

NGU Rapport 2010.016

MAREANO 2009 - miljøgeokjemiske resultater  
fra Eggakanten

Rapport nr.: 2010.016		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: MAREANO 2009 - miljøgeokjemiske resultater fra Eggakanten			
Forfatter: H. K. B. Jensen, J. Knies, T. E. Finne og T. Thorsnes		Oppdragsgiver: MAREANO	
Fylke:		Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 31	Pris: 190,-
Feltarbeid utført: April 2009		Rapportdato: 30.04.2010	Prosjektnr.: 311703
		Ansvarlig: <i>Reidulv Bøe</i> Reidulv Bøe	
<p><b>Sammendrag:</b></p> <p>I 2009 ble det tatt sedimentprøver for miljøundersøkelser på 12 prøvetakingsstasjoner på MAREANO-tokt med F/F G.O. Sars på Eggakanten. Sedimentene ble 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 utvalgte prøvetakingsstasjoner.</p> <p>Tungmetallnivåene i overflatesedimentene er generelt lave, og havner i Klima- og forurensningsdirektoratets (Klifs) klasse I for fjord- og kystsedimenter. Tributyltinn (TBT) er ikke påvist i overflateprøvene (0-2 cm) fra 4 prøvetakingsstasjoner.</p> <p><sup>210</sup>Pb dateringsanalysene fra 4 prøvetakingsstasjoner viser at sedimentasjonsratene varierer fra 0,9 til 1,4 millimeter pr. år med størst sedimentasjonsrate på stasjon R406 på skråningen, mens det er litt lavere sedimentasjonsrate på sokkelen, trolig et resultat av litt sterkere havstrømmer som reduserer avsetning av finstoff (leir og silt).</p> <p>Analyse av sedimentkjerner viser økte konsentrasjoner av Hg og Pb i den øverste delen av kjernene. Økte konsentrasjoner mot toppen av kjernene skyldes trolig langtransport forurensning fra antropogene kilder. Til tross for økte konsentrasjoner av Hg og Pb mot overflaten i disse kjernene, er nivåene innenfor Klifs klasse I forurensningsnivå for Hg og Pb. Hg øker fra et bakgrunnsnivå på ca. 0,010 ppm til ca. 0,030 ppm, og økningen starter fra 1940-tallet og 1950-tallet for de to <sup>210</sup>Pb daterte sedimentkjernene fra skråningen.</p>			
Emneord: Maringeologi	Sediment	Forurensning	
Tungmetaller	Arsen	Tributyltinn	
Barium	Miljø	Geokjemi	

## INNHold

1.	INNLEDNING .....	6
2.	TOKT OG PRØVETAKING .....	7
3.	DATA OG METODIKK .....	9
4.	KVALITETSKONTROLL .....	9
5.	RESULTATER .....	9
5.1	Overflateprøver (0-1 cm) .....	9
5.1.1	Kornstørrelsesfordeling, organisk karbon og karbonat .....	10
5.1.2	Innhold av tungmetaller, arsen, barium og tributyltinn (TBT) .....	13
5.2	Kjerneprøver ( <sup>210</sup> Pb-datering, TOC, CaCO <sub>3</sub> , S, kornfordeling) .....	17
5.2.1	Bly-isotop 210 ( <sup>210</sup> Pb) -datering og sedimentakkumulasjonsrater .....	17
5.2.2	Karbon-, karbonat- og svovelinnhold .....	19
5.2.3	Kornstørrelsesfordeling .....	20
5.2.4	Diskusjon .....	22
5.2.5	Oppsummering .....	23
5.3	Tungmetaller, barium og arsen i 4 <sup>210</sup> Pb-daterte sedimentkjerner .....	24
5.3.1	R405MC031 på kontinentalskråningen .....	24
5.3.2	R406MC032 på kontinentalskråningen .....	25
5.3.3	R421MC033 på kontinentalsokkelen .....	26
5.3.4	R431MC035 på kontinentalsokkelen .....	27
6.	OPPSUMMERING .....	29
7.	REFERANSER .....	30

