

NGU Rapport 2011.052

MAREANO 2010 - miljøgeokjemiske resultater
av overflatesedimenter fra områder utenfor
Finnmark, Troms III og Nordland VI

Rapport nr.: 2011.052		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: MAREANO 2010 - miljøgeokjemiske resultater av overflatesedimenter fra områder utenfor Finnmark, Troms III og Nordland VI				
Forfatter: Henning K. B. Jensen, Tor Erik Finne og Terje Thorsnes			Oppdragsgiver: MAREANO	
Fylke:			Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000)			Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 22	Pris: 140,-
Feltarbeid utført: Juli-august 2010, September-oktober 2010			Rapportdato: 27.01.2012	Prosjektnr.: 311703
			Ansvarlig: Reidulv Bøe <i>Reidulv Bøe</i>	
Sammendrag:				
<p>På MAREANO toktene med G.O. Sars i 2010 ble det tatt sedimentprøver for miljøundersøkelser på prøvetakingsstasjoner i havområder utenfor Finnmark (3 stasjoner), Troms III (17 stasjoner) og Nordland VI (4 stasjoner).</p> <p>Sedimentene er analysert for innhold av følgende tungmetaller: bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), sink (Zn) og elementene arsen (As) og barium (Ba). Tributyltinn (TBT) i overflatesedimenter ble analysert på 4 prøvetakingsstasjoner.</p> <p>Tungmetall-, arsen- og TBT-nivåene i overflatesedimentene (0-1 cm) er generelt lave, tilsvarende Klima- og forurensningsdirektoratets (Klifs) tilstandsklasse I (bakgrunn) for fjord- og kystsedimenter. Barium finnes i lave konsentrasjoner i overflatesedimentene.</p>				
Emneord: Maringeologi		Sediment		Forurensning
Tungmetaller		Prøvetaking		Tributyltinn
MAREANO		Miljø		Geokjemi

INNHold

1.	INNLEDNING	6
2.	TOKT OG PRØVETAKING	6
3.	DATA OG METODIKK.....	9
4.	KVALITETSKONTROLL	11
5.	RESULTATER	11
5.1	Overflateprøver (0-1 cm).....	11
5.1.1	Kornstørrelsesfordeling, organisk karbon og karbonat	11
5.1.2	Innhold av tungmetaller, arsen, barium og tributyltinn (TBT)	16
6.	OPPSUMMERING	20
7.	REFERANSER	21

FIGURER

Figur 1. Oversikt over MAREANO-området for 2005-2010 med prøvetakingsstasjoner fra tokt i 2003 og 2004, og MAREANO-toktene 2006-2010. Bakgrunnskartet over bunntyper med tegnforklaring er fra Vorren og Vassmyr (1991).

Figur 2. Stasjonene fra 2010 har stasjonsnummer. De øvrige MAREANO-stasjonene fra toktene i 2006-2009 er også vist. Det lille kartutsnittet viser de 17 prøvetakingsstasjonene fra Troms III.

Figur 3. Multicorer med 6 sedimentkjerner på dekk. Prøvetaking på stasjon R642 (2352 m havdyp), Nordland VI dyphavsslette. Lengdene på de 6 sedimentkjernene varierer fra 33 cm til 39 cm.

Figur 4. Boxcorer på vei opp etter prøvetaking.

Figur 5. Multicorer-prøve fra toppsjiktet (0-1 cm) fra stasjon R618, Troms III (259 m vanddyb). Sedimentene i toppsjiktet består av grusholdig sand med noen hvite, avlange skjellfragmenter.

Figur 6. Kornstørrelsesfordeling i prøvene ved 0-1 cm dyp i kjernene. De 24 stasjonene fra 2010 er vist med klare farger og større sirkler mens resultatene fra 2006-2009-toktene har mer diffuse farger.

Figur 7. TOC-konsentrasjon. TOC-konsentrasjoner i overflatesedimentene (0-1 cm) fra 2010 er uthevet med rød sirkel og mørkere blå fyllfarge. TOC data fra stasjoner i 2006-2009 er presentert med svakere blå farge.

Figur 8. Blykonsentrasjon i prøvene fra 0-1 cm kjernedyb. Stasjonene fra 2010 er angitt med mørkere blåfarge og rød kant. De øvrige prøvepunktene er fra 2006-2009. Flere av stasjonene fra 2006-2009 (grønt fyll) har blykonsentrasjon i klasse II (30-83 mg/kg TS). Alle øvrige prøver er i klasse I (bakgrunn).

TABELLER

Tabell 1. Stasjoner, prøvetakingsutstyr og lengde på sedimentkjerner.

Tabell 2. Sedimentklassifisering. Kornstørrelser og type sediment ifølge NGUs sedimentklassifiseringen.

Tabell 3. Kornstørrelsesfordeling i overflateprøvene fra de 24 prøvetakingsstasjonene.

Tabell 4. Kornstørrelsesfordelinger, TOC, CaCO₃ og total svovel for overflateprøvene (0-1 cm kjernedyb)

Tabell 5. Metaller, arsen og TBT i henhold til Klifs tilstandsklasser for marine overflatesedimenter. Uthet skrift viser antall 0-1 cm prøver i hver av klassene I-V.

VEDLEGG (CD, eller tilgjengelig digitalt ved nedlasting fra www.mareano.no)

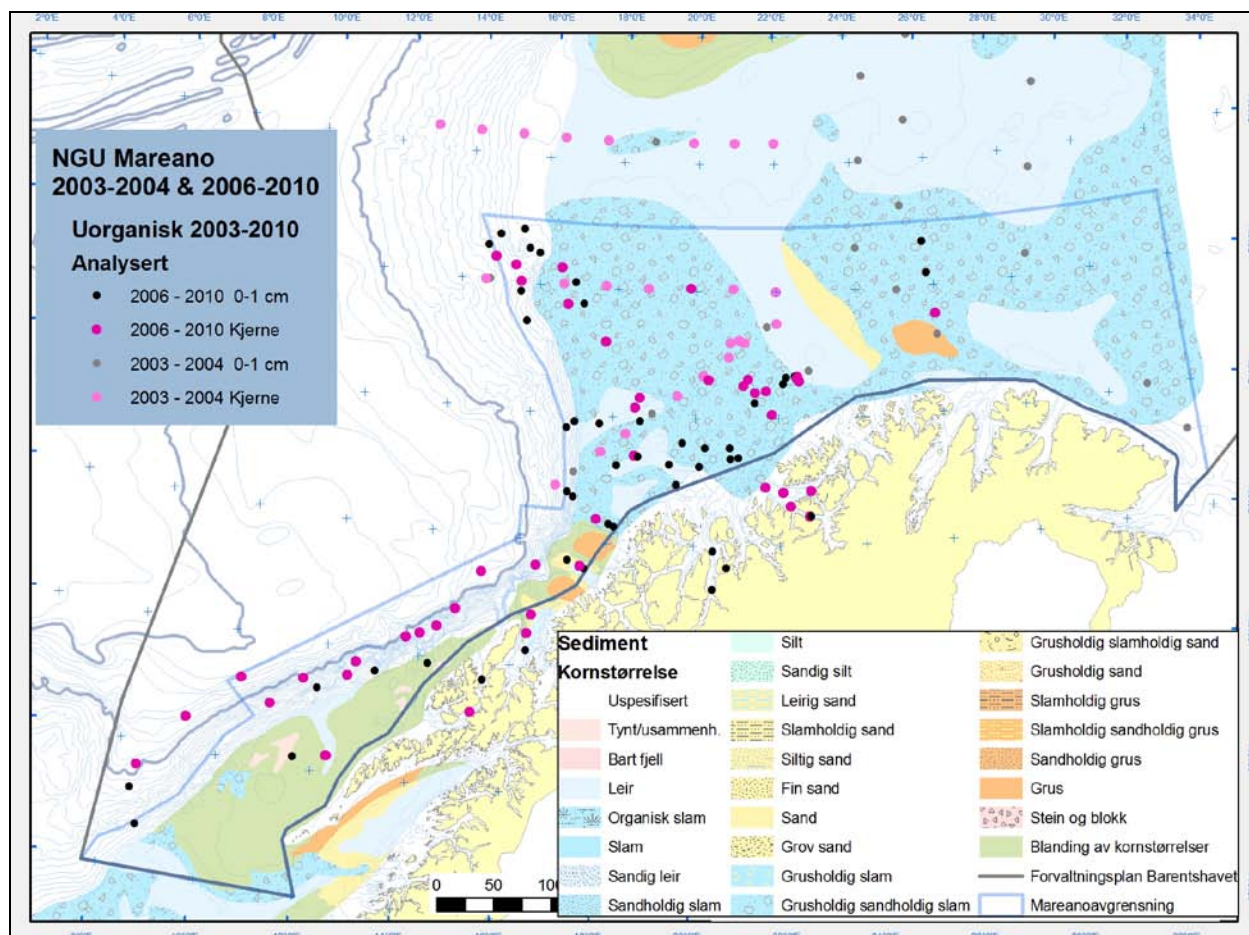
Vedlegg 1. Prøveliste og analyseresultater for prøver fra 24 prøvetakingsstasjoner og 2 standarder, NGU Lab analyserapport nr. 2011.0030. Kornstørrelse, Leco (total S, total C og organisk C), HNO₃-ekstrahert og analysert med AAS (Hg, As, Cd, Pb, Se, Sn) og ICP-AES (30 elementer). Naturlige standarder KDF og Hynne er inkludert i prøvelisten.

