ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrvekt)	Klasse I Bakgrunn	Klasse II AA-EQS	Klasse III MAC-EQS	Klasse IV	Klasse V Omfattende akutt tox eff.
$\Sigma$ DDT	-	< 15	15-165	165-1647	>1647
HCB	0	< 17	17-61	61-610	>610
$\gamma$ -HCH (lindan)	0	<0,074	0,074-0,74	0,74-9,8	>9,8
$\Sigma$ PCB7	-	< 4,1	4,1-43	43-430	>430

## II. Metoder

### 2.1. Prøvetaking

Detaljerte multistråle-bunnkart laget av Kartverket Sjødivisjonen ble benyttet for å finne egnete lokaliteter for prøvetaking av sedimenter. På lokaliteten studeres havbunnen først visuelt ved hjelp av video 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 5A). I noen tilfeller da multicoreren av forskjellige årsaker ikke kunne brukes, ble man nødt til å benytte boxcorer (figur 5B). 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 5.** 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.

Detaljert beskrivelse av prøvetakingslokaliteter er gitt i tabell 5, mens geografisk plassering er vist i figur 1. Betegnelsen på prøvetakingsstasjon består av to nummer, hvor den første bokstaven "R" står for MAREANO-programmets prøvetakingsstasjonsnummer. Dette er gjennomgående og unikt for alle MAREANO-toktene gjennom alle år. Det andre nummeret med "MC"-bokstavene står for multicorer-prøvetakingsnummer i det året prøven ble tatt. Der det ble brukt boxcorer står koden "BX". Lengdene til sedimentkjernene innsamlet er også vist i tabell 5 og varierer mellom 19 og 41 cm. PAH ble analysert i hele sedimentkjerner fra syv stasjoner, og kun i overflateprøve fra syv stasjoner, mens andre stoffer kun ble analysert i overflateprøvene. Analyser av PBDE, PCB og OCP, TOC (gjennom hele kjernen) og radiodatering ble kun utført på et utvalg av stasjonene, som vist i tabell 5.

Tabell 5. Prøvetakingslokaliteter under MAREANO-toktene i 2016-2017 og analysene utført i tillegg til PAH-analyser.

Stasjon	Dato	Breddegrad, N	Lengdegrad, Ø	Vanndybde, m	Kjerneleengde, cm	Tilleggsanalysene				
						THC	PBDE	PCB og OCP	TOC	<sup>210</sup> Pb
R1582 BX07	16.09.2016	78°15.12'	28°32.79'	307	22*	X				
R1613 MC10	22.09.2016	76°28.77'	27°36.66'	134	33	X	X	X	X	X
R1627 BX12	24.09.2016	76°01.92'	26°41.68'	182	27	X				
R1636 MC14	26.09.2016	75°38.96'	27°14.95'	221	32	X	X	X	X	X
R1642 BX15	27.09.2016	75°18.99'	26°47.61'	216	21	X	X	X	X	
R1649 BX16	27.09.2016	75°00.12'	25°59.93'	208	27*	X				
R1653 MC15	28.09.2016	74°39.03'	25°52.57'	297	5*	X				
R1661 BX19	29.09.2016	74°15.32'	26°11.04'	409	1	X				
R1663 BX22	30.09.2016	73°50.03'	25°52.99'	458	19*	X	X	X		
R1676 MC01	28.03.2017	76°06.99'	17°46.05'	299	32	X			X	X
R1689 MC02	30.03.2017	75°35.81'	18°33.53'	130	26*	X				
R1698 MC03	01.04.2017	74°30.29'	21°49.19'	203	38	X	X	X	X	X
R1709 MC04	04.04.2017	73°57.30'	22°59.60'	452	33	X			X	
R1717 BX10	06.04.2017	73°33.30'	23°53.93'	450	1	X				

\* Kun overflateprøve ble analysert for PAH.

## 2.2. Analysemetoder

### 2.2.1. PAH og THC i sedimenter

Havforskningsinstituttet benytter akkrediterte metoder for analyse av PAH og THC i sedimenter. Sedimentprøvene lufttørkes ved romtemperatur før videre opparbeiding. Overflateprøver og hvert 2. snitt (ca. hver 2. cm) fra utvalgte sedimentkjernene ble analysert for PAH, kun overflateprøvene ble analysert for THC.

Opparbeiding av prøve 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 150 °C, trykk 1500 psi, "flush volume" 60 %, løsemiddel – 1:1 heksan:diklormetan. ASE-celler av 34 ml volum brukes til ekstraksjon og fylles med en blanding av sediment og "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 prøven på "Bond Elut" SPE-kolonne (0,5 g silica). Prøvene løses så i 300 µl heksan og analyseres for PAH og THC som beskrevet nedenfor. Syv deutererte PAH-forbindelser brukes som interne standarder for kvantifisering av PAH, mens baseolje-HDF 200 brukes som ekstern standard for kvantifisering av THC. Analysene inkluderer 49 PAH-forbindelser, som så rapporteres både enkeltvis og som summerte nivåer, se fullstendig liste i Vedlegg A. Kvantifiseringsgrensene er 0,5 µg/kg tørrvekt for PAH og 2,0 mg/kg tørrvekt for THC i sedimenter.

Prøver analyseres for PAH på gasskromatograf HP-6890 koblet til Agilent N-5973 massespektrometer med "electron-impact" (EI) ionekilde i "selected ion monitoring" (SIM) modus. En DB-17ms analytisk GC-kolonne (Agilent J&W Scientific, Folsom, USA) benyttes, lengde:  $L = 50$  m, indre diameter: I.D. = 0,25 mm, filmtykkelse:  $df = 0,25$  µm. Helium (99,9 %) brukes som bæregass ved 49 cm/s strømningshastighet gjennom kolonnen. Prøver (1 µl heksanløsning) injiseres i "splitless" modus (injektortemperatur, 300 °C) og splitventilen åpnes etter 2 min. GC-ovnprogrammet er som følger: 50 °C ved injeksjon; etter 2 min økes temperaturen til 110 °C med en programmert økning på 10 °C/min; heretter økes den videre til 290 °C med 6 °C/min, og holdes på 290 °C i 20 min. Analyseprogrammets varighet er totalt 58 min. Spektrumet er delt i seks SIM-vinduer og er skannet for molekylærmassene til de 49 valgte forbindelsene og internstandardene.

Prøvene analyseres for THC på gasskromatograf HP-6890 koblet til flamme-ionisasjonsdetektor (FID). En Varian GC-kolonne med "Select mineral oil, fused silica" som stasjonær fase, 15 m lengde x 0,32 mm indre diameter og 0,10 µm filmtykkelse brukes. Helium (99,9 %) brukes som bæregass med 1,4 ml/min strømningshastighet. Prøver (1 µl heksanløsning) injiseres i et splitless modus

(injektortemperatur satt til 290 °C) og split-ventilen åpnes etter 1 minutt. GC-ovn-programmet er som følger: 60 °C ved injeksjon; etter 1 minutt økes temperaturen til 290 °C med en programmert temperaturøkning på 20 °C/min. Analyseprogrammets varighet er 24 minutter. Kromatogrammet integreres i tidsvinduet tilsvarende n-alkan C<sub>12</sub>- C<sub>35</sub>.

### **2.2.2. PBDE og klorerte miljøgifter i sedimenter**

Sedimentprøvene lufttørkes ved romtemperatur før opparbeiding. Kun overflateprøvene fra alle stasjonene ble tatt til analyse.

Prøvene tilsettes gjenvinningsstandard PCB29 samt interne standarder for PBDE, BDE-139 og <sup>13</sup>C-merket BDE-209, før opparbeidingen starter. BDE-139 brukes som interne standarder for kvantifisering av alle PBDE unntatt BDE-209, mens <sup>13</sup>C-merket BDE-209 brukes som intern standard for kvantifisering av BDE-209. Opparbeiding 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 10 %-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 fraksjonerer 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 og PBDE som beskrevet nedenfor. PCB112 brukes som intern standard for kvantifisering av klorerte miljøgifter. Man analyserer for 26 PBDE-forbindelser (listet opp i vedlegg C), ti PCB-forbindelser og ti klorerte pesticider (omtalt i seksjon 1.2.4), som så rapporteres både enkeltvis og som summerte nivåer. Kvantifiseringsgrensene er 0,03 µg/kg tørrvekt for enkeltforbindelser PBDE og 0,02 µg/kg tørrvekt for PCB og pesticider.

Prøver analyseres for PBDE på gasskromatograf HP-6890 koblet til Agilent N-5973 massespektrometer med negativ kjemisk ionisering (NCI) ionekilde i "selected ion monitoring" (SIM) modus. En DB-5ms analytisk GC-kolonne (Agilent J&W Scientific, Folsom, USA) benyttes, lengde: L = 15 m, indre diameter: I.D. = 0,25 mm, filmtykkelse: df = 0,10 µm. Helium (99,9999 %) brukes som bæregass ved 32 cm/s strømningshastighet gjennom kolonnen. Prøver (2 µl heksanløsning) injiseres i et "pulsed splitless"-modus (injektortemperatur, 310 °C) og split-ventilen åpnes etter 2 min. GC-ovn-programmet er som følger: 90 °C ved injeksjon; etter 2 min økes temperaturen til 200 °C med en

programmert økning på 30 °C/min; heretter økes den videre til 305 °C ved 4 °C/min og så til 320 °C ved 10 °C/min, og holdes på 320 °C i 10 min. Analyseprogrammets varighet er dermed 43,4 min. Hele spektrumet er skannet for massene til brom (78,9 og 80,9) og relevante fragmenter av BDE-209 og 13C-merket BDE-209 (486,5 og 494,7). BDE-49 og BDE-71 rapporteres som summert nivå på grunn av koeluering.

Prøvene analyseres videre for PCB og OCP 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 (N<sub>2</sub> 5.0) strømningshastighet er 30 ml/min.

### III. Resultater

#### 3.1. Nivåer av hydrokarboner i overflatesedimenter

Det var fram til nå kun funnet lave nivåer PAH i overflatesedimenter fra MAREANO-området. Dette er helt annerledes for prøvene samlet inn på de to transektene i 2016-2017. Oppsummering av hydrokarbonnivåene funnet i disse prøvene er gitt i tabell 6 og vist på kartene i figurene 6–8, mens alle resultater for 49 PAH i sedimentkjerner er gitt i Vedlegg A og for THC i Vedlegg B.

Gjennomsnittsnivåene for summen av 49 PAH-forbindelser målt på 14 lokaliteter ligger på 3380 µg/kg tørrvekt (figur 6). Dette er omtrent 10 ganger høyere enn nivåene funnet tidligere i MAREANO-området (se kjemirapporter på mareano.no), og noe høyere enn det som er funnet i andre norske havområder (for eksempel Boitsov mfl. 2013). Dette er samtidig i tråd med det som ble funnet tidligere i sedimenter fra havområder sør og øst for Svalbard (Boitsov mfl. 2009).

**Tabell 6. Gjennomsnitts-, minimale og maksimale nivåer av hydrokarboner i overflatesedimenter fra 14 lokaliteter undersøkt i 2016-2017. Miljødirektoratets tilstandsklasser er vist med farge i samsvar med tabell 2.**

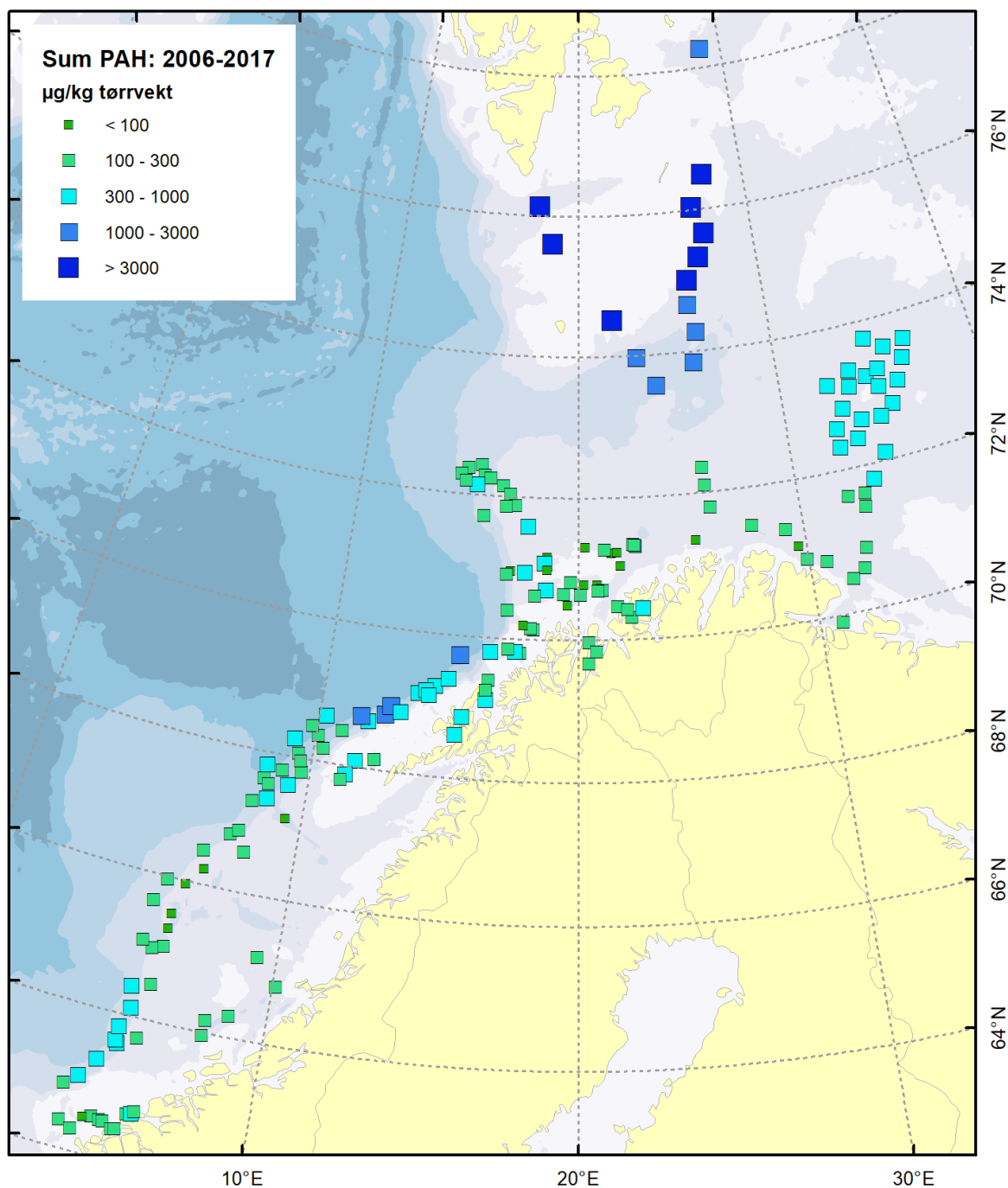
Nivå	THC <i>mg/kg t.v.</i>	Sum 49 PAH <i>µg/kg t.v.</i>	NPD <i>µg/kg t.v.</i>	PAH16 <i>µg/kg t.v.</i>	Benzo[ <i>a</i> ]pyren <i>µg/kg t.v.</i>
Min.	17	1320	741	404	14
Gjennomsnitt	56	3380	2482	895	26
Maks.	94	6451	5034	1588	44

I motsetning til alle de andre stedene kartlagt av MAREANO tidligere, er det oljerelaterte PAH-forbindelser, vist her som NPD (figur 7), som utgjør mesteparten av PAH-nivåene i prøvene fra de to transektene. Dette tenkes å ha helt naturlige kilder knyttet til erosjon av kullholdige bergarter som vaskes ut til havet fra Svalbard og ender opp i sedimentene, som beskrevet i tidligere studier (Dahle mfl. 2006; Boitsov mfl. 2009; Everaert mfl. 2017). Nivåene av miljøindikatoren PAH16 er også noe høyere på de fleste undersøkte steder enn i tidligere rapporterte prøver fra MAREANO-området (figur 8). Grunnen til dette er at komponenter av PAH16, som i hovedsak er store (4-6 rings) PAH molekyler, finnes også i fossile stoffer og øker også ved tilførsler fra petrogene kilder, men langt i fra så mye som for NPD. Også nivåene av benzo[*a*]pyren var i gjennomsnitt høyere enn i andre deler av MAREANO-området, men ikke høyere enn Miljødirektoratets tilstandsklasse II ("AA-EQS"). THC-nivåene er også relativt høye på alle stasjoner uten at dette kan knyttes til menneskelig påvirkning.