## FIGURER

- Figur 1. Oversiktskart for MAREANO-området og prøvetakingsstasjoner.
- Figur 2. 12 prøvetakingsstasjoner fra vårtoktet 2009.
- Figur 3. Multicoreren på vei ut fra skipssiden på F/F G.O. Sars, klar for prøvetaking.
- Figur 4. Multicorer toppslice (0 – 1 cm) fra stasjon R391 klar for å bli kuttet.
- Figur 5. Kornstørrelsesfordeling leir, silt, sand og grus i 0 – 1 cm prøvene.
- Figur 6. TOC-konsentrasjoner i overflatesedimentene (0 – 1 cm) fra 12 prøvetakingsstasjoner.
- Figur 7. Pb i overflateprøvene (0 – 1 cm) fra MAREANOs vårtokt i 2009.
- Figur 8. Hg i overflateprøvene (0 – 1 cm) fra MAREANOs vårtokt i 2009.
- Figur 9. Total  $^{210}\text{Pb}$  aktivitet (dpm/g) i daterte sedimentkjerner fra MAREANO vårtoktet 2009.
- Figur 10. Dybde kryssplott for 3  $^{210}\text{Pb}$  alder –daterte sedimentkjerner.
- Figur 11. Variasjoner i organisk karbon, karbonat og svovel i sedimenter fra 4  $^{210}\text{Pb}$  daterte kjerner.
- Figur 12. Variasjon i kornfordeling (fraksjonene 63-125 $\mu\text{m}$  og 125-250  $\mu\text{m}$ ) fra 4  $^{210}\text{Pb}$ -daterte kjerner..
- Figur 13. Variasjoner i kornfordeling for fraksjonen 500-2000  $\mu\text{m}$  i 4  $^{210}\text{Pb}$ -daterte kjerner.
- Figur 14. Tungmetall, arsen, TOC, karbonat og finstoff i kjerne R405MC031.
- Figur 15. Tungmetall, arsen, TOC, karbonat og finstoff i kjerne R406MC032.
- Figur 16. Tungmetall, arsen, TOC, karbonat og finstoff i kjerne R421MC033.
- Figur 17. Tungmetall, arsen, TOC, karbonat og finstoff i kjerne R431MC035.

## TABELLER

- Tabell 1 Prøvetakingsstasjoner.
- Tabell 2 Kornstørrelser og type klassifisering.
- Tabell 3 Kornstørrelsesfordelinger, TOC,  $\text{CaCO}_3$  og total svovel for overflateprøvene (0 – 1 cm) fra de 12 prøvetakingsstasjonene.
- Tabell 4 Minimum, gjennomsnitt, median og maksimumverdier for tungmetaller, arsen og barium fra prøver i dybdeintervallet 0 – 1 cm på 12 prøvetakingsstasjoner.
- Tabell 5 Klima og forurensingsdirektoratets (Klifs) marine forurensingsklassifisering for metaller og uorganiske elementer i fjorder og kystsedimenter.
- Tabell 6 Daterte sedimentkjerner fra MAREANO vårtoktet 2009.
- Tabell 7 Kjerne R405MC031 (0 – 33 cm) minimum, median og maksimumsverdier for tungmetaller, arsen og barium.
- Tabell 8 Kjerne R406MC032 (0 – 33 cm) minimum, median og maksimumsverdier for tungmetaller, arsen og barium.
- Tabell 9 Kjerne R421MC033 (0 – 31 cm) minimum, median og maksimumsverdier for tungmetaller, arsen og barium.
- Tabell 10 Kjerne R431MC035 (0 – 27 cm) minimum, median og maksimumsverdier for tungmetaller, arsen og barium.

## **VEDLEGG (CD eller tilgjengelig digitalt ved nedlasting fra [www.mareano.no](http://www.mareano.no))**

### Vedlegg 1.

Prøveliste og analyseresultater for prøver fra 12 prøvetakingsstasjoner, NGU Lab analyserapport nr.2009.0222. Kornstørrelse, Leco (total S, total C og organisk C), HNO<sub>3</sub>-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 Norge AS analyserapport. 0-2 cm prøver fra 4 prøvetakingsstasjoner.