Vedlegg 2. Tributyltinn (TBT). Eurofins Norsk Miljøanalyse AS analyserapport. Prøver fra 0-2 cm kjernedyp fra 4 prøvetakingsstasjoner.

Vedlegg 3. Oversiktskart, kart over stasjonsoversikt og analysedata for kornstørrelsesfordeling, TOC, karbonat, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn (0-1 cm kjernedyp). 14 kart.

1. INNLEDNING

MAREANO-programmet for perioden 2005-2010 har hatt som mål å kartlegge utvalgte områder i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten og Vesterålen (Figur 1). Sedimentprøvetaking fra tidligere rapporterte MAREANO-tokt og to tokt i regi av Havforskningsinstituttet (HI) i 2003 og 2004 er vist på Figur 1. De miljøgeokjemiske resultatene fra MAREANO toktene 2006-2009 er rapportert i Jensen m. fl. (2007, 2008, 2009, 2010a, b). Resultatene fra HI-tokt 2003 og 2004 er rapportert i Knies m. fl. (2006).

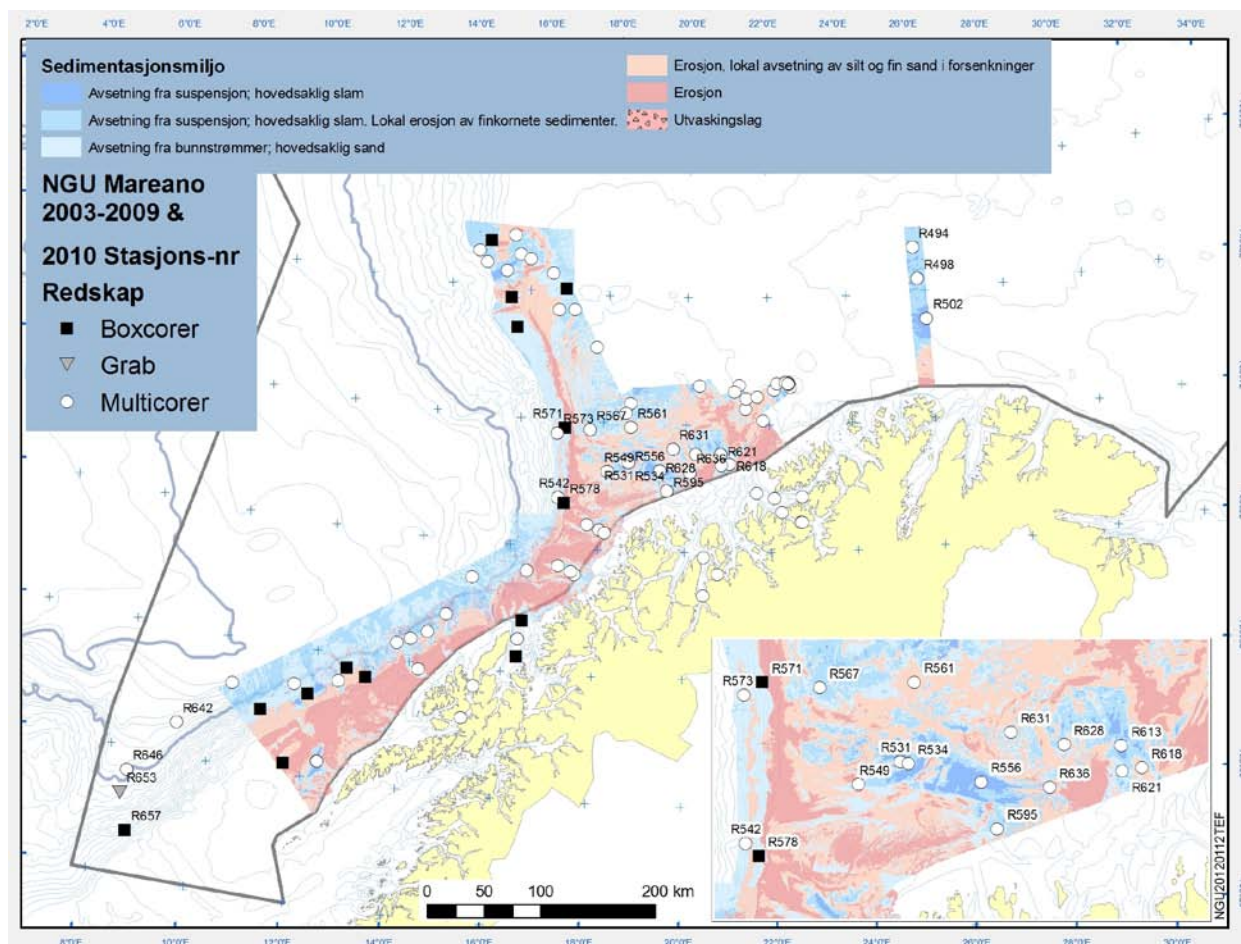


Figur 1. Oversikt over MAREANO-området for 2005-2010 med prøvetakingsstasjoner fra tokt i 2003 og 2004, og MAREANO-toktene 2006-2010. Bakgrunnskartet over bunntyper med tegnforklaring er fra Vorren og Vassmyr (1991).