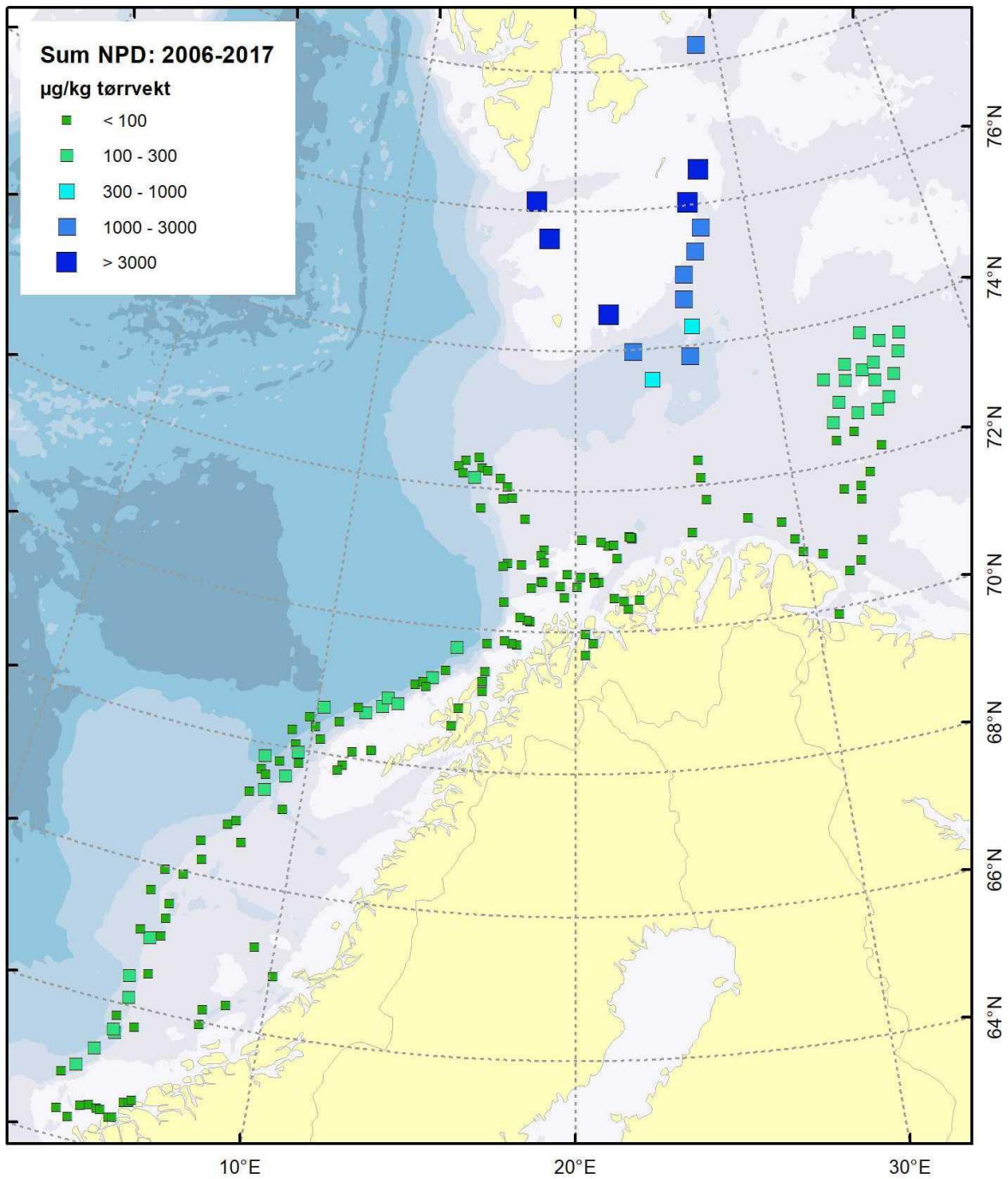
Det er for øvrig høyt innhold av TOC i overflatesedimentene, mellom 1,3% og 3,3%. Noen av stasjonene har dermed mye høyere innhold av TOC enn hittil funnet andre steder i åpent hav under MAREANO (mindre enn 2,5% i østlig Barentshav, og betydelig lavere i sørvestlig Barentshav og østlig Norskehav). Det er likevel stasjonene som ligger nærmest den sørlige delen av Svalbard (R1676 og



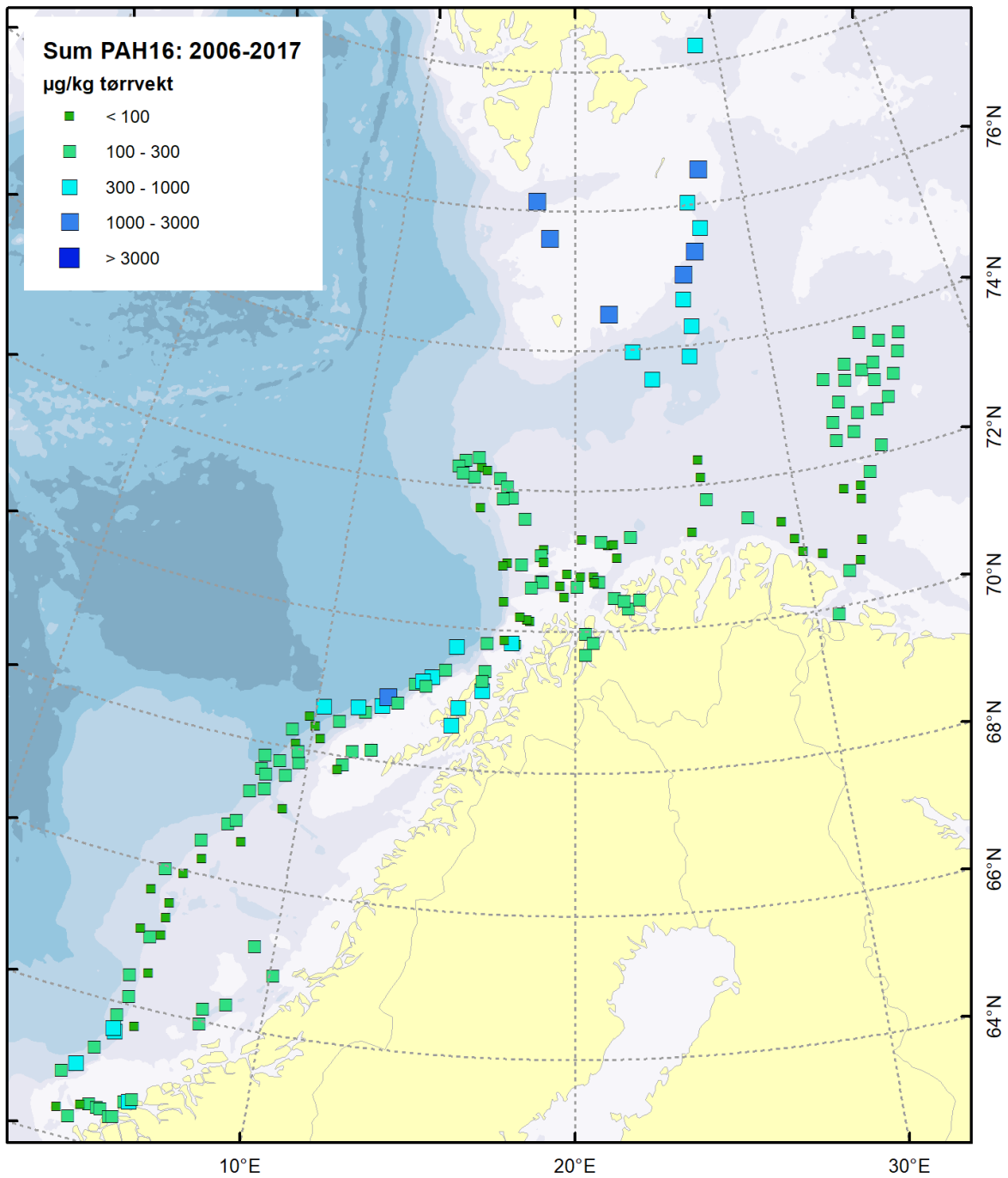
R1689), og ikke de med høyest innhold TOC (R1642 og R1698), som har de aller høyeste nivåene PAH. Den nordligste stasjonen R1582, som ligger nærmest Kong Karls Land øst for Spitsbergen, har det laveste innholdet TOC av alle stasjonene (1,3%), men relativt høyt PAH-nivå. Med unntak av denne stasjonen, minker PAH-nivåer fra stasjonene rundt 76°N sørover i begge transektene.



**Figur 6.** Summerte nivåer av 49 PAH i overflatesedimenter (0–1 cm). Stasjonsnumrene for prøvetakingslokalitetene fra 2016-2017 er vist på kart i figur 1.



**Figur 7.** NPD-nivåer i overflatesedimenter (0–1 cm). Stasjonsnumrene for prøvetakingslokalitetene fra 2016-2017 er vist på kart i figur 1.



**Figur 8.** PAH16-nivåer i overflatesedimenter (0–1 cm). Stasjonsnumrene for prøvetakingslokalitetene fra 2016-2017 er vist på kart i figur 1.

PAH-forholdstall kan videre hjelpe å bestemme kilder for PAH i sedimentene. Dette fungerer optimalt når det er klar dominans av én kilde over alle andre. Det PAH-forholdstallet som brukes oftest er PHE/ANT (fenantren/antracen). Dette forholdstallet bekrefter pyrogen opprinnelse for PAH når PHE/ANT er mindre enn 10, og står for petrogen opprinnelse ved PHE/ANT over 10.

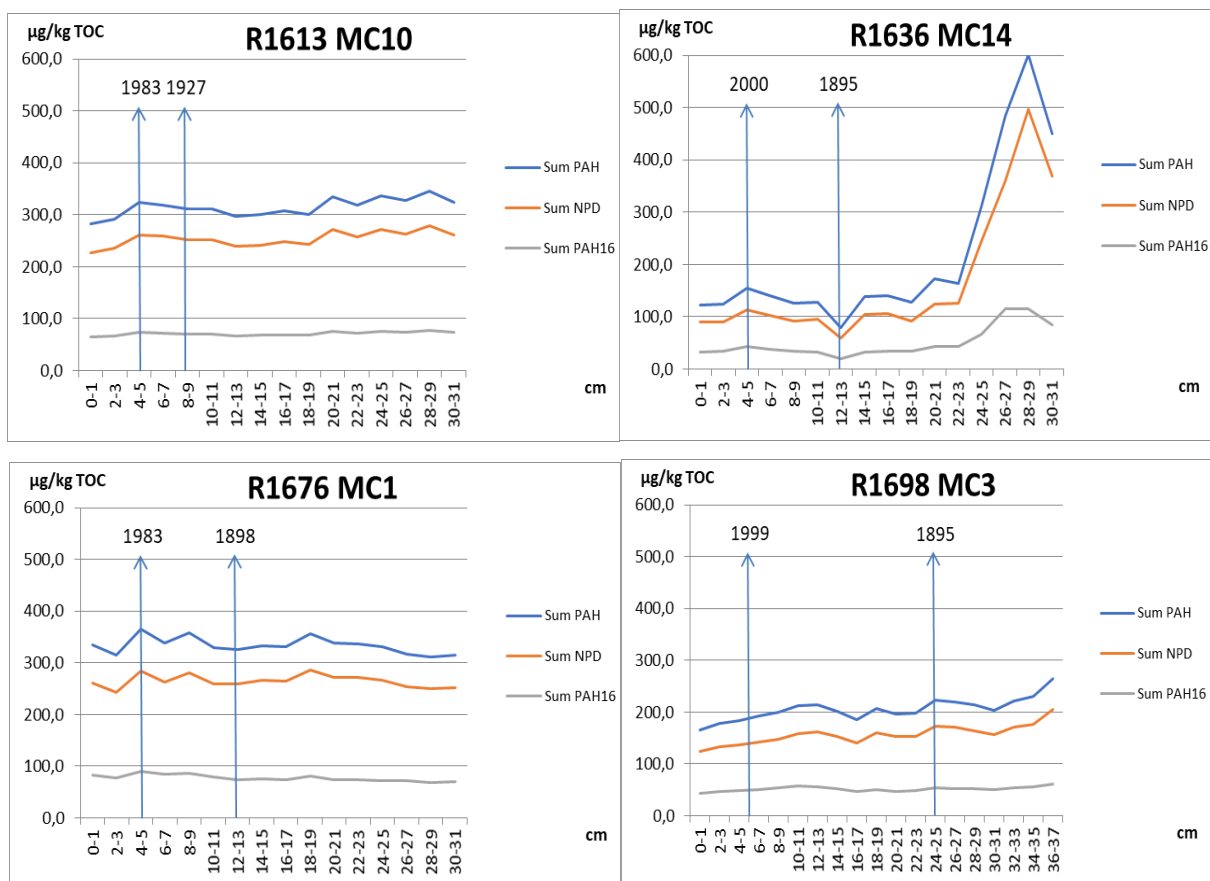
PHE/ANT for overflateprøver fra områdene undersøkt i 2016-2017 er gitt i tabell 7. Det er funnet at PAH/ANT >10 på alle stasjonene, med høyeste verdier for stasjoner med høyeste NPD-nivåer. Dette er i samsvar med høye nivåer av petrogene PAH funnet i overflatesediment på alle stedene. Til sammenligning, hadde de aller fleste stasjonene i tidligere år PHE/ANT verdier under 10, både i østlig Barentshav og i Norskehavet, se rapporter fra tidligere år.

**Tabell 7. PHE/ANT forholdstall i overflateprøvene (0–1 cm).**

Stasjon	PHE/ANT
R1582 BX07	43
R1613 MC10	83
R1627 BX12	63
R1636 MC14	44
R1642 BX15	46
R1649 BX16	36
R1653 MC15	28
R1661 BX19	31
R1663 BX22	29
R 1676 MC1	85
R 1689 MC2	82
R 1698 MC3	49
R 1709 MC4	39
R 1717 BX10	35

### 3.2. PAH i sedimentkjerner

For å kunne si noe om tidstrender og mulige kilder for PAH i sedimenter, må nivåene i dypere lag i sedimentkjernene studeres. Dybdeprofiler for PAH16, NPD og summerte nivåer av 49 PAH, alt normalisert til TOC, er vist i figur 9 for de fire sedimentkjernene som ble datert. Dybdeprofilene for alle syv kjerner som ble analysert for PAH er vist i Vedlegg E, og dybdeprofilene for de samme kjernene normalisert for TOC er gitt i Vedlegg F. Alle resultater for PAH-målinger i sedimentkjernene er gitt i Vedlegg A.