### Vedlegg 3

<sup>210</sup>Pb datering av kjerner fra 4 prøvetakingsstasjoner. DHI Analyserapport nr. 11091401.

### Vedlegg 4

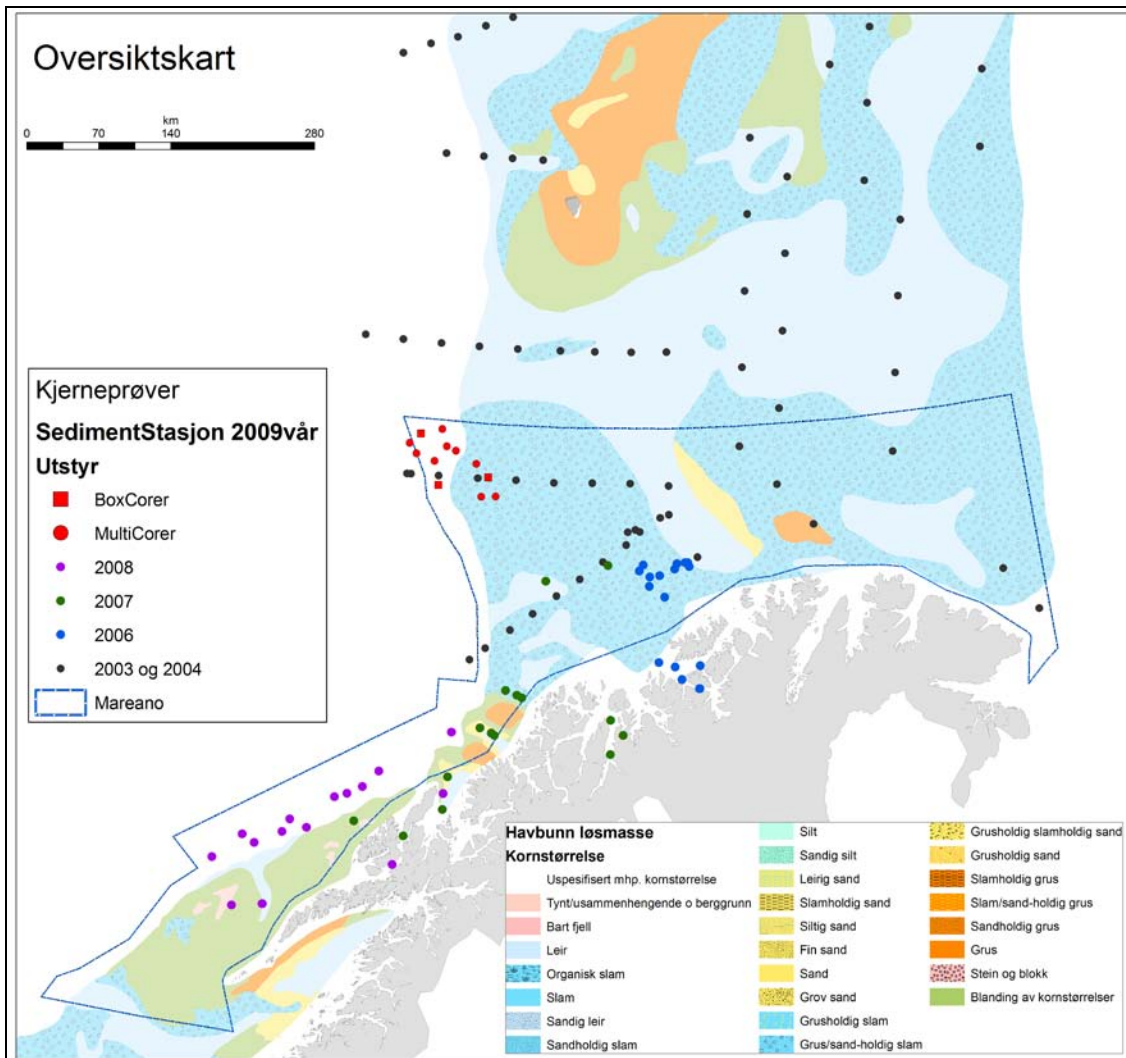
Kart over stasjonsoversikt og analysedata for kornstørrelsesfordeling, andel finstoff (< 63 µm), TOC, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn (0 – 1 cm). 13 kart

### Vedlegg 5

Geokjemiske profiler for samtlige 4 analyserte sedimentkjerner. Parametrene omfatter: TOC (vekt %), <63µm fraksjon (%), karbonatandel (vekt %), As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn (alle ppm).