2. TOKT OG PRØVETAKING

Prøvetakingstoktene i 2010 ble gjennomført i Nordkapp-transektet (2 000 km²), Troms III, (10 500 km²) og Nordland VI (3 500 km²), (MAREANO årsrapport 2010) (Figur 2). Det ble tatt sedimentkjerner for forurensingsanalyser på i alt 24 stasjoner (Figur 2), herav 20 stasjoner med multicorer, 3 stasjoner med boxcorer og 1 stasjon med Van Veen-grabb (Tabell 1). Tre stasjoner (R494, R498 og R502) er fra kontinentalsokkelsletten (for inndeling av landskap – se www.mareano.no, Havbunn og vannmasser, Landskap og landformer) langs Nordkapp-transektet. 17 stasjoner er fra Troms III (R531-R636), hvorav 13 stasjoner er på

kontinentalsokkelsletten og 4 stasjoner er fra kontinentalskråningen. Fra Nordland VI er det 4 stasjoner, herav 2 stasjoner fra dyphavssletten og 2 stasjoner fra kontinentalskråningen. Tabell 1 gir en oversikt over havdyp, geografiske posisjoner og lengde på sedimentkjernene. Prøvetakingsutstyret består av en multicorer som har 6 pleksiglassrør med 106 millimeter indre diameter og 60 cm lengde (Figur 3). Kjerner fra boxcorer (Figur 4) eller Van Veen-grabb er tatt med samme type rør, presset ned i sedimentene når boxcoreren eller Van Veen-grabben er kommet på dekk. Sedimentprøver fra boxcorer eller grabb er blitt brukt hvor det ikke har vært mulig å bruke multicorer grunnet tekniske eller operasjonelle årsaker.



Figur 2. Stasjonene fra 2010 har stasjonsnummer. De øvrige MAREANO-stasjonene fra toktene i 2006-2009 er også vist. Det lille kartutsnittet viser de 17 prøvetakingsstasjonene fra Troms III.

Tabell 1. Stasjoner, prøvetaksutstyr og lengde på sedimentkjerper

Stasjon	Område	Geografiske koordinater		Havdyp [m]	Prøvetaker	Kjernelengde [cm]
		Nord	Øst			
R494MC030	Finnmark	72 20.6589	025 47.2371	250	Multicorer	35
R498MC033	Finnmark	72 05.7700	025 50.5900	236	Multicorer	31
R502MC034	Finnmark	71 46.6905	025 59.6843	323	Multicorer	31
R531MC035	Troms III	70 42.0078	018 33.3676	371	Multicorer	43
R534MC036	Troms III	70 41.6100	018 38.5800	318	Multicorer	30
R542MC037	Troms III	70 23.6446	017 01.5444	1072	Multicorer	10
R549MC038	Troms III	70 36.9500	018 08.6500	337	Multicorer	30
R556MC039	Troms III	70 38.3800	019 23.8000	281	Multicorer	27
R561MC040	Troms III	70 58.2699	018 40.4015	187	Multicorer	25
R567MC041	Troms III	70 56.2400	017 41.5800	242	Multicorer	33
R571BX109	Troms III	70 56.7562	017 05.5286	583	Boxcorer	11
R573MC043	Troms III	70 53.8600	016 54.4100	937	Multicorer	38
R578BX112	Troms III	70 21.3500	017 09.9700	707	Boxcorer	15
R595MC045	Troms III	70 27,9000	019 34,3600	304	Multicorer	7
R613MC047	Troms III	70 46,2100	020 49,7500	247	Multicorer	13
R618MC048	Troms III	70 46,7400	021 02,7400	259	Multicorer	28
R621MC049	Troms III	70 41,0294	020 50,6329	203	Multicorer	19
R628MC050	Troms III	70 46,3700	020 14,5700	213	Multicorer	27
R631MC051	Troms III	70 48.6400	019 41.4400	193	Multicorer	20
R636MC052	Troms III	70 37.5700	020 06.0100	294	Multicorer	24
R642MC053	Nordland VI	68 15.3900	009 15.1200	2352	Multicorer	37
R646MC054	Nordland VI	67 49.1200	008 25.3500	2085	Multicorer	20
R653GR452	Nordland VI	67 37,7600	008 23,2500	1802	Van Veen-grabb	15
R657BX124	Nordland VI	67 21,1300	008 38,4200	858	Boxcorer	23



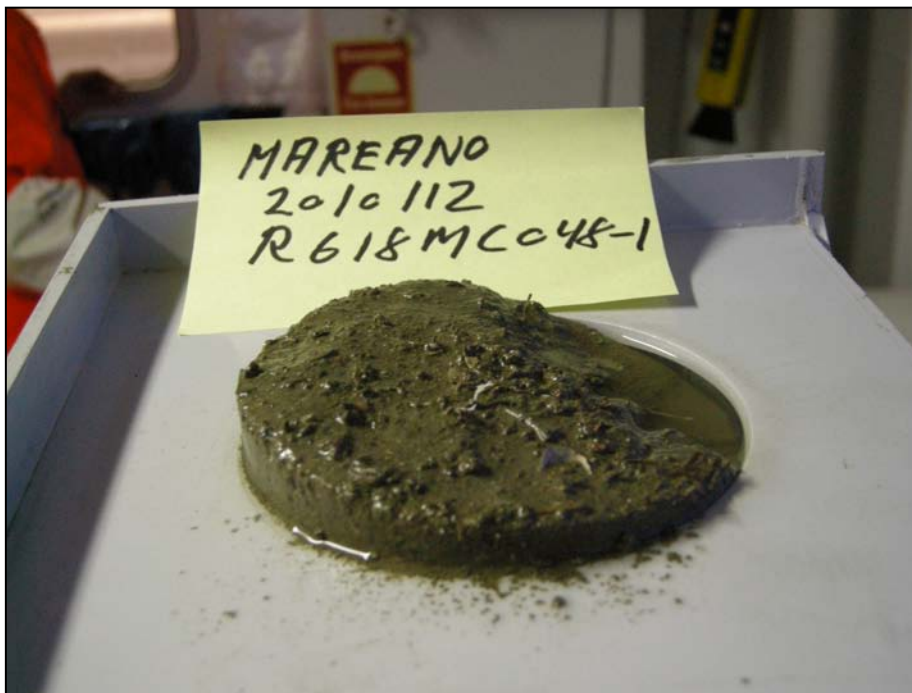
Figur 3. Multicorer med 6 sedimentkjerper på dekk. Prøvetaking på stasjon R642 (2352 m havdyp), Nordland VI dyphavsslette. Lengdene på de 6 sedimentkjernene varierer fra 33 cm til 39 cm.



Figur 4. Boxcorer på vei opp etter prøvetaking.

3. DATA OG METODIKK

Ombord ble det gjennomført skiving av kjernen for hver centimeter. Prøvetakingsrøret har en indre diameter på 106 mm. Sedimentkjernen ble presset ut av røret v.h.a. et stempel. Figur 5 viser toppen av en sedimentkjerne som blir presset ut, klar for å ta en sedimentprøve (0-1 cm). Prøvene ble pakket i polyetylenposer med lynlås før innfrysing til $\pm 18^{\circ}\text{C}$.



Figur 5. Multicorer-prøve fra toppsjiktet (0-1 cm) fra stasjon R618, Troms III (259 m vanddyb). Sedimentene i toppsjiktet består av grusholdig sand med noen hvite, avlange skjellfragmenter.

Ved NGU Lab ble frysetørking og uttak til følgende analyser gjennomført:

- Innvekt 0,38 g for bestemmelse av totalinnhold av svovel og karbon og 0,50 g for bestemmelse av organisk karbon (TS, TC og TOC) ved hjelp av Leco.
- Innvekt 1,0 g til HNO₃-ekstraksjon etter NS 4770 for påfølgende analyse med ICP-AES og AAS.

Det er brukt varierende prøvemengde for våtsikting med sikteåpning 16, 8, 4, 2 og 1 mm, samt 500, 250, 125 og 63 µm (avhengig av antatt kornstørrelsesfordeling). Fraksjonen mindre enn 2 mm er så analysert for kornstørrelse med Coulter laserdiffraksjon, slik at kornfordelingskurve kan beregnes for kornstørrelse ned til 0,4 µm. Siktefraksjonene er bevart.