**Figur 9.** Dybdeprofiler av Sum PAH, NPD og PAH16 i sedimentkjerner i forhold til totalt organisk karboninnhold (TOC), med ca. årstall vist for daterte deler av kjernen. X-aksen viser snittdypet i cm, og Y-aksen angir mengde PAH per kilogram TOC.

De summerte PAH-nivåene viser det totale bildet som gjenspeiler bidrag fra forskjellige kilder. Ser man derimot på profilene til kildespesifikke PAH-indikatorer som PAH16 eller NPD, kan man ofte forklare trender i dybdeprofilene. Det som er felles for alle de analyserte kjernene fra 2016-2017 er at NPD-nivåer ligger gjennomgående høyt gjennom hele kjernen, mens nivåer av PAH16 ligger mye lavere. Dette bekrefter naturlig opphav av PAH fra petrogene kilder, siden det er ingen tegn på økning i nivåene i moderne tid som kunne knyttes til økt menneskelig aktivitet, se datering vist i figur 9. Nivåene ligger i de fleste kjernene stabilt uten endring gjennom hele kjernen og oljerelaterte NPD

dominerer PAH-sammensetningen, noe som tyder på uendret naturlig tilførsel av fossile stoffer. I minst to av kjernene, R1636 vist i figur 9, og i mindre grad R1627 vist i vedlegg F, ser man en økning i nivåene i dypere sedimentlag. Også denne økningen domineres av NPD, og er spesielt tydelig i plottene normalisert for TOC. Man har tidligere observert lignende økning i NPD nivåer i gamle sedimenter noen få steder i MAREANO-området som ligger i nærheten av kjente oljeforekomster, som Goliat-feltet i sørlig Barentshav (Boitsov mfl. 2011).

Kjernen R1642 BX15 (ikke datert, se vedleggene E og F) er den eneste av de syv analyserte kjernene som viser uregelmessigheter som avviker fra de to trendene nevnt ovenfor, dvs. stabile nivåer uten vesentlig endring gjennom hele kjernen eller en økning i dypere sedimentlag. Her går nivåene opp og ned uten noe klar trend. Dette tyder på en fysisk forstyrrelse av sedimentene som har skjedd etter sedimentavsetning. Slike forstyrrede kjerner har man funnet noen få ganger tidligere også. Dette kan knyttes til tråling, sterk bioturbasjon, eller annet.

PAH16-nivåer ligger lavt sammenlignet med NPD gjennom hele kjerner, og følger ellers trenden til NPD. Dette tyder på ingen vesentlige bidrag fra pyrogene kilder i dette området, mens spormengder av langtransporterte PAH som man typisk ser i sedimenter fra andre områder er fullstendig maskert her av naturlig petrogent bidrag.



### 3.3. Nivåer av polybromerte difenyletere (PBDE) i overflatesedimenter

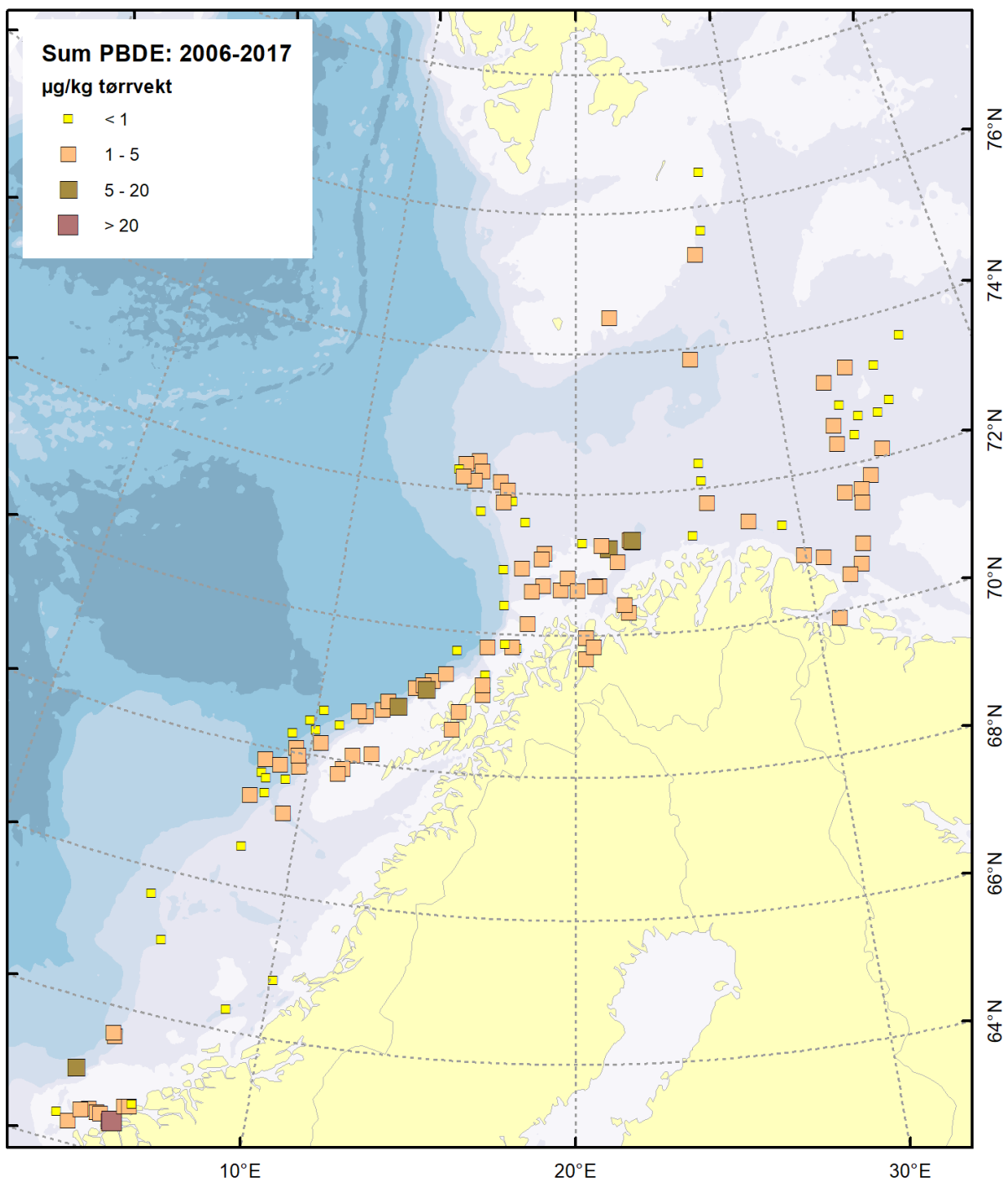
Oppsummering av PBDE-nivåene funnet i overflatesediment fra 6 lokaliteter i MAREANO området er gitt i tabell 8 og vist på kart i figur 10, mens alle resultater for PBDE i overflatesedimenter er gitt i Vedlegg C.

**Tabell 8. Gjennomsnitts-, minimale og maksimale nivåer av PBDE i overflatesedimenter fra 5 lokaliteter i MAREANO-området. Miljødirektoratets tilstandsklasser er vist med farge i samsvar med tabell 3.**

Nivå <i>µg/kg t.v.</i>	Sum 26 PBDE	Sum 6 PBDE	BDE-99	BDE-183	BDE-209
Minimum	<0,48	0,24	0,09	<0,03	<0,03
Gjennomsnitt	1,0	0,38	0,12	<0,03	0,07
Maksimum	1,6	0,54	0,12	<0,03	0,19

Nivåene av PBDE i alle undersøkte prøver ligger meget lavt, under deteksjonsgrensen for mange kongenere. Konsentrasjon av summen av 26 PBDE-forbindelser ligger i gjennomsnitt for de undersøkte områdene på 1,0 µg/kg tørrvekt, som er likt andre steder undersøkt tidligere av MAREANO i østlig Barentshav, og lavere enn det som ble funnet enkelte steder i Norskehavet og sørlig Barentshav (se rapporter fra tidligere år). Nivåer av 6 BDE som Miljødirektoratet har utarbeidet tilstandsklasser for (se tabell 3) er lave og ligger i gjennomsnitt på 0,38 µg/kg tørrvekt, og er klassifisert ved alle stasjoner som Miljødirektoratets Klasse II (AA-EQS).

Når det gjelder spesifikke PBDE-forbindelser, er det BDE-209 og BDE-99 som man finner i alle eller nesten alle av prøvene, i tillegg til en del lavtbromerte PBDE som kan være degraderingsprodukter av høytbromerte kongenere. I likhet med resultatene fra tidligere MAREANO-undersøkelser er det ikke funnet BDE-183 i noen prøver fra det undersøkte området.



**Figur 10.** Summerte nivåer av 26 PBDE i overflatesedimenter (0–1 cm) fra MAREANO-området. Stasjonsnumrene for prøvetakingslokalitetene fra 2016-2017 er vist på kart i figur 1.

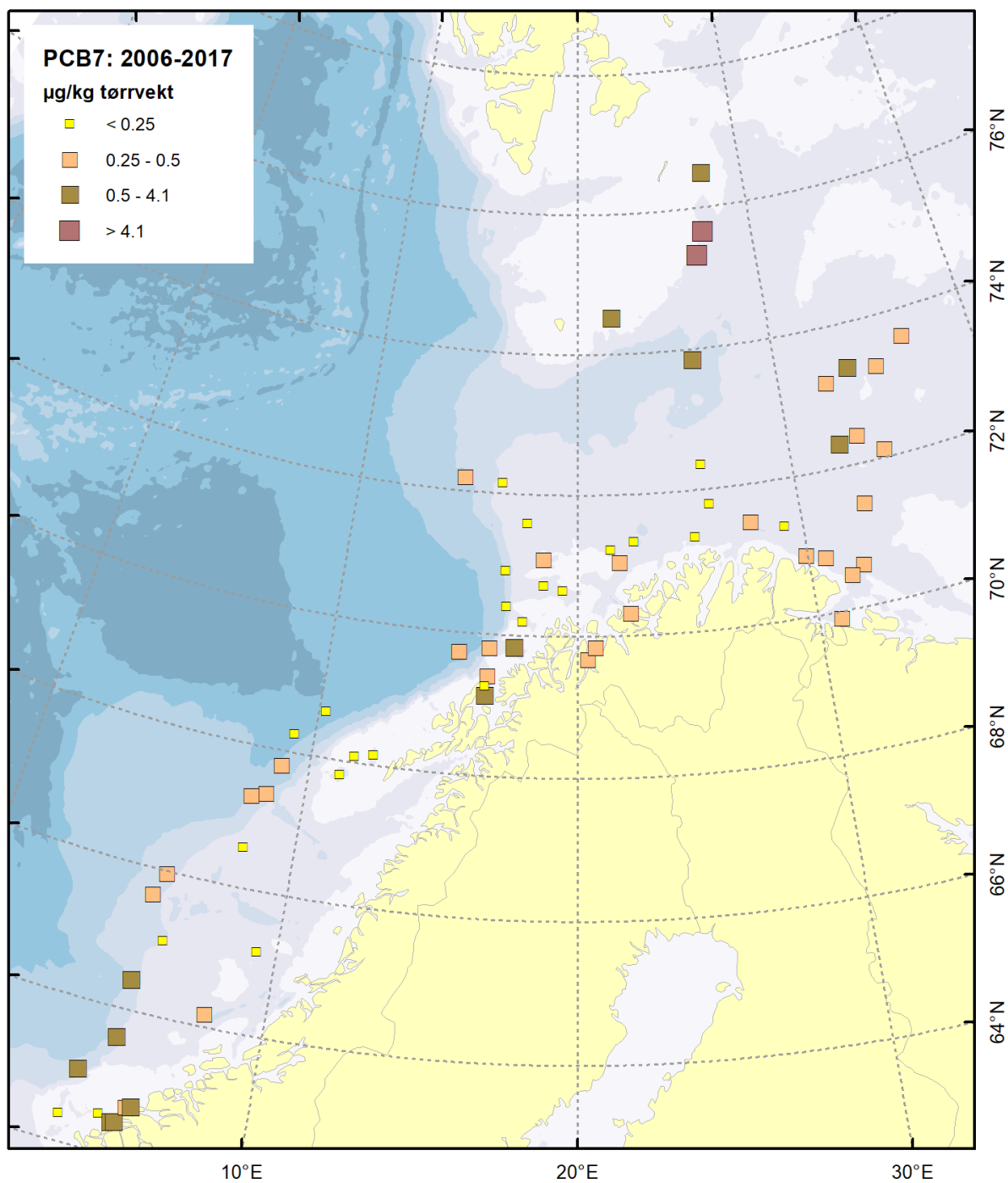
### 3.4. Nivåer av polyklorerte bifenyler (PCB) og organiske klorerte pesticider (OCP) i overflatesedimenter

Oppsummering av PCB- og OCP-nivåene funnet i overflatesediment fra 5 lokaliteter i MAREANO området er gitt i tabell 9, og vist for to av stoffgruppene på kart i figurene 11 og 12. Alle resultater for PCB og OCP i overflatesedimenter er gitt i Vedlegg D.

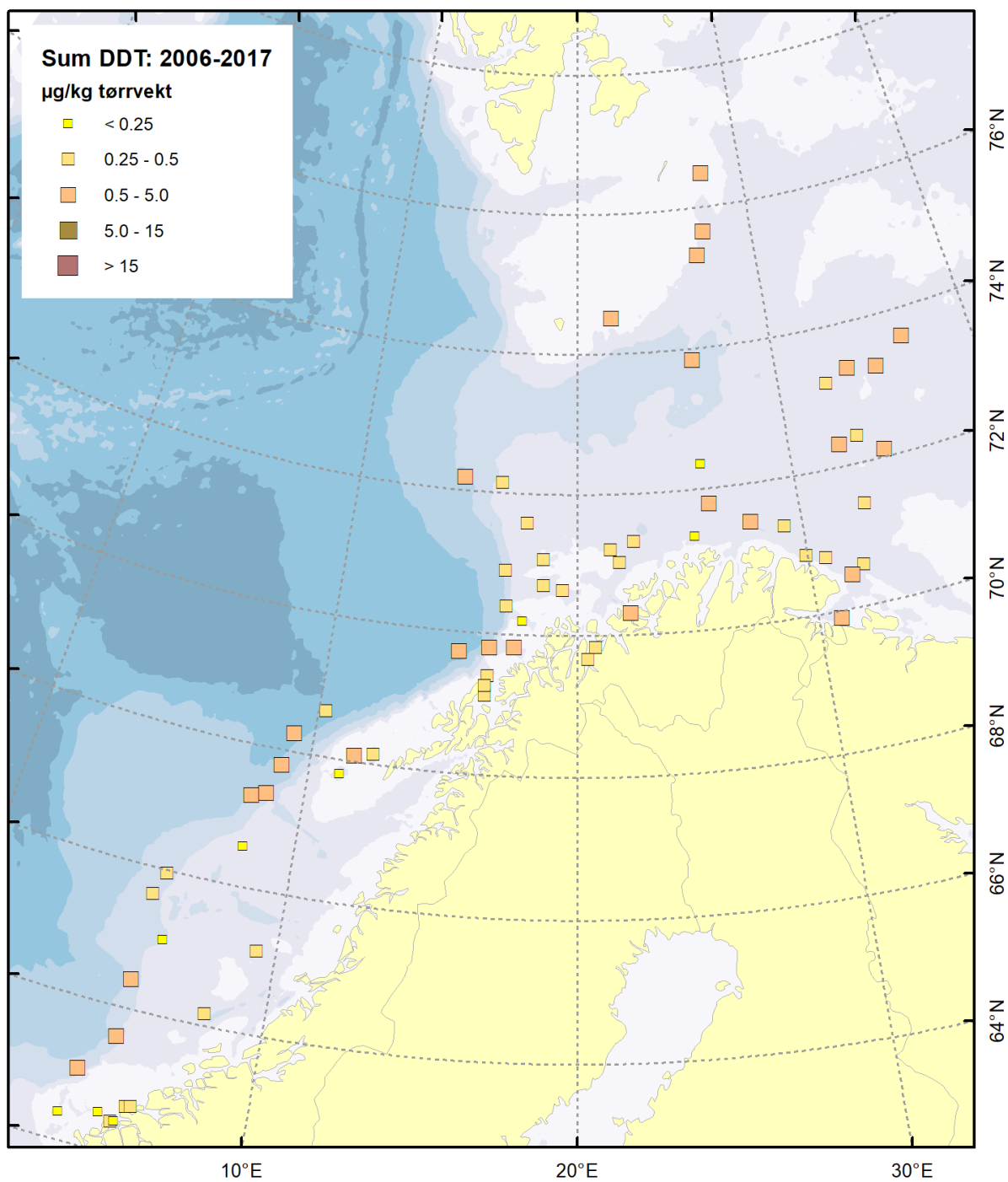
**Tabell 9. Nivåer av PCB og OCP i overflatesedimenter fra 5 lokaliteter i MAREANO-området. Miljødirektoratets tilstandsklasser er vist med farge i samsvar med tabell 4.**