## 1. INNLEDNING

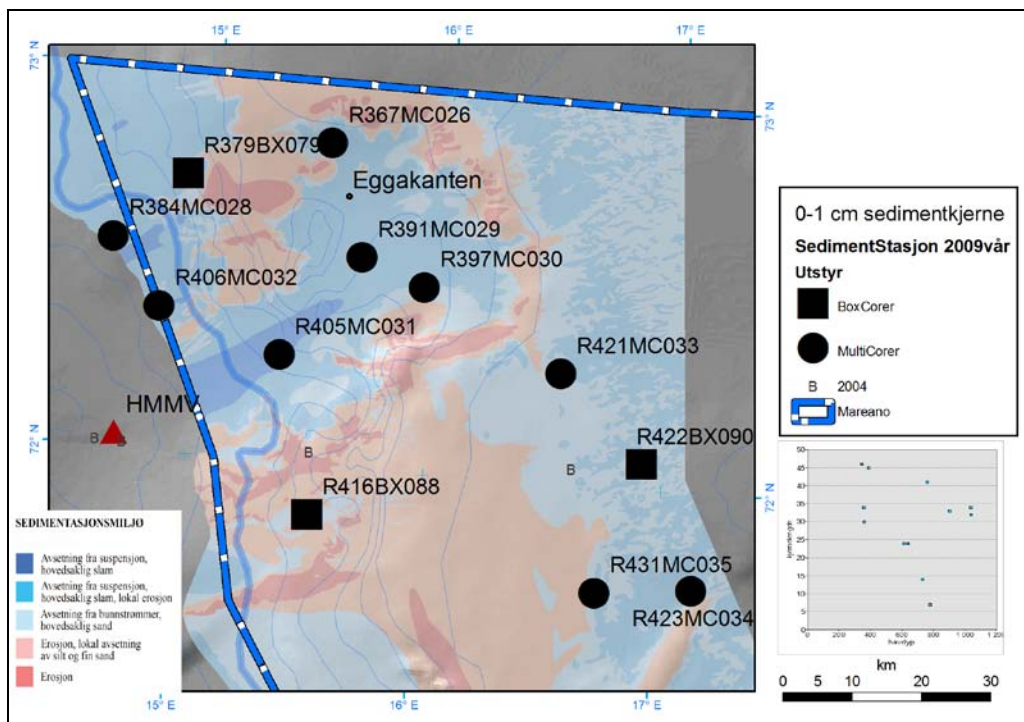
MAREANO-programmet for 2005-2010 har hatt som mål å kartlegge området vist i Figur 1, som dekker et areal på mer enn 142 000 km<sup>2</sup>. Sedimentprøvetaking fra tidligere MAREANO-tokt og 2 tokt i regi av Havforskningsinstituttet i 2003 og 2004 er vist på Figur 1.



Figur 1. Oversikt over MAREANO-området og prøvetakingsstasjoner. Prøver tatt på vårtoktet i 2009 er vist med røde punkter på Eggakanten og i den nordvestlige delen av MAREANO-området. Prøvepunktene fra HI-toktene i 2003 og 2004 er vist som svarte punkter (Knies m. fl., 2006). Prøvetaking av sedimenter fra toktet i 2006 er vist som blå punkter (Jensen m. fl., 2007). Prøvetaking av sedimenter fra toktene i 2007 er vist som grønne punkter (Jensen m. fl., 2008). Fiolette punkter er prøver tatt i 2008, rapportert i Jensen m. fl. (2009). Sedimentbakgrunnskartet med tegnforklaring for sedimenttyper er fra Vorren og Vassmyr (1991).

Detaljkart av Eggakanten i den nordvestlige delen av MAREANO-området er vist i Figur 2.