Vedlegg 1 gjengir analyserapporten fra NGU Lab i sin helhet. Analyserapporten inneholder ytterligere opplysninger om analysemetoder og -kvalitet. Eksterne analyser er gjennomført for tributyltinn (TBT). TBT analyserapporten er presentert i Vedlegg 2. Samtlige analysemetoder er akkreditert.

4. KVALITETSKONTROLL

For kvalitetskontroll er det satt inn to forskjellige sedimentprøver fra Trondheimsfjorden i prøvesettet. Prøvene heter standard Hynne fra indre Trondheimsfjord og standard KDF. Det er gjennomført 4 parallelle analyser av hver av de to innsatte sedimentprøvene. Analyseresultatene er presentert sammen med de øvrige resultatene i Vedlegg 1.

5. RESULTATER

Geokjemiske data fra samtlige analyser finnes i Vedlegg 1 og 2. I de fleste sammenhenger benyttes konsentrasjonsenheten mg/kg sediment. For å kunne operere med datasett (statistikk og kart) for alle observasjoner er alle analyseresultater rapportert "< deteksjonsgrense" satt til verdien $0,5 \times$ deteksjonsgrensen for det gjeldende stoff.

5.1 Overflateprøver (0-1 cm)

De geokjemiske resultatene for overflateprøvene (0-1 cm) presenteres for å få oversikt over dagens miljøtilstand. Parametrene som presenteres her er sedimentenes sammensetning (kornstørrelsesfordeling), innhold av organisk karbon (TOC), innhold av karbonat og innholdet av tungmetallene kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), bly (Pb) og sink (Zn), samt elementene arsen (As) og barium (Ba). Kart for de nevnte parametrene finnes i Vedlegg 3. I tillegg er utvalgte prøver fra 4 stasjoner analysert for innhold av tributyltinn (TBT) ved et eksternt analyselaboratorium, Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (Vedlegg 2). For TBT-analysene ble det tatt ut prøvematerial fra 0-2 cm for å få tilstrekkelig prøvemateriale.

5.1.1 Kornstørrelsesfordeling, organisk karbon og karbonat

I utgangspunktet er prøvetaking for miljøanalyser gjennomført i områder med finkornige sedimenter. De fleste prøvetakingsstasjonene er valgt ut før tokt på bakgrunn av blant annet multistråledata (dybde og backscatter). Metodikken for geologisk havbunnkartlegging er gitt i Bøe m. fl. (2010). Prøvetaking planlegges der en forventer at det avsettes slamholdige sedimenter, typisk i dype områder eller områder skjermet mot havstrømmer. Tabell 2 viser sedimentklassifiseringen som er brukt i beskrivelsen av overflateprøvene. Resultatene av sikting og Coulter-analysene er presentert i Tabell 3.

Tabell 2. Sedimentklassifisering. Kornstørrelser og type sediment ifølge NGUs sedimentklassifiseringen.

Kornstørrelse	Definisjon/beskrivelse
Leir	Leir:silt > 2:1 og leir+silt > 90 %, sand < 10 %, grus < 2%
Organisk slam	Leir:silt fra 1:2 til 2:1 og leir+silt > 90 %, sand < 10 %, grus < 2 %. Høyt innhold av organisk material
Slam	Leir:silt fra 1:2 til 2:1 og leir +silt > 90 %, sand < 10%, grus < 2%.
Sandholdig leir	Leir+silt > 2:1 og leir+silt > 50 %, sand < 50 %, grus < 2 %.
Sandholdig slam	Leir:silt = fra 1:2 til 2:1 og leir+silt > 50%, sand < 50%, grus < 2%.
Silt	Leir:silt < 1:2 og leir+silt > 90 %, sand < 10%, grus < 2 %.
Sandholdig silt	Silt:leir >2:1 og leir+silt > 50 %, sand < 50 %, grus < 2 %.
Leirholdig sand	Sand > 50 %, leir:silt > 2:1 og leir+silt < 50 %, grus < 2 %.
Slamholdig sand	Sand > 50 %, leir:silt = fra 1:2 til 2:1 og leir+silt < 50 %, grus < 2 %.
Silt holdig sand	Sand > 50 %, silt:leir > 2:1 og leir+silt < 50 %, grus < 2 %.
Fin sand	Sand > 90 %, inkluderer fin og veldig fin sand (Wentworth, 1922).
Sand	Sand > 90 %, leir+silt < 10 %, grus < 2 %.
Grov sand	Sand > 90 %, inkluderer medium, grov og veldig grov sand (Wentworth, 1922).
Grusholdig slam	Sand:silt+leir < 1:9, grus 2 – 30 %.
Grusholdig sandholdig slam	Sand:silt+leir fra 1:9 til 1:1, grus 2 – 30 %.
Grusholdig slamholdig sand	Sand:silt+leir fra 1:1 til 9:1, grus 2 – 30 %.
Grusholdig sand	Sand:silt+leir > 9:1, grus 2 – 30 %.
Slamholdig grus	Grus 30 – 80 %, sand:silt+leir < 1:1.
Slamholdig sandholdig grus	Grus 30 – 80 %, sand:silt+leir fra 1:1 til 9:1.
Sandholdig grus	Grus 30 – 80 %, sand:silt+leir > 9:1.
Grus	Grus > 80 %.
Grus, stein og blokk	Dominans av grus, stein og blokk.
Stein og blokk	Dominans av stein og blokk.
Sand og blokk	Dominans av sand og blokk.
Diamikton	Sediment med blandede kornstørrelser og dårlig sortering.

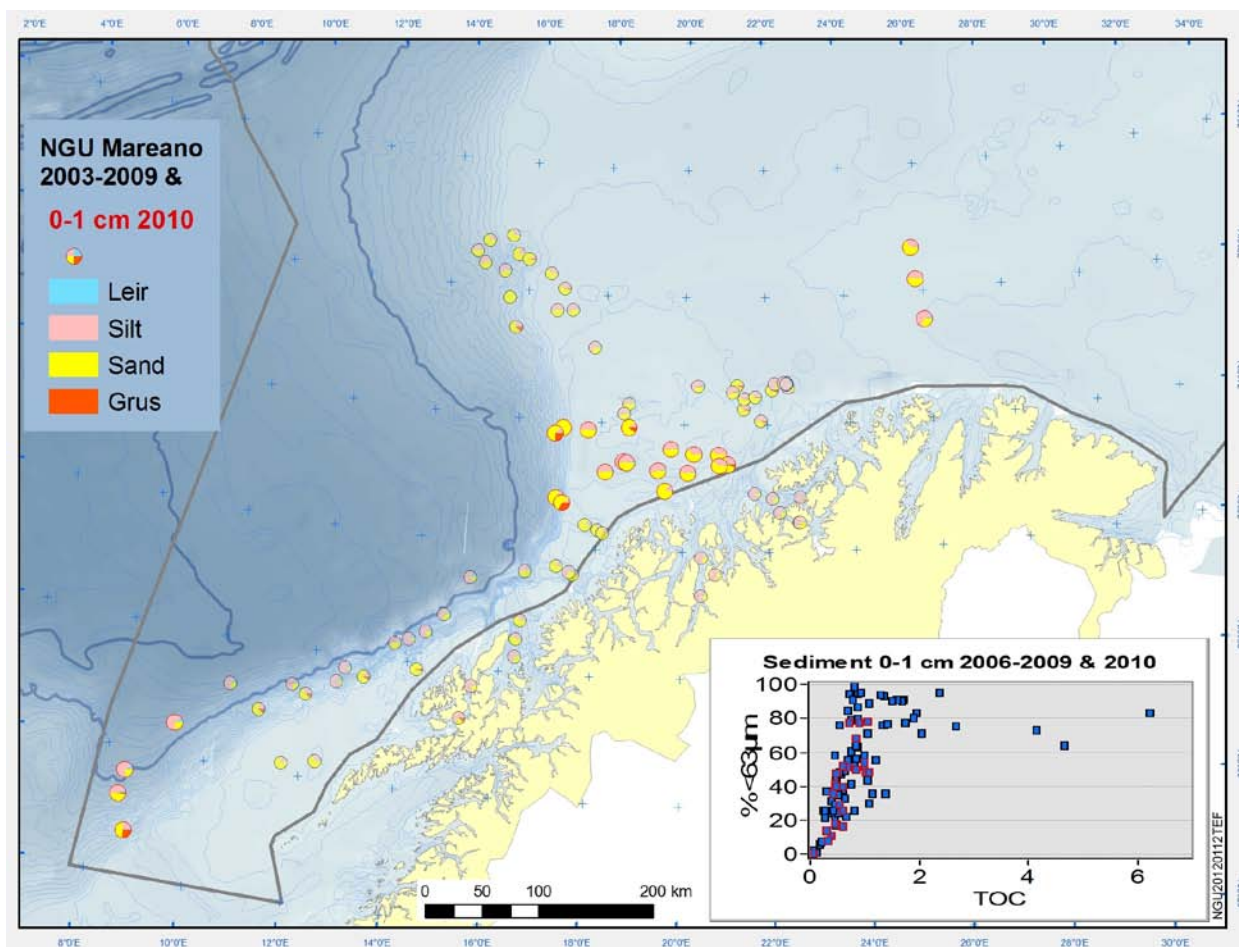
Tabell 3. Kornstørrelsesfordeling i overflateprøvene fra de 24 prøvetakingsstasjonene.