Nivå <i>µg/kg t.v.</i>	PCB7	Sum 10 PCB	Sum DDT	γ-HCH (lindan)	Sum HCH	HCB	TNC	Dieldrin
R1613 MC10	3,3	4,5	2,4	0,28	1,2	0,50	<0,02	0,40
R1636 MC14	6,3	9,5	2,4	0,22	2,1	0,86	0,04	2,7
R1642 BX15	6,8	9,9	2,5	0,28	1,3	1,1	0,04	2,5
R1663 BX22	2,9	5,6	0,97	0,17	1,4	0,41	0,03	0,43
R1698 MC3	3,7	4,8	3,0	0,21	0,57	0,59	0,03	0,34
<b>Gjennomsnitt</b>	<b>4,6</b>	<b>6,8</b>	<b>2,3</b>	<b>0,23</b>	<b>1,3</b>	<b>0,69</b>	<b>0,03</b>	<b>1,3</b>

Nivåene av de fleste stoffene i alle undersøkte prøver ligger noe høyere enn det som ble funnet i andre deler av MAREANO-området tidligere, med unntak av TNC som ligger omtrent like lavt som andre steder (se Boitsov mfl. 2016). Ifølge tilstandsklassene etablert av Miljødirektoratet for disse stoffene i sedimenter (Miljødirektoratet 2016), ligger ΣDDT og HCB i klasse II (AA-EQS) i alle prøver. Lindan ligger også relativt lavt i alle prøver, men på grunn av at grensen til tilstandsklasse III ligger mye lavere for lindan enn for andre klorerte miljøgifter, ved 0,074 µg/kg tørrvekt (se tabell 4), kommer nivåene ved alle stasjoner i tilstandsklasse III (MAC-EQS). Også for PCB7 er det to stasjoner der nivåene kommer rett over grensen til tilstandsklasse III (MAC-EQS). Disse stasjonene, R1636 og R1642, har noe av det høyeste TOC-innholdet som ble funnet, hhv. 2,6% og 3,3% TOC. Det er ellers en klar sammenheng mellom TOC-innholdet og nivåer av PCB og OCP funnet i prøvene. Dette antas å være forklaringen for de relativt høye nivåer sammenlignet med andre områder undersøkt av MAREANO, siden det ikke finnes lokale kilder for disse stoffene i området.



**Figur 11.** Summerte nivåer av PCB7 i overflatesedimenter (0–1 cm) fra MAREANO-området. Stasjonsnumrene for prøvetakingslokalitetene fra 2016-2017 er vist på kart i figur 1.



**Figur 12.** Summerte nivåer av  $p,p'$ -DDT,  $p,p'$ -DDD og  $p,p'$ -DDE ("ΣDDT") i overflatesedimenter (0–1 cm) fra MAREANO-området. Stasjonsnumrene for prøvetakingslokalitetene fra 2016-2017 er vist på kart i figur 1.

#### **IV. Planlagt arbeid**

Prøvetaking i nye deler av MAREANO-området blir videreført, og det er tatt sedimentkjerner på 7 nye lokaliteter høsten 2017, i østlig Barentshav og ved Svalbard. Disse blir analysert for hydrokarboner (PAH, THC), for PBDE og PCB og klorerte pesticider i løpet av 2018. Analyseresultatene er planlagt for rapportering til desember 2018.

En oppfølging av pilotstudien som undersøkte nye typer organiske miljøgifter i 2016 (se egen rapport fra 2016) gjennomføres også i 2018. Oppfølgingen tar for seg to stoffgrupper, PFAS og alkylfenoler samt bisfenol A, i overflateprøver fra Barentshavet samlet inn i 2017 og i tidligere år. Dette planlegges for rapportering til slutten av oktober 2018.

## V. Konklusjoner

Ved alle lokaliteter i MAREANO-området i 2016-2017 ble det funnet relativt høye nivåer av oljerelaterte PAH (NPD). Også nivåer av andre PAH og THC er høyere enn de fleste andre steder undersøkt av MAREANO tidligere. Dette forklares av naturlige kilder for PAH i områdene rundt Svalbard og knyttes ikke til menneskelig aktivitet. For benzo[*a*]pyren ligger nivåene i Miljødirektoratets klasse II ("AA-EQS"). Sedimentkjernene viser stabile trender uten endring, med dominerende oljerelaterte PAH, som tyder på uendret naturlig tilførsel av hydrokarboner til sedimentene. Når det gjelder bromerte flammehemmere (PBDE), er det påvist kun spormengder i prøvene, tilsvarende Miljødirektoratets tilstandsklasse II (AA-EQS) for de stoffene som det er etablert tilstandsklasser for. For klorerte miljøgifter er nivåene noe høyere, og kommer i enkelte prøver for PCB7, og i alle prøver for lindan i tilstandsklasse III, MAC-EQS, mens andre stoffer ligger i tilstandsklasse II, AA-EQS.

## VI. Referanser

- Berger, M., Löffler, D., Ternes, T., Heininger, P., Ricking, M., Schwarzbauer, J. 2016. The effect of distribution processes on the isomeric composition of hexachlorocyclohexane in a contaminated riverine system. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 13, 995-1008.
- Boitsov, S., Jensen, H.K.B., Klungsøyr, J. 2009. Geographical variations in hydrocarbon levels in sediments from the Western Barents Sea. *Norwegian Journal of Geology*, 89, 91-100.
- Boitsov, S., Jensen, H.K.B., Klungsøyr, J. 2011. Undersøkelser av hydrokarboner i sedimenter fra MAREANO-området 2006-2009. *Fisken og havet 4-2011*, 82 s.
- Boitsov, S., Petrova, V., Jensen, H.K.B., Kursheva, A., Litvinenko, I., Klungsøyr, J. 2013. Sources of polycyclic hydrocarbons in marine sediments from southern and northern areas of the Norwegian continental shelf. *Marine Environmental Research*, 87-88: 73-84.
- Boitsov, S., Nesje, G., Klungsøyr, J. 2016. Kartlegging av klorerte miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området. Rapport fra Havforskningen 4-2016, 27 s. Også tilgjengelig på <http://www.mareano.no/resultater/geokjemirapporter>
- Dahle, S., Savinov, V., Petrova, V., Klungsøyr, J., Savinova, T., Batova, G. & Kursheva, A. 2006. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Norwegian and Russian Arctic marine sediments: concentrations, geographical distribution and sources. *Norwegian Journal of Geology*, 86, 41-50.
- Everaert, G., Ruus, A., Hjermann, D.Ø., Borgå, K., Green, N., Boitsov, S., Jensen, H., Poste, A. 2017. Additive models reveal sources of metals and organic pollutants in Norwegian marine sediments. *Environmental Science and Technology*, 51, 12764-12773.
- Heldal, H.E., Varskog, P., Føyn, L. 2002. Distribution of selected anthropogenic radionuclides (<sup>137</sup>Cs, <sup>238</sup>Pu, <sup>239</sup>, <sup>240</sup>Pu and <sup>341</sup>Am) in marine sediments with emphasis on the Spitsbergen-Bear Island area. *Science of the Total Environment*, 293, 233-245.
- Jensen, H.K.B., Boitsov, S., Finne, T.E., Klungsøyr, J., Knies, J. 2009. Physical and chemical traces of anthropogenic influence at the seabed and in the sediments in Ingøydjupet, Southern Barents Sea. *Norwegian Journal of Geology*, 89, 101-108.
- Miljødirektoratet. 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratets rapport M-608, 2016. 26 s. Tilgjengelig på <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M608/M608.pdf>
- Neff, J.M. 2002. Bioaccumulation in marine organisms. Elsevier, Oxford. 452 s.
- OSPAR. 2009. Assessment of impacts of offshore oil and gas activities in the North-East Atlantic. OSPAR Commission 453/2009. 39 s.
- Zaborska, A., Carroll, J., Papucci, C., Torricelli, L., Carroll, M.L., Walkusz-Miotk, J., Pempkowiak, J. 2008. Recent sediment accumulation rates for the Western margin of the Barents Sea. *Deep-Sea Research II*, 55, 2352-2360.



**Vedlegg A. Resultater av PAH målinger i sedimentkjerner fra 14 lokaliteter**

Forkortelser: NAP – naftalen, BIP – bifenyl, ACY – acenaftalen, ACE – acenaften, DBF – dibenzofuran, FLU – fluoren, PHE – fenantren, ANT – antracen, DBT – dibenzotiofen, FLT – fluoranten, PYR – pyren, BAA – benz[*a*]antracen, CHR – krysen, BBF – benzo[*b*]fluoranten, BKF – benzo[*k*]fluoranten, BJF - benzo[*j*]fluoranten, BEP - benzo[*e*]pyren, BAP – benzo[*a*]pyren, PER – perylen, IND – indeno[1,2,3-*cd*]pyren, DBA – dibenz[*a,h*]antracen, BGP – benzo[*ghi*]perylene, Me – metyl, Et – etyl, Pr – propyl, DiMe – dimetyl, TMe – trimetyl, TeMe – tetrametyl.

Nivåer under kvantifiseringsgrensen på 0,5 µg/kg tørrvekt angis som "<0,5".

*(Fortsetter på neste side)*

Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i  
sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

---

<b>R1582 BX07 /cm</b>	0-1
NAP	67
2-MeNAP	137
1-MeNAP	139
BIP	19
2,6-DiMeNAP	46
1,3-DiMeNAP	157
2,3-DiMeNAP	40
1,4-DiMeNAP	18
ACY	1,4
ACE	1,3
DBF	33
1,3,7-TMeNAP	41
2,3,5-TMeNAP	45
1,2,3-TMeNAP	12
1,4,6,7-TeMeNAP	5,9
1,2,5,6-TeMeNAP	38
FLU	16
1-MeFLU	30
9-EtFLU	<0,5
DBT	16
PHE	166
ANT	3,9
4-MeDBT	17
3-MePHE	68
2-MePHE	78
9-MePHE	87
1-MePHE	67
4-EtDBT	2,0
3,6-DMePHE	9,1
4-PrDBT	1,6
1,7-DiMePHE	64
1,2-DiMePHE	15
2,6,9-TMePHE	23
1,2,6-TMePHE	12
1,2,7-TMePHE	6,5
1,2,6,9-TeMePHE	2,8
FLT	22
PYR	35
BAA	14
CHR	37
BBF	202
BKF	40
BJF	40
BEP	216
BAP	44
PER	96
IND	24
DBA	6,0
BGP	57

Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i  
sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

R1613 MC10 /cm	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	24-25	26-27	28-29	30-31	32-33
NAP	225	231	238	223	216	217	201	204	207	201	212	205	210	208	221	205	202
2-MeNAP	464	515	525	508	496	478	456	460	460	448	464	458	473	454	505	447	443
1-MeNAP	475	516	531	515	500	482	466	460	466	453	474	461	480	461	509	456	448
BIP	56	57	60	57	56	55	51	54	52	52	53	53	53	52	55	51	51
2,6-DiMeNAP	134	107	121	124	98	110	99	95	101	92	103	111	93	105	104	102	99
1,3-DiMeNAP	508	529	557	543	513	515	486	487	496	479	510	488	502	492	534	503	475
2,3-DiMeNAP	132	136	143	138	132	132	125	127	128	123	132	125	130	127	136	130	124
1,4-DiMeNAP	60	62	66	62	61	60	57	58	58	57	60	57	60	58	63	59	57
ACY	3,0	2,4	2,3	2,1	2,1	2,1	1,9	1,9	1,8	1,7	1,9	1,8	1,6	1,7	1,9	1,9	1,8
ACE	4,6	6,2	6,4	6,3	5,5	5,6	5,2	5,3	5,3	5,3	5,8	5,4	4,8	5,2	5,7	5,4	5,1
DBF	80	79	81	75	77	75	69	74	72	71	75	68	71	69	77	73	71
1,3,7-TMeNAP	149	154	153	157	155	151	143	153	145	142	151	143	152	142	156	148	136
2,3,5-TMeNAP	143	139	151	145	137	141	130	133	135	131	140	132	137	135	143	140	131
1,2,3-TMeNAP	34	32	36	34	32	33	31	32	33	31	34	32	34	33	35	35	32
1,4,6,7-TeMeNAP	16	14	15	15	14	14	13	14	14	14	15	14	15	14	15	15	14
1,2,5,6-TeMeNAP	101	91	102	98	93	97	88	91	94	89	97	91	96	96	101	98	92
FLU	78	82	88	84	83	82	77	78	75	72	77	72	74	68	78	70	66
1-MeFLU	111	116	128	123	121	119	111	112	112	106	117	106	110	104	117	106	99
9-EtFLU	1,4	1,9	2,1	2,1	1,9	2,3	1,8	1,8	1,8	1,7	1,9	1,8	1,9	1,6	2,0	1,6	1,5
DBT	32	31	34	32	31	31	29	30	30	28	31	29	30	29	33	29	28
PHE	345	347	369	359	352	347	327	328	329	321	345	319	333	320	359	324	312
ANT	4,2	4,2	4,1	4,5	4,1	4,4	3,5	4,0	3,1	3,9	4,4	3,3	3,6	3,9	3,9	3,4	3,5
4-MeDBT	31	31	33	32	32	31	30	30	30	29	32	30	31	30	34	31	29
3-MePHE	152	153	167	164	158	158	149	150	151	144	158	146	153	148	165	149	142
2-MePHE	170	169	181	178	174	172	164	166	166	158	173	161	167	161	180	164	158
9-MePHE	199	197	216	208	204	203	191	190	190	183	202	183	194	182	207	188	179
1-MePHE	134	129	141	141	135	132	129	125	128	121	135	125	129	125	138	125	119
4-EtDBT	4,3	4,3	4,7	4,2	4,6	4,0	4,4	4,3	3,9	4,2	4,5	4,4	4,4	4,1	4,7	4,7	3,9
3,6-DMePHE	18	21	23	23	22	22	21	21	21	20	22	21	22	21	23	21	20
4-PrDBT	2,4	2,5	2,6	2,7	2,4	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,7	2,4	2,6	2,4	2,8	2,6	2,4
1,7-DiMePHE	123	121	132	132	127	127	122	121	123	118	128	119	124	120	134	123	116
1,2-DiMePHE	30	30	33	32	31	32	31	30	31	29	32	29	31	30	33	31	29
2,6,9-TMePHE	34	38	40	39	37	36	28	37	38	32	41	28	43	40	43	41	38
1,2,6-TMePHE	23	21	24	25	23	23	22	21	23	22	24	22	23	23	25	23	22
1,2,7-TMePHE	12	12	13	13	13	13	12	12	13	12	13	12	13	12	14	13	12
1,2,6,9-TeMePHE	4,2	4,7	5,0	6,1	4,2	4,2	4,3	4,7	5,3	4,6	5,1	5,9	16	5,4	5,9	4,8	5,1
FLT	45	45	46	43	40	41	40	41	39	39	41	38	40	38	41	37	36
PYR	62	61	64	63	62	62	60	60	62	61	65	62	61	60	71	63	63
BAA	17	17	18	16	14	16	16	16	17	16	17	16	17	18	19	18	18
CHR	59	60	61	54	49	53	49	57	52	52	46	47	42	58	47	51	43
BBF	73	71	77	74	72	72	68	72	67	66	70	69	72	71	78	72	71
BKF	12	11	11	10	9,3	9,5	9,3	9,5	8,7	8,2	8,6	8,7	9,0	9,5	10	9,4	8,9
BJF	13	12	12	11	11	11	10	11	9,5	9,2	9,5	9,7	10	11	11	10	10
BEP	108	109	122	118	120	117	108	112	110	107	116	113	117	113	125	115	114
BAP	22	22	23	22	21	21	21	21	21	21	21	21	22	22	24	22	22
PER	25	24	26	27	28	27	27	27	28	28	28	28	29	29	32	29	29
IND	23	22	22	21	19	20	19	20	18	19	19	17	20	21	21	19	18
DBA	7,0	6,5	6,8	6,4	6,0	6,0	6,3	6,4	6,5	6,3	6,6	6,4	6,7	7,3	7,5	6,5	6,6
BGP	92	97	110	103	106	100	95	101	98	96	104	98	108	103	113	102	103

Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i  
sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

R1627 BX12 /cm	0-1	1-2	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	24-25	26-27
NAP	156	152	157	150	136	145	151	148	156	150	153	150	155	155	159
2-MeNAP	350	357	364	309	319	355	363	360	377	369	380	366	384	396	413
1-MeNAP	374	377	373	321	334	368	379	376	391	382	394	382	398	415	432
BIP	48	49	48	40	42	46	47	48	50	51	52	48	54	55	59
2,6-DiMeNAP	123	106	98	74	76	110	94	94	98	105	99	113	107	106	109
1,3-DiMeNAP	423	423	419	355	377	410	425	425	433	438	451	444	451	473	492
2,3-DiMeNAP	103	101	105	89	94	101	105	105	107	108	111	108	110	115	120
1,4-DiMeNAP	49	49	48	42	45	48	49	49	50	50	52	52	51	54	55
ACY	2,5	2,3	1,8	1,5	1,6	2,0	1,8	2,0	1,7	1,6	1,7	1,7	1,8	1,7	1,9
ACE	4,0	4,6	4,8	3,8	4,3	5,5	4,7	4,7	4,7	5,0	4,8	4,7	5,1	5,2	5,3
DBF	61	64	58	50	55	58	58	56	57	56	58	55	58	60	63
1,3,7-TMeNAP	119	114	131	94	115	120	131	132	130	133	137	134	137	143	143
2,3,5-TMeNAP	116	115	113	96	103	110	112	115	114	118	121	118	119	125	129
1,2,3-TMeNAP	28	27	27	21	25	23	28	26	24	30	28	28	28	29	29
1,4,6,7-TeMeNAP	13	13	12	10	11	13	13	12	12	13	12	12	13	13	12
1,2,5,6-TeMeNAP	82	82	79	67	72	75	78	76	77	79	80	78	77	80	81
FLU	64	63	66	56	61	68	66	64	65	67	68	69	74	77	81
1-MeFLU	94	93	95	84	89	101	98	97	100	99	103	101	107	118	121
2-EtFLU	1,5	1,8	1,6	1,6	1,8	2,2	1,9	2,0	2,1	1,9	2,1	2,2	2,0	2,2	2,5
DBT	27	26	26	22	21	23	25	25	27	26	27	26	26	28	28
PHE	286	286	280	240	257	291	282	281	287	286	296	289	300	317	330
ANT	4,5	3,8	4,2	3,3	3,6	4,1	3,6	3,7	3,5	3,3	3,1	3,0	3,4	4,0	3,7
4-MeDBT	29	29	28	25	26	28	29	28	30	30	31	30	30	33	33
3-MePHE	136	134	133	115	125	143	140	137	139	139	144	142	147	157	162
2-MePHE	152	150	147	127	137	156	151	149	155	156	160	158	163	177	181
9-MePHE	173	170	168	149	160	178	173	168	172	172	178	174	179	195	198
1-MePHE	120	118	112	96	103	121	116	113	115	116	119	117	119	125	132
4-EtDBT	4,2	4,3	4,1	3,5	3,8	3,9	3,4	3,3	3,3	4,3	3,5	4,0	4,3	3,7	4,2
3,6-DiMePHE	18	19	19	17	18	20	20	19	20	20	21	21	21	23	24
4-PrDBT	2,4	2,5	2,3	2,0	2,1	2,4	2,4	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,4	2,6	2,7
1,7-DiMePHE	112	110	107	95	102	116	113	111	113	114	118	116	118	127	127
1,2-DiMePHE	28	27	26	23	24	27	26	26	27	27	28	27	27	28	29
2,6,9-TMePHE	31	26	34	29	33	38	34	36	37	35	37	36	37	39	42
1,2,6-TMePHE	20	20	19	17	18	21	21	20	21	21	22	21	21	23	23
1,2,7-TMePHE	11	10	10	9,1	9,3	11	11	11	12	11	12	11	11	12	12
1,2,6,9-TeMePHE	4,3	4,6	3,7	3,3	3,6	4,6	3,8	3,9	4,1	3,7	4,0	4,0	13,5	4,5	4,5
FLT	52	55	56	46	48	44	43	38	36	36	35	34	34	35	37
PYR	58	59	57	49	54	60	61	60	63	64	63	60	61	64	67
BAA	21	21	21	17	15	16	18	18	20	19	19	18	18	19	18
CHR	65	64	53	40	26	40	42	42	48	48	51	36	48	52	64
BBF	90	89	89	79	86	92	81	79	74	76	76	74	78	77	80
BKF	17	17	17	14	13	12	11	9,7	10	11	11	10	10	10	10
BJF	18	18	19	16	16	15	13	12	11	11	11	11	11	11	11
BEP	109	107	111	99	114	125	115	116	112	114	115	111	117	120	128
BAP	25	24	24	21	19	21	21	22	22	23	23	22	22	23	23
PER	46	46	44	41	44	47	47	46	46	46	44	42	41	38	36
IND	34	37	34	28	25	24	23	22	21	22	22	21	21	20	21
DBA	8,4	8,2	7,9	6,5	5,1	5,3	6,3	6,3	7,5	7,7	8,1	7,3	7,2	7,5	7,5
BGP	97	98	108	89	84	86	95	100	105	112	113	102	110	108	117

Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i  
sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

R1636 MC14 /cm	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	24-25	26-27	28-29	30-31
NAP	106	109	189	118	148	115	73	116	115	115	104	146	138	280	245	194
2-MeNAP	182	252	328	278	273	276	167	276	285	152	300	301	418	676	693	1692
1-MeNAP	214	270	347	298	287	297	181	298	305	308	319	320	445	712	732	526
BIP	34	33	42	37	37	36	22	37	37	38	43	41	61	100	108	74
2,6-DiMeNAP	109	68	86	109	70	75	40	70	71	72	78	77	114	142	129	146
1,3-DiMeNAP	340	305	393	342	336	348	206	354	354	330	379	364	534	828	2429	627
2,3-DiMeNAP	85	76	96	83	83	86	51	88	88	46	94	88	130	201	577	151
1,4-DiMeNAP	42	37	47	40	40	42	26	43	43	22	45	42	60	91	261	70
ACY	2,4	1,4	1,8	2,0	1,4	1,6	0,7	1,6	2,0	1,5	1,6	1,8	1,9	3,2	2,9	2,7
ACE	3,3	3,9	5,0	4,4	3,9	4,2	2,3	4,0	4,2	4,1	4,2	4,5	5,6	10,1	3,1	7,7
DBF	48	43	54	46	47	47	28	48	47	47	51	18	60	109	40	86
1,3,7-TMeNAP	102	93	117	208	90	92	57	113	96	57	121	106	304	250	256	196
2,3,5-TMeNAP	108	84	107	93	94	95	57	99	99	52	105	36	396	221	225	168
1,2,3-TMeNAP	27	22	27	22	22	28	15	26	29	12	26	9,3	95	107	49	38
1,4,6,7-TeMeNAP	14	9,6	13	11	11	11	7,1	12	12	6,1	11	4,0	41	62	23	17
1,2,5,6-TeMeNAP	97	70	88	77	78	78	49	79	81	41	179	26	274	339	133	106
FLU	42	46	60	50	48	50	29	49	49	50	55	52	83	370	150	117
1-MeFLU	65	69	88	73	73	77	44	77	78	79	200	82	125	535	218	171
9-EtFLU	0,9	1,2	1,8	1,6	1,4	1,6	1,0	1,6	1,6	1,6	4,3	1,6	2,5	12	4,7	3,7
DBT	20	20	26	22	21	22	13	22	22	22	24	22	31	47	45	33
PHE	208	210	268	224	221	228	130	225	231	234	252	238	361	573	580	445
ANT	4,7	4,0	5,2	4,2	4,5	4,1	2,4	3,7	3,8	3,6	3,8	3,6	4,4	6,8	7,1	4,7
4-MeDBT	23	23	30	25	25	26	16	26	26	26	28	27	36	53	52	42
3-MePHE	103	103	133	113	110	116	68	113	119	119	126	120	175	278	279	223
2-MePHE	113	113	143	122	119	125	73	124	128	130	141	132	195	318	314	245
9-MePHE	132	129	166	138	134	145	85	140	146	144	155	145	218	350	351	278
1-MePHE	92	88	112	97	94	97	58	96	102	100	105	99	143	224	230	181
4-EtDBT	3,4	3,6	4,5	3,5	3,5	3,8	2,5	3,8	3,8	3,3	16,2	3,5	4,9	7,2	7,3	5,8
3,6-DMePHE	13	15	20	17	16	17	11	17	18	17	19	18	25	39	39	33
4-PrDBT	2,1	2,0	2,4	2,3	2,2	2,2	1,5	2,2	2,3	2,3	2,3	2,2	2,8	4,2	3,9	3,7
1,7-DiMePHE	89	88	112	94	93	98	59	95	96	99	104	95	139	219	218	175
1,2-DiMePHE	23	22	28	23	23	24	15	24	24	24	24	22	33	50	49	38
2,6,9-TMePHE	28	26	35	31	29	30	19	29	31	29	33	30	15	61	58	56
1,2,6-TMePHE	17	16	20	18	17	18	11	17	19	17	19	18	9,3	39	39	32
1,2,7-TMePHE	9,2	8,9	11	9,8	9,2	9,8	6,1	9,4	10	9,6	9,1	9,3	4,9	17	21	16
1,2,6,9-TeMePHE	4,0	3,2	3,9	4,1	3,0	3,2	2,4	3,8	3,1	3,9	3,2	3,5	1,6	6,1	7,5	5,3
FLT	54	55	72	67	66	52	30	41	41	38	37	33	112	66	64	51
PYR	54	53	67	60	59	57	40	59	60	61	66	63	83	128	126	97
BAA	23	23	29	26	25	21	13	21	21	21	21	20	24	28	29	20
CHR	51	54	56	57	40	37	24	35	36	46	41	45	58	110	103	54
BBF	92	94	116	108	98	80	52	70	72	73	77	72	93	106	260	124
BKF	20	20	25	24	21	15	8,0	11	11	11	11	10	12	13	31	13
BJF	21	24	27	26	23	16	8,2	10	11	11	11	10	12	13	32	17
BEP	99	102	127	115	110	101	70	98	102	104	113	107	150	199	206	193
BAP	25	26	32	29	27	25	16	23	24	24	24	22	28	33	31	27
PER	60	60	70	65	63	65	47	65	67	65	59	50	49	29	25	40
IND	41	42	55	50	43	32	17	22	22	24	24	22	27	32	30	27
DBA	9,0	9,1	11	10	9,5	8,5	5,1	7,6	7,7	8,0	8,3	7,7	10	13	12	7,5
BGP	97	108	141	122	116	109	68	102	105	112	242	104	154	214	202	134

Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i  
sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

R1642 BX15 /cm	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21
NAP	132	124	135	119	69	110	113	110	138	125	135
2-MeNAP	294	317	298	307	87	125	305	134	1024	875	319
1-MeNAP	328	342	323	332	94	137	332	145	1085	324	343
BIP	39	41	41	40	35	37	40	40	42	38	41
2,6-DiMeNAP	107	87	87	83	65	79	80	88	94	87	108
1,3-DiMeNAP	373	393	384	384	110	361	393	558	391	379	389
2,3-DiMeNAP	90	106	95	96	28	99	99	103	98	94	97
1,4-DiMeNAP	47	109	46	47	14	41	48	42	48	46	48
ACY	2,7	2,0	1,8	1,8	1,7	0,7	2,2	1,9	1,8	1,8	2,1
ACE	4,7	5,1	5,1	3,8	4,8	3,2	3,8	5,5	5,5	5,2	6,6
DBF	55	57	55	130	57	38	125	61	55	52	56
1,3,7-TMeNAP	109	371	127	109	33	47	111	54	107	111	109
2,3,5-TMeNAP	105	334	109	321	32	45	241	47	111	107	109
1,2,3-TMeNAP	28	86	29	85	8,7	12	88	13	25	29	28
1,4,6,7-TeMeNAP	13	40	13	39	3,8	5,6	46	5,7	14	13	13
1,2,5,6-TeMeNAP	97	282	97	284	28	40	329	41	97	92	93
FLU	54	63	55	167	56	56	53	60	55	52	16
1-MeFLU	81	90	84	249	85	86	88	92	85	80	24
2-EtFLU	1,3	1,8	1,4	5,0	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,7	0,5
DBT	25	25	24	24	21	23	24	26	25	24	24
PHE	257	260	252	258	251	258	258	273	257	244	255
ANT	5,6	5,7	3,9	5,2	4,9	5,5	4,5	5,2	4,7	4,4	5,6
4-MeDBT	29	11	59	29	27	28	28	31	29	28	28
3-MePHE	128	48	353	133	130	133	127	141	132	126	122
2-MePHE	139	52	392	140	138	144	138	151	142	136	131
9-MePHE	162	60	430	163	159	165	153	172	161	154	46
1-MePHE	115	41	294	110	108	113	104	119	110	106	32
4-EtDBT	4,5	1,7	14	3,5	4,0	4,4	4,4	4,2	3,6	3,6	1,1
3,6-DMePHE	17	7,3	19	20	19	21	6,2	21	20	19	5,8
4-PrDBT	2,7	1,0	2,5	2,6	6,1	2,7	0,8	2,7	2,6	2,6	0,7
1,7-DiMePHE	113	42	111	113	310	117	35	119	111	107	32
1,2-DiMePHE	28	10	28	28	77	29	8,7	29	29	27	7,9
2,6,9-TMePHE	35	12	37	35	101	36	11	37	76	35	10
1,2,6-TMePHE	22	7,7	21	21	60	22	6,4	22	67	21	6,0
1,2,7-TMePHE	12	4,2	12	12	34	12	3,5	12	36	11	3,2
1,2,6,9-TeMePHE	4,1	1,5	4,1	4,2	4,2	4,0	1,3	4,3	15	4,7	1,3
FLT	70	78	72	71	63	62	59	60	19	46	47
PYR	68	74	67	70	64	68	68	74	65	64	68
BAA	31	31	28	28	8,0	63	25	68	7,6	23	23
CHR	67	61	52	55	14	82	48	142	14	41	50
BBF	108	112	104	101	105	283	91	90	84	56	80
BKF	23	23	21	19	18	46	15	14	13	8,1	12
BJF	24	25	23	21	21	53	16	16	14	22	12
BEP	118	127	123	124	129	346	121	122	116	240	112
BAP	31	33	31	30	26	52	28	29	28	59	26
PER	62	65	63	63	60	63	65	68	65	44	59
IND	50	50	43	41	37	34	33	32	28	25	24
DBA	11	12	11	10	7,1	8,4	9,1	9,8	9,2	8,4	8,4
BGP	123	141	134	131	109	120	128	136	127	113	112