Håkon Mosby Mud Vulcano (HMMV) ligger noen få kilometer vest for MAREANO-området på 1 250 m havdyp.



Figur 2. 12 prøvetakingsstasjoner fra vårtoktet 2009. Avgrensning av MAREANO-området er vist med blå linje. Geokjemi for sedimentprøver angitt med "B" er rapportert i Knies m. fl. (2006). Bakgrunnskartet viser dagens sedimentasjonsmiljø ([www.mareano.no](http://www.mareano.no)). Rød trekant: Håkon Mosby Mud Vulkan (HMMV), som ligger ca. 15 km vest for det kartlagte området.

## 2. TOKT OG PRØVETAKING

Toktet våren 2009 ble gjennomført i Eggakanten-området i det sørlige Barentshavet i et ca. 7 000 km<sup>2</sup> stort område av Bjørnøyrenna, vestlige Tromsøflaket og kontinentalskråningen vest for disse (Mortensen og Mortensen, 2009). Det ble tatt kjerner på 12 stasjoner (Figur 2), hvorav 9 stasjoner med multicorer og 3 stasjoner med boxcorer. Tabell 1 gir en oversikt over prøvetakingsstasjonene, havdyp og geografiske posisjoner.

**Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner**

HI Tokt nr.	Stasjon	Område	Geografiske koordinater		Havdyp [m]	Prøvetaker	Kjernelengde [cm]
			Nord	Øst			
2009105	R367MC026	Sokkel	72,42367	15,49583	611	Multicorer	40
	R379BX079	Skråning	72,36667	14,89500	760	Boxcorer	41
	R384MC028	Skråning	72,27483	14,60417	1.037	Multicorer	20
	R391MC029	Sokkel	72,27767	15,66650	728	Multicorer	14
	R397MC030	Sokkel	72,24533	15,94117	635	Multicorer	24
	R405MC031	Skråning	72,14100	15,35367	901	Multicorer	33
	R406MC032	Skråning	72,18967	14,82683	1.035	Multicorer	33
	R416BX088	Skråning	71,93517	15,53317	776	Boxcorer	7
	R421MC033	Sokkel	72,14617	16,54683	386	Multicorer	31
	R422BX090	Sokkel	72,03517	16,91233	343	Boxcorer	40
	R423MC034	Sokkel	71,87320	17,15267	356	Multicorer	29
	R431MC035	Sokkel	71,86228	16,75204	357	Multicorer	27



Prøvetakingsutstyret består av en multicorer som har 6 rør med 106 millimeter indre diameter (Figur 3). Rørenes lengde er 60 cm. Kjerner fra boxcorer er tatt med samme rør, presset ned i sedimentene når boxcoreren er kommet på dekk. Kjerner fra boxcorer er brukt i tilfeller hvor det ikke har vært mulig å bruke multicorer enten grunnet tekniske problemer eller grovkornet bunntype (sand på stasjon R416).



*Figur 3. Multicoreren på vei ut fra skipssiden på F/F G.O. Sars, klar for prøvetaking.*



*Figur 4. Multicorer toppslice (0-1 cm) fra stasjon R391 klar for å bli kuttet. Det er et stort innhold av svampespikler (ser ut som nåler) i sedimentene.*



### 3. DATA OG METODIKK

Ombord ble det gjennomført skiving av kjernen for hver cm fra Ø106 mm prøvetakingsrør (Figur 4). Prøvene ble pakket i polyetylenposer med lynlås før innfrysing til  $-18^{\circ}\text{C}$ . 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  $\text{HNO}_3$ -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  $\mu\text{m}$  (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  $\mu\text{m}$ . 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) og  $^{210}\text{Pb}$ -datering. De eksterne analyserapportene er presentert i Vedlegg 2 og Vedlegg 3.

### 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 tatt utenfor Killingdal flotasjonsanlegg i Trondheim havn. Det er gjennomført 5 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 Vedleggene 1-3. I de fleste sammenhenger benyttes konsentrasjonsenheten mg/kg sediment. Denne er ekvivalent med ppm (parts per million), som er benyttet der plasshensyn krever det. For å kunne operere med datasett for alle observasjoner er alle analyseresultater rapportert  $<$  deteksjonsgrense satt til verdien  $0,5 \times$  deteksjonsgrense 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 4. I tillegg er utvalgte prøver analysert for innhold av tributyltinn (TBT) ved et eksternt analyselaboratorium, Eurofins Norge AS (Vedlegg 2).