Stasjon	Område	Havdyp [m]	Leir < 2 µm [%]	Silt 2- 63 µm [%]	Finnstoff <63µm [%]	Sand 63- 2000 µm [%]	Grus >2000 µm [%]	NGU sediment Klassifikasjon
R494MC030	Finnmark	250	2,6	32,4	35,0	64,0	1,0	Siltholdig sand
R498MC033	Finnmark	236	3,5	44,1	47,6	52,4	0,0	Siltholdig sand
R502MC034	Finnmark	323	5,6	62,7	68,3	31,7	0,0	Sandholdig silt
R531MC035	Troms III	371	6,4	71,6	78,0	22,0	0,0	Sandholdig silt
R534MC036	Troms III	318	4,3	45,6	49,9	50,1	0,0	Siltholdig sand
R542MC037	Troms III	1.072	2,0	15,8	17,8	66,8	15,4	Grusholdig slamholdig sand
R549MC038	Troms III	337	3,9	47,8	51,7	48,3	0,0	Sandholdig silt
R556MC039	Troms III	281	4,1	49,5	53,6	46,4	0,0	Sandholdig silt
R561MC040	Troms III	187	1,3	9,6	10,9	77,9	11,2	Grusholdig slamholdig sand
R567MC041	Troms III	242	4,0	44,3	48,3	51,7	0,0	Siltholdig sand
R571BX109	Troms III	583	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	Sand
R573MC043	Troms III	937	1,7	12,0	13,7	61,1	25,2	Grusholdig slamholdig sand
R578BX112	Troms III	707	0,8	7,2	8,0	59,5	32,5	Slamholdig sandholdig grus
R595MC045	Troms III	304	1,5	14,6	16,1	83,9	0,0	Siltholdig sand
R613MC047	Troms III	247	1,9	38,6	40,5	59,5	0,0	Siltholdig sand
R618MC048	Troms III	259	2,4	26,6	29,0	66,2	4,8	Grusholdig slamholdig sand
R621MC049	Troms III	203	2,8	36,8	39,6	60,4	0,0	Siltholdig sand
R628MC050	Troms III	213	2,6	36,7	39,3	60,7	0,0	Siltholdig sand
R631MC051	Troms III	193	3,9	47,1	51,0	49,0	0,0	Sandholdig silt
R636MC052	Troms III	294	4,1	44,1	48,2	51,8	0,0	Siltholdig sand
R642MC053	Nordland VI	2.352	8,5	68,6	77,1	22,9	0,0	Sandholdig silt
R646MC054	Nordland VI	2.085	7,9	69,6	77,5	22,9	0,0	Sandholdig silt
R653GR452	Nordland VI	1.802	5,8	46,0	51,8	46,1	2,1	Grushold sandholdig silt
R657BX124	Nordland VI	858	2,5	22,8	25,3	47,2	27,5	Siltholdig grusholdig sand

Kart over kornstørrelsesfordelingen er presentert i Figur 6. Overflateprøvene fra de tre stasjonene i Nordkapp-transektet viser at prøvene fra R494MC030 og R498MC033 består av siltholdig sand, mens det på den dypere stasjonen R502MC034 lengst mot sør finnes sandholdig silt. Stasjonene i Troms III består for det meste av siltholdig sand, og i enkelte tilfeller av grusholdig slamholdig sand. Det er ikke noen sammenheng mellom havdyp og andel finstoff. Prøvene fra skråningen på Troms III R542MC037 og R573MC043 består av grusholdig slamholdig sand, mens R578BX112 består av slamholdig sandholdig grus. R571BX112 består av sand. De 4 prøvetakingsstasjoner fra dyphavssletten i Nordland VI og kontinentalskråningen viser at de to

dypeste stasjonene, R642MC053 og R646MC054, består av sandholdig silt. Sedimentene på de to stasjonene R653GR452 og R657BX124 består av grovere sedimenter, henholdsvis grusholdig sandholdig silt og siltholdig grusholdig sand.

Kornstørrelsesfordelingen har betydning for konsentrasjonen av forurensende stoffer. Finkornig sediment og organisk materiale binder forurensende stoffer til seg i høyere grad enn mer grovkornige sedimenter, som sand- og grusholdige sedimenter. Disse har i mindre grad evne til å binde forurensende stoffer.