## Undersøgelser af hydrokarboner og organiske miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

---

<b>R1649 BX16 /cm</b>	0-1
NAP	122
2-MeNAP	277
1-MeNAP	312
BIP	37
2,6-DiMeNAP	94
1,3-DiMeNAP	365
2,3-DiMeNAP	89
1,4-DiMeNAP	46
ACY	2,4
ACE	4,2
DBF	56
1,3,7-TMeNAP	113
2,3,5-TMeNAP	106
1,2,3-TMeNAP	30
1,4,6,7-TeMeNAP	15
1,2,5,6-TeMeNAP	113
FLU	52
1-MeFLU	77
9-EtFLU	1,3
DBT	25
PHE	249
ANT	6,8
4-MeDBT	29
3-MePHE	127
2-MePHE	135
9-MePHE	159
1-MePHE	114
4-EtDBT	4,8
3,6-DMePHE	18
4-PrDBT	2,9
1,7-DiMePHE	117
1,2-DiMePHE	30
2,6,9-TMePHE	37
1,2,6-TMePHE	23
1,2,7-TMePHE	12
1,2,6,9-TeMePHE	4,4
FLT	72
PYR	73
BAA	33
CHR	67
BBF	108
BKF	22
BJF	24
BEP	119
BAP	32
PER	66
IND	51
DBA	12
BGP	130

## Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

---

<b>R1653 MC15 /cm</b>	0-1
NAP	68
2-MeNAP	146
1-MeNAP	166
BIP	20
2,6-DiMeNAP	50
1,3-DiMeNAP	199
2,3-DiMeNAP	48
1,4-DiMeNAP	26
ACY	1,9
ACE	3,0
DBF	31
1,3,7-TMeNAP	61
2,3,5-TMeNAP	61
1,2,3-TMeNAP	18
1,4,6,7-TeMeNAP	9,3
1,2,5,6-TeMeNAP	65
FLU	24
1-MeFLU	39
9-EtFLU	0,5
DBT	15
PHE	145
ANT	5,3
4-MeDBT	19
3-MePHE	71
2-MePHE	77
9-MePHE	91
1-MePHE	68
4-EtDBT	3,3
3,6-DMePHE	9,7
4-PrDBT	2,1
1,7-DiMePHE	70
1,2-DiMePHE	19
2,6,9-TMePHE	25
1,2,6-TMePHE	14
1,2,7-TMePHE	7,7
1,2,6,9-TeMePHE	3,6
FLT	45
PYR	50
BAA	24
CHR	51
BBF	110
BKF	26
BJF	27
BEP	98
BAP	28
PER	91
IND	45
DBA	8,8
BGP	84



## Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

---

<b>R1661 BX19 /cm</b>	0-1
NAP	36
2-MeNAP	74
1-MeNAP	79
BIP	11
2,6-DiMeNAP	29
1,3-DiMeNAP	97
2,3-DiMeNAP	24
1,4-DiMeNAP	11
ACY	1,1
ACE	1,1
DBF	15
1,3,7-TMeNAP	27
2,3,5-TMeNAP	28
1,2,3-TMeNAP	8,2
1,4,6,7-TeMeNAP	4,0
1,2,5,6-TeMeNAP	30
FLU	10
1-MeFLU	16
9-EtFLU	<0,5
DBT	6,7
PHE	74
ANT	2,4
4-MeDBT	8,2
3-MePHE	33
2-MePHE	37
9-MePHE	42
1-MePHE	31
4-EtDBT	1,3
3,6-DMePHE	4,5
4-PrDBT	0,7
1,7-DiMePHE	29
1,2-DiMePHE	7,3
2,6,9-TMePHE	9,9
1,2,6-TMePHE	5,3
1,2,7-TMePHE	2,8
1,2,6,9-TeMePHE	1,1
FLT	25
PYR	26
BAA	15
CHR	28
BBF	100
BKF	27
BJF	27
BEP	68
BAP	21
PER	90
IND	39
DBA	6,4
BGP	49

## Undersøgelser af hydrokarboner og organiske miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

---

<b>R1663 BX22 /cm</b>	0-1
NAP	33
2-MeNAP	76
1-MeNAP	73
BIP	12
2,6-DiMeNAP	16
1,3-DiMeNAP	318
2,3-DiMeNAP	88
1,4-DiMeNAP	43
ACY	0,9
ACE	1,5
DBF	12
1,3,7-TMeNAP	108
2,3,5-TMeNAP	98
1,2,3-TMeNAP	25
1,4,6,7-TeMeNAP	13
1,2,5,6-TeMeNAP	79
FLU	12
1-MeFLU	18
9-EtFLU	<0,5
DBT	5,9
PHE	66
ANT	2,3
4-MeDBT	8,1
3-MePHE	32
2-MePHE	35
9-MePHE	42
1-MePHE	29
4-EtDBT	1,2
3,6-DMePHE	5,3
4-PrDBT	0,7
1,7-DiMePHE	29
1,2-DiMePHE	6,2
2,6,9-TMePHE	9,5
1,2,6-TMePHE	5,3
1,2,7-TMePHE	2,8
1,2,6,9-TeMePHE	1,0
FLT	20
PYR	23
BAA	14
CHR	23
BBF	81
BKF	21
BJF	22
BEP	55
BAP	16
PER	72
IND	37
DBA	6,0
BGP	47

Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i  
sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

R1676 MC01 /cm	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	24-25	26-27	28-29	30-31
NAP	240	227	263	242	251	234	231	238	228	247	232	221	211	211	197	207
2-MeNAP	603	565	642	584	632	580	586	591	576	611	585	583	564	546	549	492
1-MeNAP	585	550	621	566	612	559	573	576	562	606	580	578	556	542	526	504
BIP	111	107	122	112	120	108	114	113	109	115	109	108	106	100	99	94
2,6-DiMeNAP	158	171	209	192	190	172	200	199	181	214	211	204	194	179	197	190
1,3-DiMeNAP	651	656	744	686	712	661	690	694	676	720	691	688	669	642	648	641
2,3-DiMeNAP	151	155	174	162	169	156	160	161	158	169	163	161	156	150	151	152
1,4-DiMeNAP	72	71	80	74	80	72	73	74	73	77	75	74	72	70	68	72
ACY	2,4	2,0	2,5	2,3	2,5	2,2	2,3	2,2	1,6	3,3	3,3	3,3	2,6	2,1	2,3	2,8
ACE	7,4	5,7	6,5	23	5,9	5,8	6,6	6,7	6,2	7,7	7,5	6,5	6,2	5,5	5,5	6,0
DBF	90	87	98	94	101	97	96	95	99	100	99	93	91	91	78	83
1,3,7-TMeNAP	205	199	228	231	242	198	206	221	233	225	217	222	200	212	202	205
2,3,5-TMeNAP	157	161	184	171	178	164	168	170	166	178	174	170	167	159	157	165
1,2,3-TMeNAP	31	32	36	34	33	32	33	33	32	35	34	33	33	31	30	33
1,4,6,7-TeMeNAP	15	16	19	17	16	16	19	19	16	20	18	17	18	16	15	18
1,2,5,6-TeMeNAP	90	92	104	97	89	93	95	95	94	102	99	96	95	89	84	98
FLU	122	117	132	125	140	130	132	132	132	142	139	130	125	118	107	106
1-MeFLU	176	164	186	175	197	186	191	193	188	202	197	187	182	170	160	155
9-EtFLU	3,0	3,0	3,3	3,1	3,1	3,1	3,3	3,2	3,2	3,7	3,7	3,4	3,2	3,0	2,8	2,9
DBT	45	42	47	43	46	40	40	41	40	43	39	39	38	39	37	38
PHE	510	481	546	506	551	521	537	536	533	574	554	533	516	482	455	455
ANT	6,0	6,8	8,0	7,0	5,2	5,6	6,9	6,9	7,0	7,2	7,2	6,3	6,2	5,6	6,0	4,9
4-MeDBT	60	56	64	58	62	57	58	59	57	61	58	57	56	54	53	52
3-MePHE	260	248	282	266	288	277	287	285	283	300	296	287	273	255	255	246
2-MePHE	306	288	329	306	328	319	327	331	325	350	337	328	316	296	292	287
9-MePHE	290	268	305	286	317	302	307	307	307	327	320	311	299	278	265	265
1-MePHE	196	188	215	198	212	206	215	214	207	228	222	216	209	195	186	186
4-EtDBT	7,3	6,9	6,9	7,1	8,2	7,1	6,2	6,4	7,3	7,1	6,8	6,5	6,2	5,6	6,3	6,5
3,6-DMePHE	42	39	45	41	45	44	46	45	45	48	48	46	44	41	42	39
4-PrDBT	3,7	3,7	3,9	3,8	3,8	3,9	4,0	3,6	3,6	4,2	4,1	3,4	3,3	3,4	3,3	3,3
1,7-DiMePHE	198	186	212	197	209	206	216	211	208	225	223	217	208	192	192	186
1,2-DiMePHE	38	37	42	40	42	41	42	41	41	44	45	44	42	39	36	36
2,6,9-TMePHE	64	54	66	61	60	63	67	66	67	72	70	71	67	60	62	61
1,2,6-TMePHE	35	31	37	34	34	35	37	36	35	39	39	38	37	33	34	33
1,2,7-TMePHE	17	15	17	16	16	17	18	17	16	18	18	18	17	15	15	16
1,2,6,9-TeMePHE	4,8	4,7	5,6	4,7	4,6	5,3	5,0	6,9	5,0	6,2	6,2	6,4	6,4	4,4	5,2	5,2
FLT	81	89	99	93	93	83	75	70	67	72	67	64	60	62	55	58
PYR	93	91	100	95	98	92	92	91	91	96	91	85	81	86	86	89
BAA	27	28	31	28	21	22	20	19	16	18	17	17	16	17	18	19
CHR	117	118	141	112	93	92	75	70	58	92	61	65	68	91	93	77
BBF	120	121	135	129	134	127	126	117	115	120	126	118	114	99	91	91
BKF	21	24	26	25	23	19	16	14	13	13	13	13	12	11	11	10
BJF	22	25	28	27	26	23	20	16	16	16	16	16	15	13	11	12
BEP	150	143	157	151	163	160	163	159	159	166	174	163	159	143	135	135
BAP	27	26	28	26	25	23	21	21	21	22	20	21	20	20	20	21
PER	30	29	27	21	21	19	18	18	19	20	19	20	19	19	19	20
IND	49	56	64	58	55	45	37	32	29	30	27	29	26	24	23	22
DBA	14	15	17	15	13	11	8,6	8,9	8,8	9,1	6,3	8,3	8,0	8,6	9,8	11
BGP	152	148	168	151	149	131	116	118	120	124	100	113	110	115	122	130

## Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

---

<b>R1689 MC02 /cm</b>	0-1
NAP	185
2-MeNAP	470
1-MeNAP	433
BIP	127
2,6-DiMeNAP	192
1,3-DiMeNAP	549
2,3-DiMeNAP	123
1,4-DiMeNAP	56
ACY	1,9
ACE	6,6
DBF	76
1,3,7-TMeNAP	165
2,3,5-TMeNAP	129
1,2,3-TMeNAP	23
1,4,6,7-TeMeNAP	15
1,2,5,6-TeMeNAP	67
FLU	116
1-MeFLU	158
9-EtFLU	2,7
DBT	40
PHE	448
ANT	5,5
4-MeDBT	58
3-MePHE	252
2-MePHE	292
9-MePHE	247
1-MePHE	172
4-EtDBT	5,8
3,6-DMePHE	41
4-PrDBT	3,2
1,7-DiMePHE	177
1,2-DiMePHE	32
2,6,9-TMePHE	56
1,2,6-TMePHE	30
1,2,7-TMePHE	14
1,2,6,9-TeMePHE	4,6
FLT	78
PYR	74
BAA	20
CHR	83
BBF	99
BKF	15
BJF	16
BEP	120
BAP	21
PER	13
IND	30
DBA	11
BGP	112

Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i  
sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