### 5.1.1 Kornstørrelsesfordeling, organisk karbon og karbonat

I utgangspunktet er prøvetaking for miljøanalyser gjennomført i områder med finkornige sedimenter. Disse sammenfaller oftest med dype områder. Her kan det forventes mer stabile avsetningsforhold enn på grunnere områder. De fleste prøvetakingsstasjoner er valgt ut før tokt på bakgrunn av multistråldata (dybde og backscatter). Prøvetaking planlegges der en forventer at det avsettes finkornige sedimenter, typisk i dypere havområder. Kornstørrelser, sedimenttyper og klassifikasjon er vist i Tabell 2.

**Tabell 2. Kornstørrelser og type sediment (DNV, 2001; Buchanan, 1984) samt NGU sedimentklassifikasjon)**

Siktediameter (µm)	Beskrivelse	Definisjoner
4.000	Grus	<b>Grus:</b> > 80 % grus <b>Grusholdig slamholdig sand:</b> sand: silt+leir > 1:1, grus < 30% <b>Grov sand:</b> sand > 90 %, inkluderer medium, grov og svært grov sand <b>Sand:</b> sand > 90 %, grus < 2 %, leir + silt < 10 % <b>Fin sand:</b> sand > 90 %, inkluderer fin og veldig fin sand <b>Siltig sand:</b> Sand > 50 %, grus < 2 %, silt:leir > 2:1 <b>Slamholdig sand:</b> sand > 50 %, grus < 2 %, leir:silt fra 1:2 til 2:1, leir + silt < 50 % <b>Leirig sand:</b> sand > 50 %, grus < 2 %, leir :silt >2:1 og leir+silt < 50 % <b>Sandig silt:</b> silt:leire > 2:1, leir + silt >50 % <b>Silt:</b> Leir:silt < 1:2, leir + silt > 90 %, sand < 10 %, grus < 2 % <b>Sandig slam:</b> Leir:silt fra 1:2 – 2:1, leir + silt > 50 %, sand < 50 % <b>Leir:</b> leir:silt > 2:1, leir+silt > 90 %, sand < 10 %, grus < 2 %
2.000	Veldig grov sand	
1.000	Grov sand	
500		
355	Medium sand	
250		
180	Fin sand	
125		
90	Veldig fin sand	
63		
< 63	Silt	
< 2	Leir	

Finkornige sedimenter og organisk materiale, som oftest finnes sammen, binder forurensende stoffer til seg i høyere grad enn mer grovkornige sedimenter, som i mindre grad er i stand til å binde forurensende stoffer.

Tabell 3 viser kornstørrelsesfordelingen i leir, silt, sand og grusfraksjonene i overflateprøvene. Kornstørrelsesdataene for overflateprøvene (0-1 cm) finnes i Vedlegg 1. Kart over kornstørrelsesfordelingen (leir, silt, sand, grus) i overflatesedimentene er vist i Figur 5. Finstoff omfatter silt og leir (<63 µm diameter). Silt (2-63 µm) er sammen med sand (63-2000 µm) de dominerende fraksjoner i de fleste overflateprøvene. Leir (<2 µm) utgjør en mindre del av prøvene, med en maksimal andel på 13,4 %. Sediment i grusfraksjonen utgjør maksimalt 2,3 %. Det er registrert store andeler av svampspikler på flere av prøvetakingsstasjonene som vist i Figur 4.

Overflatesedimentene (antall prøver i parentes) karakteriseres som sandig silt med litt leir (1), sand og silt med litt leir (3), siltig sand (7), og sand (1) etter en modifisert versjon av Folk

(1954). Den sistnevnte prøven er fra stasjon R416 i et område med sandbølger, som viser at dette området er preget av sterke havstrømmer med nordlig retning. Siltig sand på sokkelen tyder på at det er såpass høy energi at sand utgjør mesteparten av sedimentet på disse stasjonene. Det er overveiende siltige sedimenter på skråningen med varierende innhold av sand og leir. Det er lavere energinivå her enn på sokkelen, delvis grunnet større havdyp.