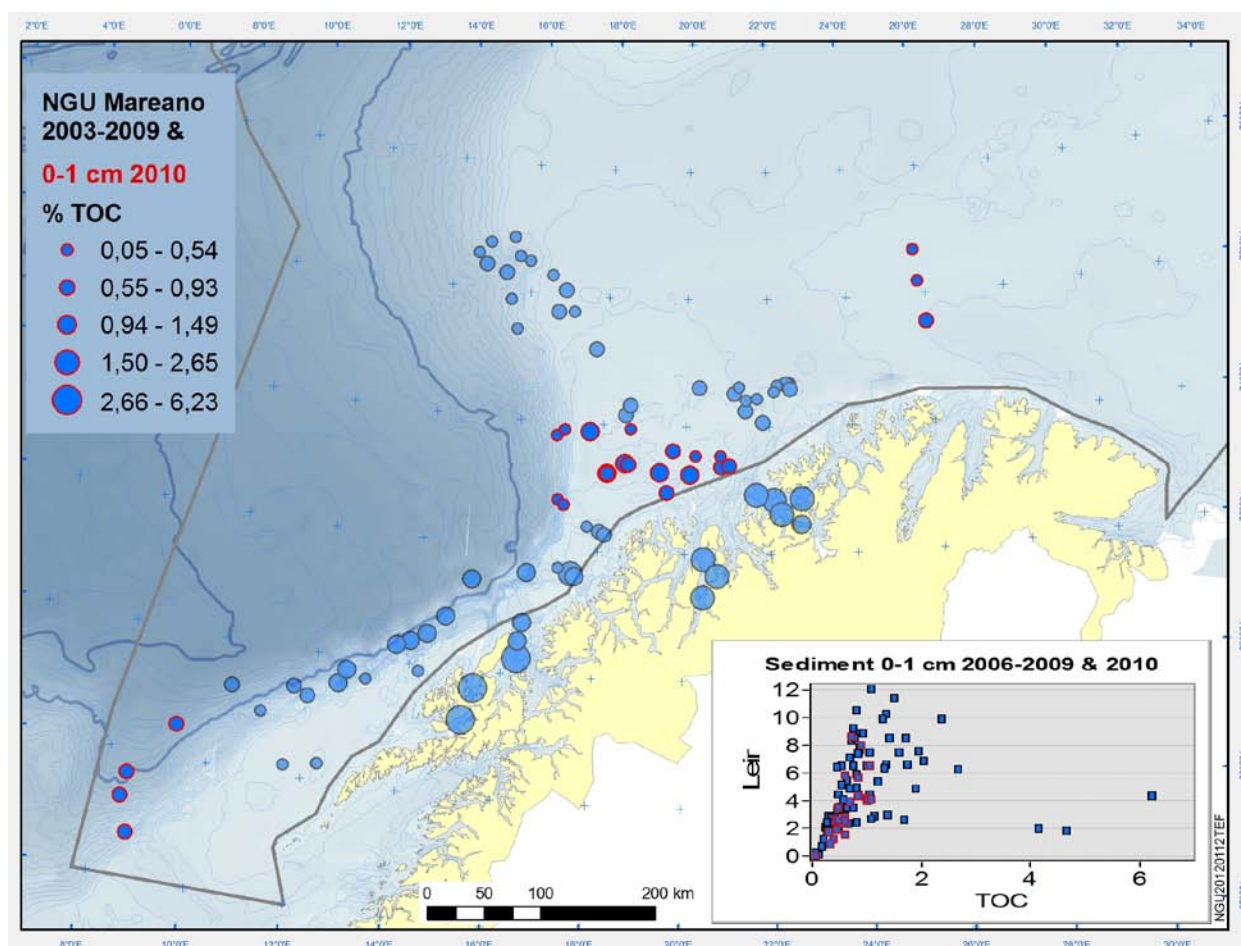
Figur 6. Kornstørrelsesfordeling i prøvene ved 0-1 cm dyp i kjernene. De 24 stasjonene fra 2010 er vist med klare farger og større sirkler mens resultatene fra 2006-2009- toktene har mer diffuse farger.

Tabell 4 viser statistikk over kornstørrelsesfordelingen i overflateprøvene. Kornstørrelsesdataene finnes i Vedlegg 1. Kart over innhold av organisk karbon (TOC) i overflateprøvene er vist i Figur 7. Overflateprøvene fra de tre stasjonene i Nordkapp-transektet varierer fra 0,41 til 0,87 vekt %, med høyest TOC i R502MC037, som også har mest finkornet sediment av de tre stasjonene. De 17 prøvene fra Troms III viser stor variasjon, fra <0,1 % TOC i R571BX109 (under deteksjonsgrensen) til 1,06 % TOC i R636MC053. De 4 stasjonene fra fra dyphavssletten

i Nordland VI og kontinentalskråning har TOC-verdier varierende fra 0,59 % til 0,88 %, hvor R646MC054 på dyphavssletten har den høyeste TOC-verdien.

Tabell 4. Kornstørrelsesfordelinger, TOC, CaCO₃ og total svovel for overflateprøvene (0-1 cm kjernedyp)

Sedimentfraksjon	Min.	Median	Gjennomsnitt	Max.
Leir [%]	0,0	3,1	3,5	8,5
Silt [%]	0,0	41,4	37,3	71,6
Finstoff [%] (<i>leir + silt</i>)	0,0	44,1	40,8	78,0
Sand [%]	22,0	52,1	54,3	100,0
Grus [%]	0,0	0,0	4,6	32,5
TOC [vekt %]	<0,10	0,59	0,63	1,06
Karbonat [vekt %]	2,38	19,45	21,10	70,30
Svovel [vekt %]	0,01	0,10	0,10	0,25



Figur 7. TOC-konsentrasjon. TOC-konsentrasjoner i overflatesedimentene (0-1 cm) fra 2010 er uthevet med rød sirkel og mørkere blå fyllfarge. TOC data fra stasjoner i 2006-2009 er presentert med svakere blå farge.

Andelen av karbonat i sedimentene beregnes fra LECO-dataene, og gjøres ut fra antakelsen om at karbon (C) som ikke er av organisk opprinnelse er bundet i karbonat (CaCO₃).

Karbonatverdiene i vektprosent beregnes fra følgende formel:

$$(TC - TOC) \times (CaCO_3/C) = (TC - TOC) \times 8,33$$

TC er innholdet av total karbon. Analysedataene er fra LECO.

Det er lav andel karbonat på de tre stasjonene i Nordkapp-transektet, 3,1-5,9 vekt %, mens det er stor variasjon for de 17 Troms III-stasjonene, varierende fra 2,4 til 70,3 vekt %, og med et gjennomsnitt på 23,9 vektprosent. Stasjonene fra dyphavssletten i Nordland VI, R642MC053 og R646MC054, har 27 henholdsvis vektprosent og 31 vektprosent karbonat. Dette er høyere enn stasjonene på kontinentalskråningen som har henholdsvis 18,5 vekt % og 10,4 vekt %.

Karbonat i sedimentene antas å ha opprinnelse i biologisk materiale – i hovedsak skjell fra mikroorganismer og skjell fra større bunnlevende dyr og organismer (eksempelvis kråkeboller og koraller). Det er generelt lave svovelverdier (S) i prøvene, noe som tyder på at overflatesedimentene ikke har vært utsatt for reduserende eller anoksiske forhold på noen av de 24 prøvetakingsstasjonene.

5.1.2 Innhold av tungmetaller, arsen, barium og tributyltinn (TBT)

Det er analysert for tungmetallene bly (Pb), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), sink (Zn), samt arsen (As) i overflateprøvene fra samtlige 24 prøvetakingsstasjoner, og tributyltinn (TBT) på 4 prøvetakingsstasjoner. Tungmetall- og arsenkonsentrasjonene i sedimentprøvene er sammenlignet med Klif sitt klassifiseringssystem for forurensingsnivåer i sedimenter i kyst- og fjordområder (Molvær m. fl., 1997; SFT, 2007). Klassifiseringssystemet er delt inn i følgende klasser:

Klasse I: bakgrunn; klasse II: god; klasse III: moderat; klasse IV: dårlig; klasse V: svært dårlig

Barium (Ba) er også inkludert selv om Ba ikke er et toksisk element. Olsgård og Gray (1995) og Rye (1996) har rapportert fra utslipp av barytt fra norsk offshore-virksomhet i Nordsjøen. Ba i sedimenter i Skagerrak er rapportert, og de forhøyede verdiene øverst i sedimentene er tillagt tilførsel av barium fra boreslam brukt i Nordsjøen og avsatt med havstrømmer i Skagerrak (Sæther m. fl., 1996; Thorsnes og Klungsøyr, 1997; Lepland m. fl., 2000). Dehairs m.fl.(1980) og Nuernberg m. fl. (1997) beskriver andre prosesser for forekomst av Ba i sedimenter: det dannes små baryttkrystaller i mikronisjer i organisk materiale som brytes ned i vannsøylen, spesielt i områder med høy biologisk produktivitet.