R1698 MC03 /cm	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	24-25	26-27	28-29	30-31	32-33	34-35	36-37
NAP	192	187	184	187	198	193	190	184	179	174	183	175	185	179	174	173	192	189	196
2-MeNAP	426	420	429	428	444	443	448	419	407	398	418	402	432	405	396	387	440	433	504
1-MeNAP	475	476	479	476	498	496	491	466	452	453	470	453	485	461	448	438	491	487	582
BIP	55	54	55	57	60	62	61	56	56	52	54	54	57	54	52	51	57	57	64
2,6-DiMeNAP	134	145	145	152	179	158	159	157	144	140	153	135	146	144	135	126	142	134	178
1,3-DiMeNAP	517	555	562	549	576	575	564	539	520	527	535	523	561	537	511	508	564	578	687
2,3-DiMeNAP	119	131	134	132	138	138	135	127	122	123	127	123	132	128	122	121	133	134	161
1,4-DiMeNAP	64	68	69	68	73	73	71	67	65	66	67	64	69	69	65	63	71	71	90
ACY	3,0	3,1	3,0	3,4	3,3	2,6	3,3	3,1	2,8	2,7	2,8	2,8	2,4	2,9	2,7	2,2	2,5	3,0	3,0
ACE	8,1	10	9,0	7,5	7,8	7,7	7,3	7,0	6,4	6,1	6,4	6,0	6,6	6,2	6,2	6,4	6,9	6,8	8,6
DBF	84	87	87	91	92	92	89	82	79	76	77	78	84	80	75	75	84	83	90
1,3,7-TMeNAP	139	171	177	170	178	163	173	163	158	163	161	164	174	169	160	155	167	179	206
2,3,5-TMeNAP	133	152	158	155	161	161	157	152	145	144	147	143	156	153	142	141	154	161	193
1,2,3-TMeNAP	33	39	40	39	40	40	38	37	36	36	37	36	38	39	36	35	39	41	49
1,4,6,7-TeMeNAP	15	20	20	22	20	21	22	20	18	19	19	19	20	21	19	18	21	21	25
1,2,5,6-TeMeNAP	125	160	163	157	158	155	149	147	137	139	142	140	139	149	140	138	155	165	187
FLU	97	92	92	96	99	97	96	90	86	85	88	85	88	86	83	81	88	94	104
1-MeFLU	127	129	129	134	137	138	132	124	120	122	126	122	128	124	120	118	125	135	151
9-EtFLU	3,0	2,9	3,0	2,9	3,0	2,9	2,7	2,8	2,7	2,9	2,7	2,8	2,7	2,6	2,8	2,5	2,8	3,4	3,6
DBT	36	36	37	37	37	38	37	35	34	34	35	33	35	34	32	32	35	36	44
PHE	355	369	377	384	389	394	388	364	352	353	360	348	365	361	343	342	364	374	422
ANT	7,2	9,3	9,5	8,5	9,5	8,6	8,2	8,1	7,8	5,7	7,3	5,1	6,3	5,5	6,6	6,3	5,2	5,7	7,8
4-MeDBT	43	45	46	47	47	48	47	45	43	43	43	42	45	44	41	40	43	46	55
3-MePHE	173	189	194	200	203	205	198	192	183	185	186	183	191	189	179	176	188	198	217
2-MePHE	186	208	212	214	220	223	216	208	200	203	201	200	209	207	195	193	207	219	239
9-MePHE	227	242	248	252	256	258	249	240	231	238	236	234	247	240	228	226	237	251	278
1-MePHE	157	175	176	181	181	185	181	171	165	168	167	164	169	173	160	157	169	182	201
4-EtDBT	6,9	6,7	6,5	7,7	6,9	7,8	7,6	6,4	6,9	6,3	6,1	6,0	7,1	6,9	6,5	6,4	6,8	7,6	8,5
3,6-DMePHE	27	30	31	32	32	33	32	31	29	30	30	29	30	30	28	28	29	31	36
4-PrDBT	3,9	4,2	4,3	4,4	4,6	4,7	4,3	4,3	3,9	4,1	4,1	4,0	4,2	4,2	4,0	3,9	4,0	4,3	4,7
1,7-DiMePHE	153	176	183	184	185	187	180	175	169	172	170	166	173	175	162	159	172	186	208
1,2-DiMePHE	39	45	46	47	47	48	46	44	42	43	42	42	43	43	41	40	43	47	52
2,6,9-TMePHE	47	55	58	59	57	56	59	55	54	57	53	54	56	57	50	51	53	61	66
1,2,6-TMePHE	29	33	35	36	36	36	35	34	32	33	33	33	34	34	32	31	33	36	40
1,2,7-TMePHE	16	18	19	20	20	19	19	19	18	18	18	18	19	19	17	17	18	20	23
1,2,6,9-TeMePHE	5,5	5,8	7,6	7,6	6,6	6,9	5,8	5,8	6,7	7,5	6,1	5,9	17,2	7,6	5,7	5,9	6,1	6,4	7,9
FLT	103	103	114	124	133	131	119	111	99	82	74	76	76	73	70	68	73	81	85
PYR	96	103	110	110	115	114	107	105	100	98	96	99	103	102	100	101	109	116	128
BAA	33	38	40	46	40	40	38	34	33	29	28	28	30	31	29	28	33	36	38
CHR	73	99	91	88	102	106	89	84	69	72	76	72	79	73	79	71	73	77	81
BBF	114	117	124	132	137	133	119	112	104	91	91	90	92	90	90	91	93	97	101
BKF	24	24	25	28	30	27	23	21	19	14	14	13	14	13	13	13	14	14	15
BJF	25	25	26	29	31	30	25	22	20	15	14	14	13	13	13	13	14	14	15
BEP	145	151	155	161	164	162	154	151	145	137	142	140	144	139	142	141	147	154	160
BAP	34	37	38	40	39	38	35	34	32	30	30	30	31	30	30	30	32	34	36
PER	50	55	57	54	51	48	47	46	44	44	45	44	46	45	46	46	49	51	53
IND	50	56	60	65	67	65	54	48	43	33	32	30	31	30	31	31	32	34	36
DBA	14	15	16	17	17	16	15	14	13	12	12	12	12	12	12	12	13	13	14
BGP	165	184	192	194	196	195	183	175	171	166	168	166	172	165	169	166	180	189	203

Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i  
sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

R1709 MC04 /cm	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-21	22-23	24-25	26-27	28-29	30-31	32-33
NAP	53	51	51	47	52	50	50	50	49	47	46	46	49	52	55	52	46
2-MeNAP	106	107	113	100	111	107	106	104	101	100	102	104	110	120	128	131	112
1-MeNAP	117	116	120	106	119	115	113	113	110	109	111	113	120	131	139	145	127
BIP	17	16	18	16	18	16	17	16	16	15	15	15	16	17	17	18	14
2,6-DiMeNAP	38	45	34	41	31	28	34	37	41	37	23	36	41	35	33	35	28
1,3-DiMeNAP	138	140	144	128	143	138	137	140	136	133	133	136	146	162	175	175	157
2,3-DiMeNAP	34	35	36	32	36	35	35	35	34	33	33	34	36	40	45	45	41
1,4-DiMeNAP	17	17	18	16	18	17	17	17	17	17	17	17	19	21	23	24	23
ACY	1,1	2,1	1,2	1,1	1,1	0,8	0,8	1,1	0,8	0,7	0,9	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9
ACE	1,6	1,9	1,9	1,8	2,0	1,9	1,8	1,8	2,2	2,0	1,8	1,9	2,0	2,9	2,5	3,6	4,1
DBF	20	22	21	20	22	21	21	21	20	19	20	19	21	23	26	23	21
1,3,7-TMeNAP	41	38	40	35	40	40	42	38	38	40	41	40	42	46	52	51	50
2,3,5-TMeNAP	37	38	39	35	39	38	38	38	38	38	37	39	41	46	50	51	47
1,2,3-TMeNAP	3,6	10	10	9,3	10	10	10	10	10	10	10	10	11	13	14	15	15
1,4,6,7-TeMeNAP	4,5	5,2	5,0	4,6	4,8	4,9	4,6	4,9	5,5	4,8	4,7	4,9	5,3	6,1	6,7	6,9	8,0
1,2,5,6-TeMeNAP	34	36	36	32	34	36	35	36	36	35	35	35	41	47	56	54	62
FLU	17	16	16	15	17	16	16	16	15	15	15	15	16	17	18	19	20
1-MeFLU	26	25	25	23	27	27	26	26	25	25	24	25	26	29	31	34	36
9-EtFLU	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0
DBT	9,5	9,7	9,6	8,7	10	9,6	9,4	9,5	9,0	9,0	8,8	8,9	9,4	11	11	12	9,7
PHE	102	104	102	93	106	101	100	101	96	95	94	95	99	111	119	118	110
ANT	2,6	3,2	3,3	2,7	2,6	2,6	2,2	2,6	2,6	2,2	2,1	2,1	1,9	2,1	2,5	3,1	3,5
4-MeDBT	11	12	12	11	12	12	12	12	11	11	11	11	12	14	13	13	12
3-MePHE	46	46	46	43	49	47	45	47	45	44	43	44	47	52	54	54	49
2-MePHE	52	53	53	49	55	53	52	53	51	50	49	50	53	59	60	60	56
9-MePHE	58	59	59	55	62	60	59	60	58	57	56	57	61	68	72	73	72
1-MePHE	42	43	43	40	45	43	42	44	42	42	41	42	44	51	53	54	51
4-EtDBT	1,7	1,5	1,8	1,4	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	2,1	2,1	2,3	2,2
3,6-DMePHE	6,6	6,7	6,8	6,2	7,1	6,8	6,5	6,8	6,6	6,4	6,3	6,5	6,8	7,4	7,5	7,5	7,1
4-PrDBT	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2
1,7-DiMePHE	39	39	40	35	42	40	38	39	38	38	38	39	41	47	48	49	45
1,2-DiMePHE	9,2	9,3	9,8	8,7	10	9,8	9,3	9,9	9,7	9,6	9,4	9,7	10	12	12	12	12
2,6,9-TMePHE	12	12	14	12	13	13	12	13	13	13	13	13	15	15	15	17	18
1,2,6-TMePHE	6,8	7,1	7,2	6,4	7,5	7,2	6,7	7,1	7,0	6,9	6,8	7,0	7,5	8,5	8,8	8,8	8,5
1,2,7-TMePHE	3,7	3,9	3,9	3,6	4,0	3,9	3,7	3,8	3,8	3,8	3,7	3,9	4,1	4,7	5,1	5,0	4,8
1,2,6,9-TeMePHE	1,3	1,6	1,4	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,3
FLT	33	35	44	40	38	31	30	32	29	25	25	25	25	27	28	31	35
PYR	33	35	38	35	37	36	36	36	36	36	36	37	38	43	47	54	63
BAA	15	16	17	16	15	13	13	14	13	13	13	13	13	15	17	19	23
CHR	34	38	29	25	25	20	22	25	21	19	21	22	20	20	26	29	29
BBF	78	84	89	76	66	53	54	60	54	43	43	42	44	49	47	54	56
BKF	22	24	27	22	17	12	12	15	13	8,8	8,9	8,4	9,0	9,8	9,8	12	13
BJF	22	24	26	23	17	12	12	15	13	8,4	8,6	8,2	8,6	9,4	9,5	12	13
BEP	61	65	67	59	60	53	53	56	52	47	48	47	50	57	55	60	60
BAP	17	17	19	17	17	16	16	16	16	15	15	15	17	20	21	27	34
PER	69	68	72	66	74	76	77	77	76	80	80	77	82	100	116	176	244
IND	49	53	60	50	39	28	28	32	27	19	19	19	19	20	22	26	31
DBA	8,0	8,4	9,4	7,7	7,0	5,8	5,6	6,2	5,5	4,9	4,9	4,8	5,0	5,3	5,7	6,4	7,2
BGP	70	73	78	69	70	62	61	65	60	57	58	58	61	69	76	87	98

## Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

---

<b>R1717 BX10 /cm</b>	0-1
NAP	47
2-MeNAP	93
1-MeNAP	98
BIP	16
2,6-DiMeNAP	21
1,3-DiMeNAP	118
2,3-DiMeNAP	29
1,4-DiMeNAP	14
ACY	1,2
ACE	1,2
DBF	18
1,3,7-TMeNAP	36
2,3,5-TMeNAP	31
1,2,3-TMeNAP	7,8
1,4,6,7-TeMeNAP	3,9
1,2,5,6-TeMeNAP	27
FLU	14
1-MeFLU	22
9-EtFLU	<0,5
DBT	8,1
PHE	87
ANT	2,5
4-MeDBT	10
3-MePHE	39
2-MePHE	45
9-MePHE	49
1-MePHE	35
4-EtDBT	1,4
3,6-DMePHE	5,7
4-PrDBT	0,7
1,7-DiMePHE	31
1,2-DiMePHE	7,2
2,6,9-TMePHE	10
1,2,6-TMePHE	5,6
1,2,7-TMePHE	3,0
1,2,6,9-TeMePHE	0,9
FLT	25
PYR	27
BAA	13
CHR	24
BBF	72
BKF	20
BJF	20
BEP	55
BAP	14
PER	63
IND	43
DBA	7,0
BGP	56

**Vedlegg B. Resultater av THC målinger i overflatesedimenter fra 14 lokaliteter**

Nivåer under kvantifiseringsgrensen på 2,0 mg/kg tørrvekt angis som "<2,0".

<b>Stasjon</b>	<b>Konsentrasjon, mg/kg t.v.</b>
R1582 BX07	43
R1613 MC10	66
R1627 BX12	77
R1636 MC14	58
R1642 BX15	78
R1649 BX16	77
R1653 MC15	52
R1661 BX19	23
R1663 BX22	17
R1676 MC01	85
R1689 MC02	72
R1698 MC03	94
R1709 MC04	25
R1717 BX10	22



Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i  
sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

**Vedlegg C. Resultater av PBDE målinger i overflatesedimenter fra 5 lokaliteter**

Nivåer under kvantifiseringsgrensen på 0,03 µg/kg tørrvekt angis som "<0,03".

Stasjon	BDE 28	BDE 35	BDE 75	BDE 49+71	BDE 47	BDE 66	BDE 77	BDE 100	BDE 119	BDE 99	BDE 118	BDE 85	BDE 154	BDE 153	BDE 138	BDE 183	BDE 181	BDE 190	BDE 207	BDE 203	BDE 196	BDE 205	BDE 195	BDE 206	BDE 209
R1613 MC10	0,15	0,18	0,09	0,08	0,11	<0,03	0,06	0,04	<0,03	0,12	0,05	0,04	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
R1636 MC14	0,04	<0,03	0,06	<0,06	0,08	<0,03	<0,03	0,00	<0,03	0,12	0,05	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03
R1642 BX15	0,23	<0,03	0,06	<0,06	<0,03	0,80	<0,03	<0,03	<0,03	0,12	0,03	0,15	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,19
R1663 BX22	0,15	0,11	0,03	0,10	0,07	0,04	0,21	0,06	<0,03	0,09	0,59	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,13
R1698 MC3	0,24	0,34	0,07	<0,06	0,05	0,09	<0,03	0,09	<0,03	0,12	<0,03	<0,03	0,04	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03

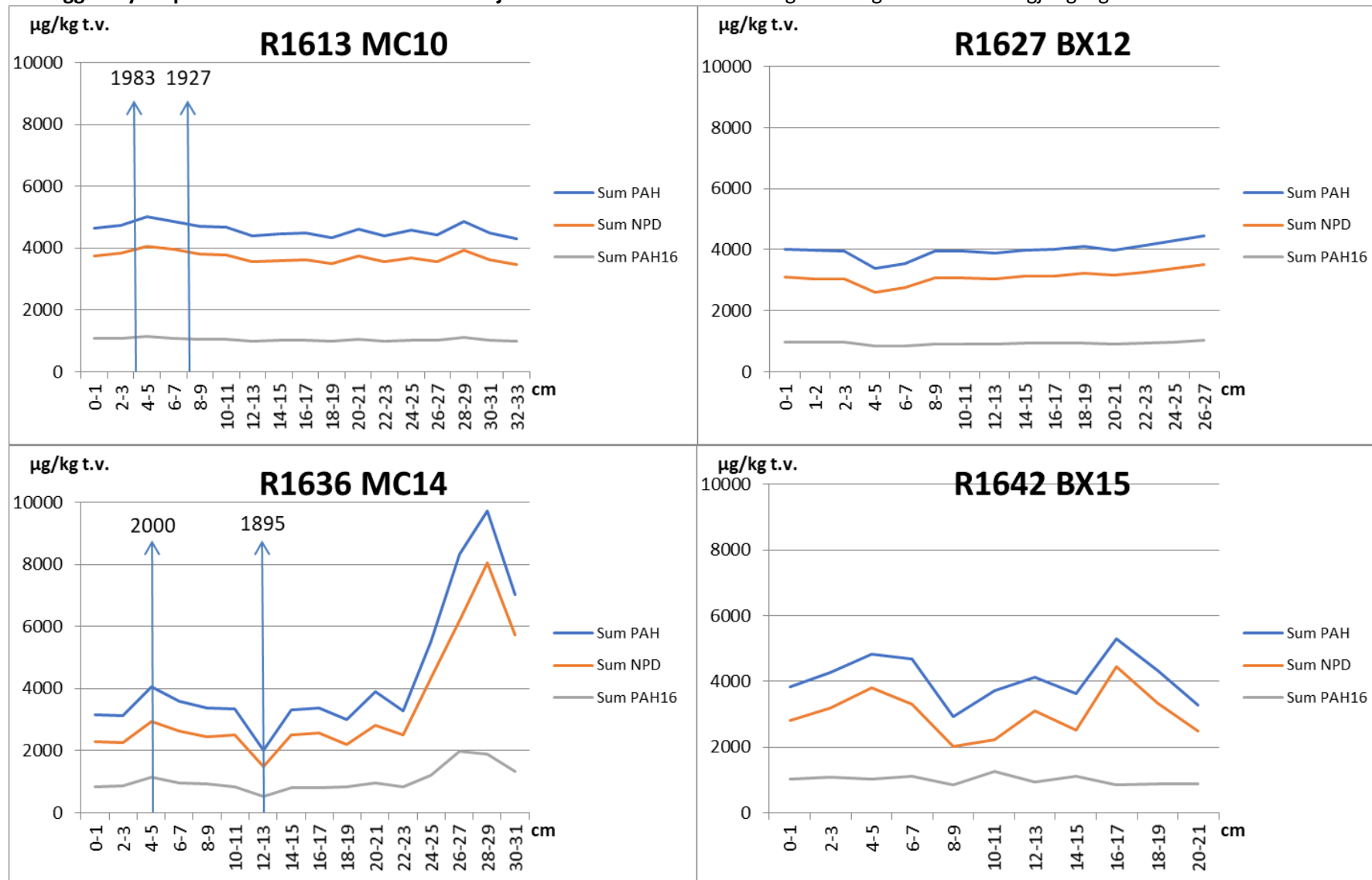
Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i  
sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017