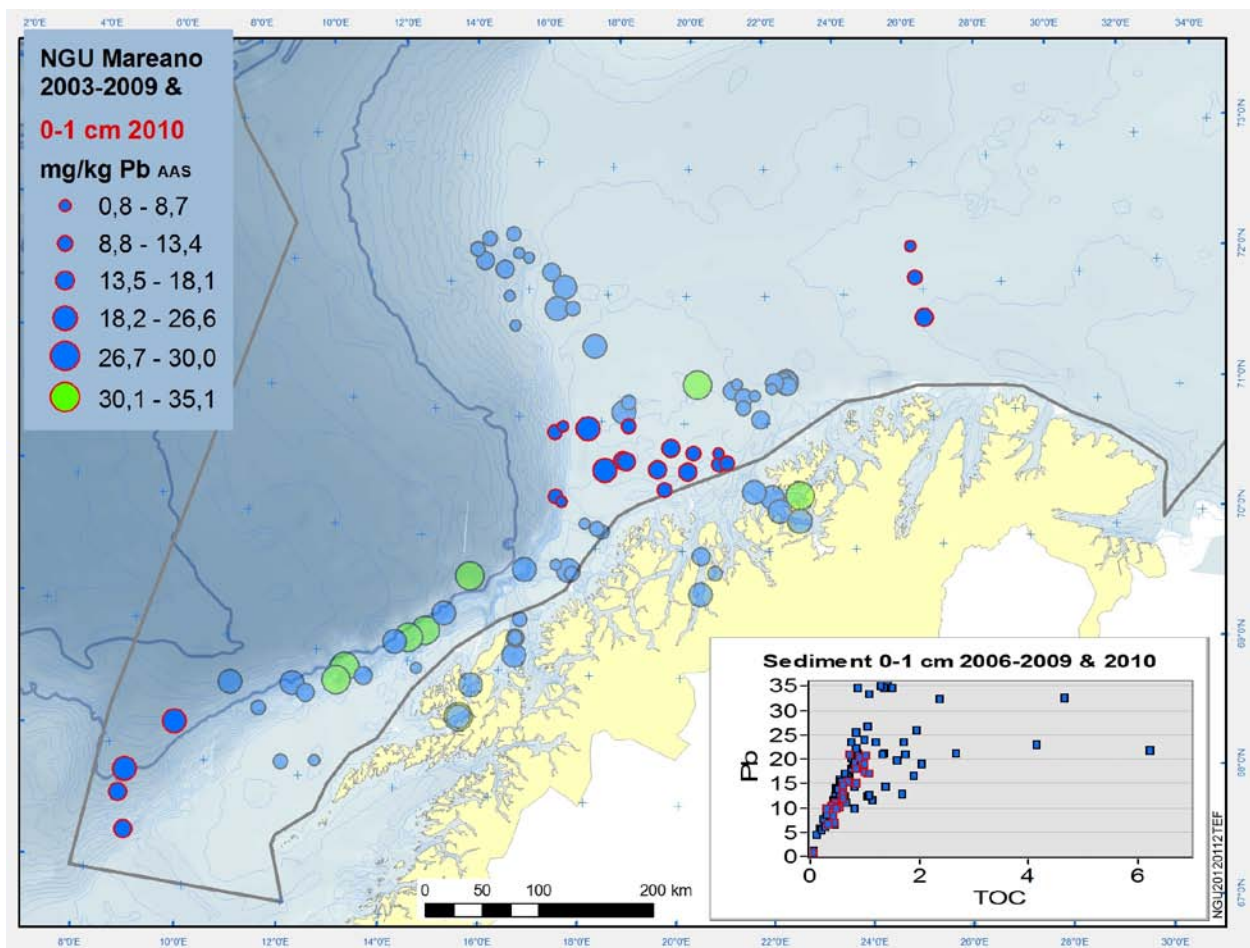
Tabell 4 gir minimum, gjennomsnitt, median og maksimumsverdier for de angitte stoffene. Kart som viser konsentrasjoner av tungmetallene, arsen og barium i overflatesedimentene finnes i Vedlegg 3.

Arsen (As)

As-konsentrasjonene varierer fra 1,2 til 14,8 mg/kg tørrvekt sediment (TS) med en gjennomsnittsverdi på 5,3 mg/kg sediment. De største konsentrasjonene er funnet i de to stasjonene på dyphavssletten i Nordland VI. Alle prøver er i Klif tilstandsklasse I for kyst- og fjordsedimenter (<20 mg/kg TS).

Bly (Pb)

Pb-konsentrasjonen i overflatesedimentene varierer fra 0,8 til 21,1 mg/kg TS (Figur 8). De største konsentrasjonene er fra Nordland VI. Samtlige prøver er i Klif tilstandsklasse I for kyst- og fjordsedimenter (< 30 mg/kg TS).



Figur 8. Blykonsentrasjon i prøvene fra 0-1 cm kjernedyp. Stasjonene fra 2010 er angitt med mørkere blåfarge og rød kant. De øvrige prøvepunktene er fra 2006-2009. Flere av stasjonene fra 2006-2009 (grønt fyll) har blykonsentrasjon i klasse II (30-83 mg/kg TS). Alle øvrige prøver er i klasse I (bakgrunn).

Kadmium (Cd)

Cd-konsentrasjonene varierer fra <0,02-0,19 mg/kg TS. Alle 24 prøver har konsentrasjoner svarende til Klif klasse I (<0,25 mg/kg TS) for fjord- og kystsedimenter.

Kobber (Cu)

Cu er registrert i samtlige prøver, med konsentrasjoner fra <1,0-18,8 mg/kg TS. Samtlige 24 overflateprøver er i Klif tilstandsklasse I for fjord- og kystsedimenter (<35 mg/kg TS).

Krom (Cr)

Krom varierer fra 5,9 til 31,8 mg/kg TS, og samtlige 24 prøver er i Klif tilstandsklasse I for kyst og fjordsedimenter (<70 mg/kg TS).

Kvikksølv (Hg)

Hg er registrert i 23 av de 24 overflateprøvene. Hg-konsentrasjonene varierer fra under deteksjonsgrensen på 0,005 mg/kg TS (R571BX109) til 0,037 mg/kg TS (R642MC053). Alle Hg-verdiene er i tilstandsklasse I (<0,15 mg/kg TS).

Nikkel (Ni)

Ni varierer fra 3,9 til 25,0 mg/kg TS. Samtlige 24 overflateprøver er i tilstandsklasse I for kyst og fjordsedimenter (< 30 mg/kg TS).

Sink (Zn)

Sinkkonsentrasjonene varierer fra 6,7 mg/kg til 58,6 mg/kg TS, tilsvarende bakgrunnsnivå, klasse I, for samtlige prøver.

Barium (Ba)

Bariumkonsentrasjonene varierer fra 10,2 til 234 mg/kg TS med de høyeste konsentrasjonene i prøvene fra Nordland VI og med et gjennomsnitt på 77,2 mg/kg TS. Nivåene avviker ikke

vesentlig fra tidligere analyserte prøver fra området, rapportert i Jensen m. fl. (2007, 2008, 2009, 2010a og 2010b).

Tributyltinn (TBT)

TBT er et stoff som brukes for å hindre algevekst på skipsskrog, og er en meget toksisk, organisk tinnforbindelse (Braastad, 2000). Det er utført analyser i intervallet 0-2 cm kjernedyp (1 cm tykke skiver) fra stasjonene R502MC034 (Nordkapp-transektet), R531MC035 (Troms III), R642MC053 og R646MC054 (Nordland VI). For samtlige 4 prøver er TBT-konsentrasjonene under deteksjonsgrensen på 1 µg/kg TS.

Tabell 4. Minimum, gjennomsnitt, median og maksimumsverdier for tungmetaller, arsen og barium fra prøver i dybdeintervallet 0-1 cm på 24 prøvetakingsstasjoner. Tributyltinn er analysert i prøver fra 4 stasjoner i intervallet 0-2 cm kjernedyp (1 cm skiver).

Kjemisk stoff	Minimum	Medianverdi	gjennomsnitt	Maksimum
Arsen (As) [mg/kg]	2,6	4,6	5,3	14,8
Bly (Pb) [mg/kg]	0,8	13,7	13,4	21,1
Kadmium (Cd) [mg/kg]	<0,02	0,105	0,103	0,190
Kobber (Cu) [mg/kg]	<1,0	6,95	8,2	18,8
Krom (Cr) [mg/kg]	5,9	17,6	17,2	31,8
Kvikksølv (Hg) [mg/kg]	0,010	0,020	0,020	0,037
Nikkel (Ni) [mg/kg]	3,9	15,2	14,9	25,0
Sink (Zn) [mg/kg]	6,7	34,5	33,4	58,6
Barium ² (Ba) [mg/kg]	10,2	66,0	77,2	234,0
Tributyltinn ¹ (TBT) [µg/kg]	<1,0	-	-	-

¹TBT (Vedlegg 2).

²Ba er ikke på Klifs liste, men er av interesse i forhold til utslipp av barytt i forbindelse med boreoperasjoner.

Resultatene er oppsummert i Tabell 5, og antall prøver i de 5 tilstandsklassene I-V er vist i tabellen.

Tabell 5. Metaller, arsen og TBT i henhold til Klifs tilstandsklasser for marine overflatesedimenter. Uthevet skrift viser antall 0-1 cm prøver i hver av klassene I-V.

Parametere	Forurensingsnivåer				
	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Arsen (mg/kg)	<20	20 – 52	52 – 76	76 – 580	>580
As	24	0	0	0	0
Bly (mg/kg)	<30	30 – 83	83 – 100	100 – 720	>720
Pb	24	0	0	0	0
Kadmium (mg/kg)	<0,25	0,25 – 2,6	2,6 – 15	15 – 140	>140
Cd	24	0	0	0	0
Kobber (mg/kg)	<35	35 – 51	51 – 55	55 – 220	>220
Cu	24	0	0	0	0
Krom (mg/kg)	<70	70 – 560	560 – 5900	5900 – 59000	>59000
Cr	24	0	0	0	0
Kvikksølv (mg/kg)	<0,15	0,15 – 0,63	0,63 – 0,86	0,86 – 1,6	>1,6
Hg	24	0	0	0	0
Nikkel (mg/kg)	<30	30 – 46	46 – 120	120 – 840	>840
Ni	24	0	0	0	0
Sink (mg/kg)	<150	150 – 360	360 – 590	590 – 4500	>4500
Zn	24	0	0	0	0
TBT (µg/kg)	<1	1 – 5	5 – 20	20 – 100	>100
	4	0	0	0	0

6. OPPSUMMERING

Det ble tatt sedimentprøver for forurensningsanalyser på i alt 24 prøvetakingsstasjoner, herav 3 stasjoner fra Nordkapp-transektet utenfor Finnmarkkysten, 17 stasjoner fra Troms III og 4 stasjoner fra Nordland VI.

Sedimentene består av sandig silt og siltholdig sand. I enkelte tilfeller består overflatesedimentene av grusholdig sand. Organisk C varierer fra <0,1 vekt % til 1,06 vekt %.

De kjemiske analysene av overflateprøvene (0-1 cm kjernedyp) fra de 24 stasjonene prøvetatt av MAREANO i 2010 viser at As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn har verdier i Klifs klasse I for kyst og fjordsedimenter, tilsvarende bakgrunnsnivå.

TBT-analysene fra 4 utvalgte prøvetakingsstasjoner viser at analyseresultatene er under deteksjonsgrensen på 1 µg/kg sediment.

7. REFERANSER

- Braastad, G. 2000: Kort innføring i toksikologi – økotoksikologisk risikovurdering – veiledning – Del IIA. SFT-rapport TA 1756, 46 sider.
- Bøe R., Dolan M., Thorsnes T., Lepland A., Olsen H., Totland O. & Elvenes S. 2010: Standard for geological seabed mapping offshore. NGU-rapport nr. 2010.033, 15 sider.
- Dehairs, F., Chesselet, R., & Jedwab, J. 1980: Discrete suspended particles of barite and the barium cycle in the ocean. *Earth Planetary Science Letters*, vol. 49, 528-550.
- Jensen, H.K.B., Knies, J., Finne, T.E. & Thorsnes, T. 2007: MAREANO 2006 - miljøgeokjemiske resultater fra Tromsøflaket, Ingøydjupet og Sørøysundet, NGU-rapport 2007.059, 249 sider inkl. vedlegg.
- Jensen, H.K.B., Knies, J., Finne, T.E. & Thorsnes, T. 2008: MAREANO 2007 - miljøgeokjemiske resultater fra Troms II og Troms III, NGU-rapport 2008.077, 253 sider inkl. vedlegg.
- Jensen, H.K.B., Knies, J., Finne, T.E. & Thorsnes, T. 2009: MAREANO 2008 – miljøgeokjemiske resultater fra havområdene utenfor Lofoten – Troms, NGU-rapport 2009.057, 31sider inkl. CD med vedlegg.
- Jensen, H.K.B., Knies, J., Finne, T.E. & Thorsnes, T. 2010a: MAREANO 2009 – miljøgeokjemiske resultater fra Eggakanten, NGU-rapport 2010.016, 31 sider inkl. CD med vedlegg.
- Jensen H. K. B, Knies J., Finne, T.E. & Thorsnes, T. 2010b: MAREANO 2009 – miljøgeokjemiske resultater fra Eggakanten, Tromsøflaket og Nordland VII, NGU-rapport 2010.063, 36 sider inkl. CD med vedlegg.
- Knies, J., Jensen, H.K.B., Finne, T.E., Lepland, A. & Sæther, O.M. 2006: Sediment composition and heavy metal distribution in Barents Sea surface samples: Results from Institute of Marine Research 2003 and 2004 cruises. NGU-report 2006.067, 1-35.
- Lepland, A., Sæther O. M. & Thorsnes T. 2000: Accumulation of barium in recent Skagerrak sediments: sources and distribution control. *Marine Geology*, vol. 163, s. 13 – 26.
- MAREANO 2010: Årsrapport, 21 sider. www.mareano.no.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. & Sørensen, J. 1997: Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Veiledning. SFT-rapport 97:03, TA-1467, 36 sider.
- Nuernberg C. C., Bohrmann G., Schlueter M. & Frank M. 1997: Barium accumulation in the Atlantic sector of the Southern Ocean. Results from 190,000-year records. *Paleoceanography*. Vol. 12 (4), 594-603.
- Olsgård F. & Gray J. 1995: A comprehensive analysis of the effects of offshore oil and gas exploration and production on the benthic communities of the Norwegian continental shelf. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 122, 277-306.
- Rye H. 1996: Miljøeffekter av utslipp fra borekjemikalier. Rapport fra OLF. IKU Petroleumsforskning. Rapport nr. 42.4053.00/01/96. 98 sider.
- SFT 2007: Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. SFT-veileder 2229, 11 sider.
- Sæther O. M., Faye G., Thorsnes T., Rise L., Longva O. & Bøe R. 1996: Regional distribution of manganese, phosphorus, heavy metals, barium, and carbon in sea-bed sediments (0-2 cm)

from the northern part of the Norwegian Skagerrak. Geological Survey of Norway Bull., no. 430, 103-112.

Thorsnes T. & Klungsøyr J. 1997: Contamination of Skagerrak sediments due to man-made inputs during the last 200 years. In: O. Longva and T. Thorsnes (Editors), Skagerrak in the past and at the present - an integrated study of geology, chemistry, hydrography and microfossil ecology. Geological Survey of Norway, Special Publication, vol. 8, 52-79.

Vorren T. O. & Vassmyr, S. 1991: The continental shelf surficial sediments, 1:3 mill. Nasjonalatlas for Norge, kartblad 2.3.8, Statens kartverk, Norway (1991).