**Vedlegg D. Resultater av målinger av klorerte miljøgifter i sedimenter fra 5 lokaliteter**

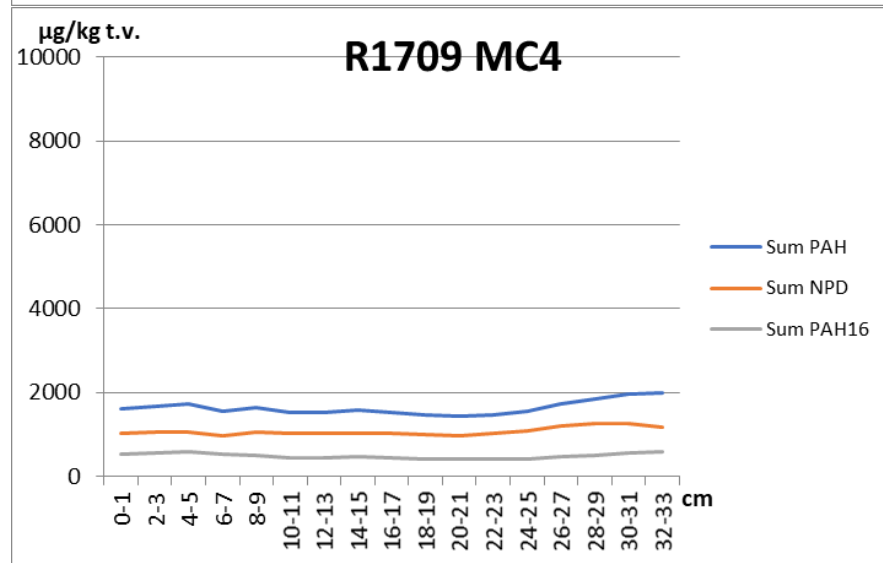
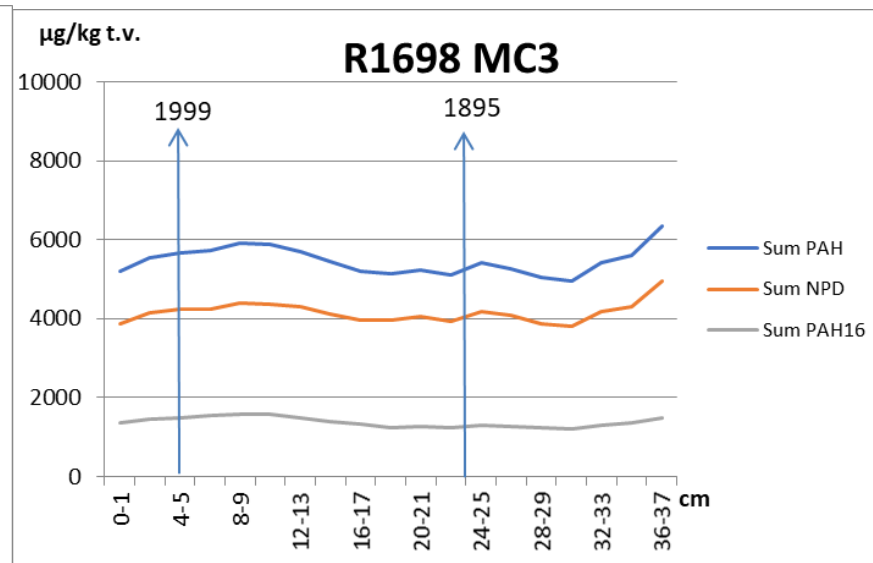
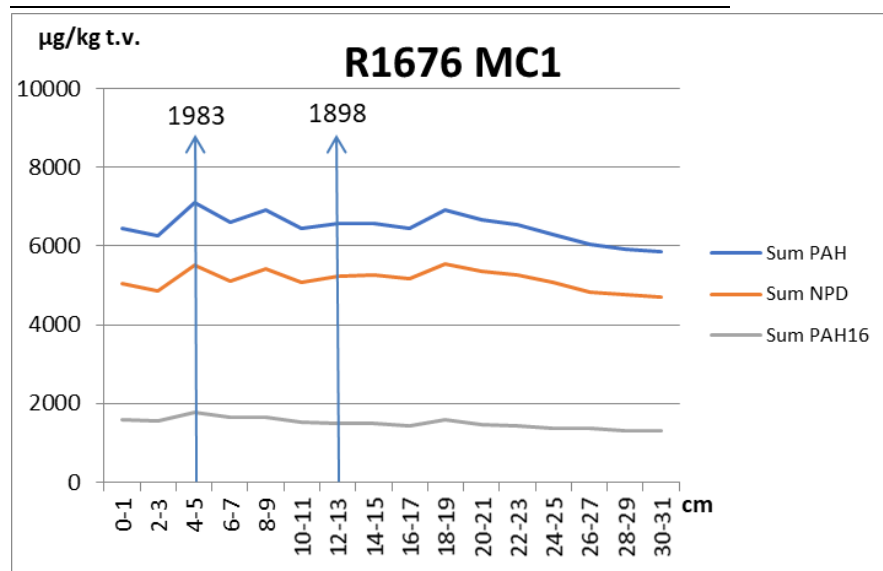
Nivåer under kvantifiseringsgrensen på 0,02 µg/kg tørrvekt angis som "<0,02".

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
R1613 MC10	1,7	0,77	0,15	0,11	0,41	0,03	<0,02	0,65	0,02	0,72	0,30	1,7	0,37	0,50	0,09	0,79	0,28	<0,02	0,40
R1636 MC14	3,2	2,22	0,18	0,27	0,91	0,06	0,07	1,5	0,13	1,0	0,73	1,2	0,44	0,86	0,73	1,1	0,22	0,04	2,6
R1642 BX15	4,2	1,5	0,13	0,19	1,3	0,06	0,03	1,0	0,24	1,1	0,76	1,3	0,42	1,1	0,11	0,85	0,28	0,04	2,5
R1663 BX22	1,1	0,97	0,15	0,10	1,6	0,07	0,16	0,81	0,14	0,48	0,27	0,29	0,42	0,41	0,41	0,80	0,17	0,03	0,43
R1698 MC3	0,77	0,41	0,07	0,10	0,56	0,04	0,32	0,59	0,09	1,8	0,70	1,9	0,41	0,59	0,11	0,24	0,21	0,03	0,34

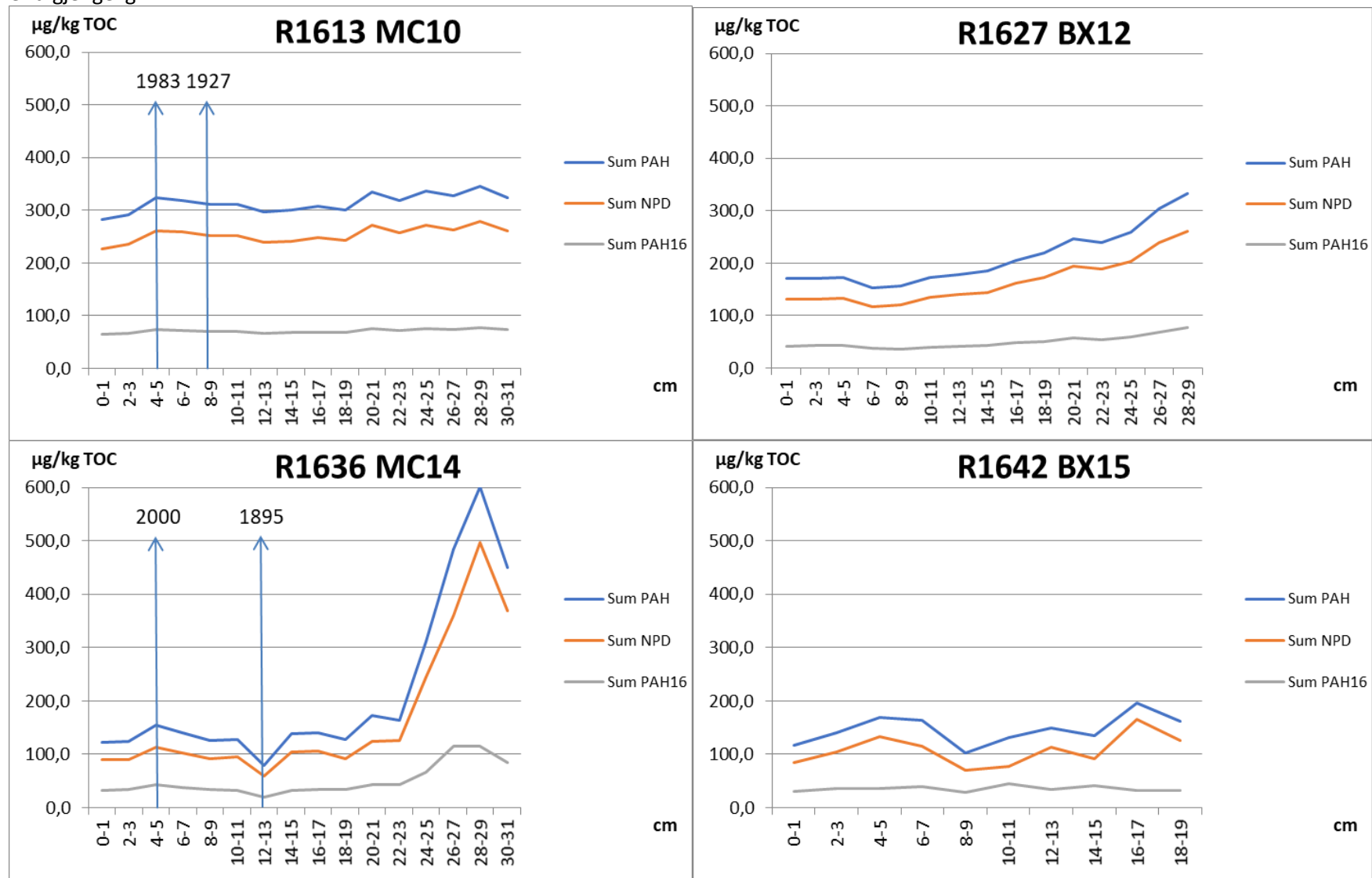
Vedlegg E. Dybdeprofiler av PAH-nivåer i sedimentkjerner fra 7 lokaliteter. Dateringen er angitt der den er tilgjengelig.



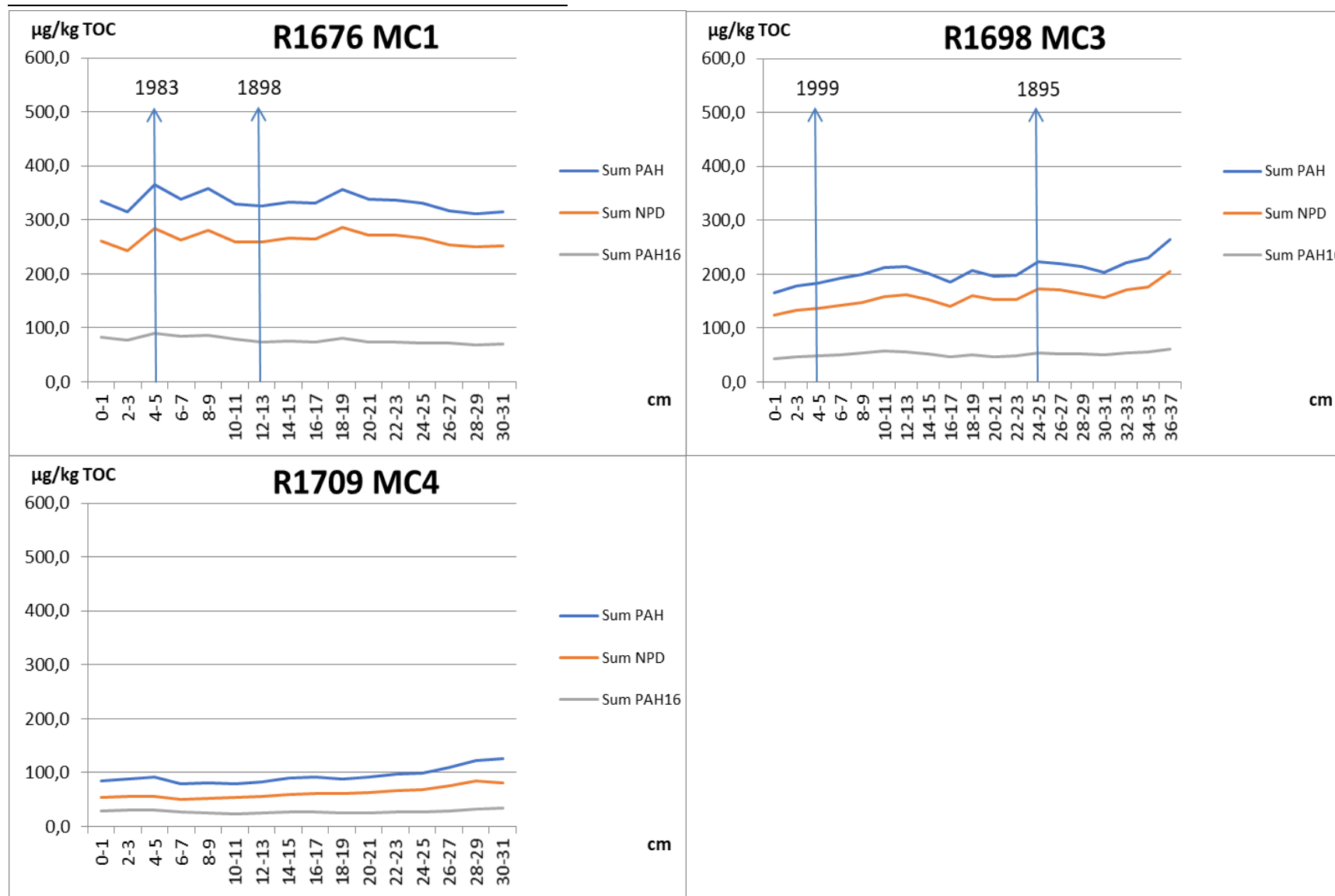
Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017



**Vedlegg F. Dybdeprofiler av PAH-nivåer korrigert for organisk karbon innhold (TOC) i sedimentkjerner fra 7 lokaliteter. Dateringen er angitt der den er tilgjengelig.**



Undersøkelser av hydrokarboner og organiske miljøgifter i sedimenter fra MAREANO-området i 2016 og 2017



Retur: Havforskningsinstituttet, Postboks 1870 Nordnes, NO-5817 Bergen

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**  
**Institute of Marine Research**

Nordnesgaten 50 – Postboks 1870 Nordnes  
NO-5817 Bergen  
Tlf.: +47 55 23 85 00  
E-post: [post@hi.no](mailto:post@hi.no)

**[www.hi.no](http://www.hi.no)**