**Tabell 3. Kornstørrelsesfordeling, TOC, CaCO<sub>3</sub> og total svovel for overflateprøvene (0-1 cm kjernedyp) fra de 12 prøvetakingsstasjonene.**

Sedimentfraksjon	Min.	Gjennomsnitt	Max.
Leir [%]	0,2	3,7	6,3
Silt [%]	1,7	31,9	51,5
Sand [%]	42,2	63,8	98,1
Grus [%]	0,0	0,4	2,3
TOC [vekt %]	0,05	0,49	0,82
Karbonat [vekt %]	1,0	13,1	24,4
Svovel [vekt %]	0,01	0,04	0,09

Kart over innhold av organisk karbon (TOC) i overflateprøvene er vist i Figur 6. TOC-verdiene varierer fra 0,05 vekt % fra prøvetakingsstasjon R416 til 0,82 vekt % for prøven fra R431 (sokkelen).

Andelen av karbonat i sedimentene beregnes fra LECO-dataene, og gjøres ut fra antakelsen om at det karbon (C) som ikke er av organisk opprinnelse, er bundet til karbonat (CaCO<sub>3</sub>).

Karbonatverdiene i vektprosent beregnes fra følgende formel:

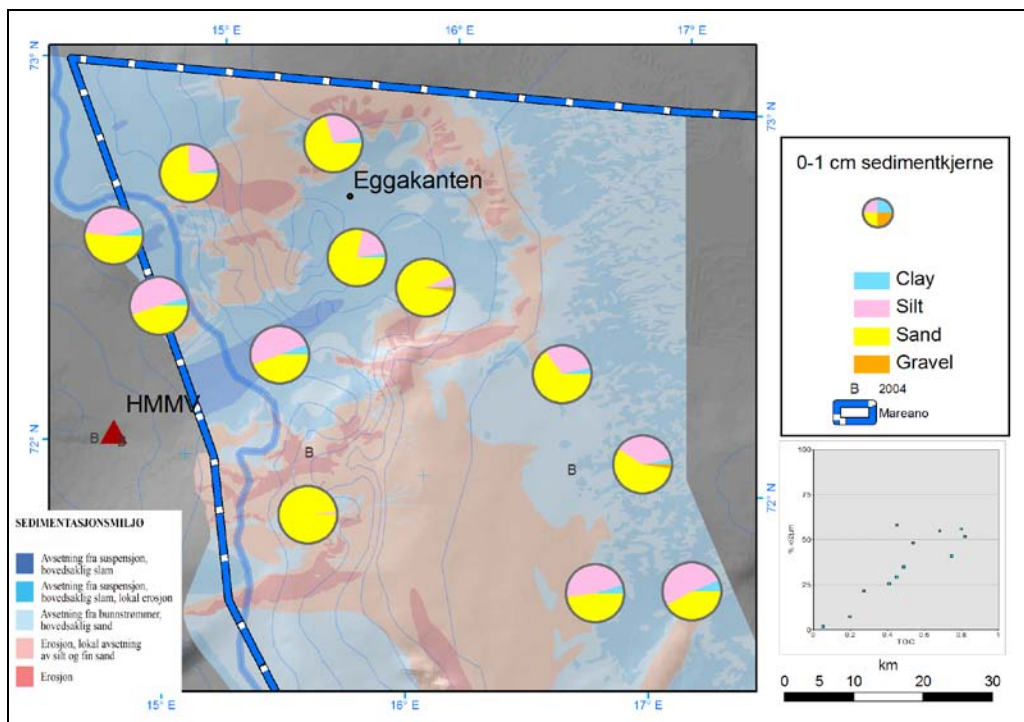
$$(TC^1 - TOC) \times (CaCO_3/C) = (TC - TOC) \times 8,33$$

<sup>1</sup> TC er innholdet av total karbon, målt med LECO.

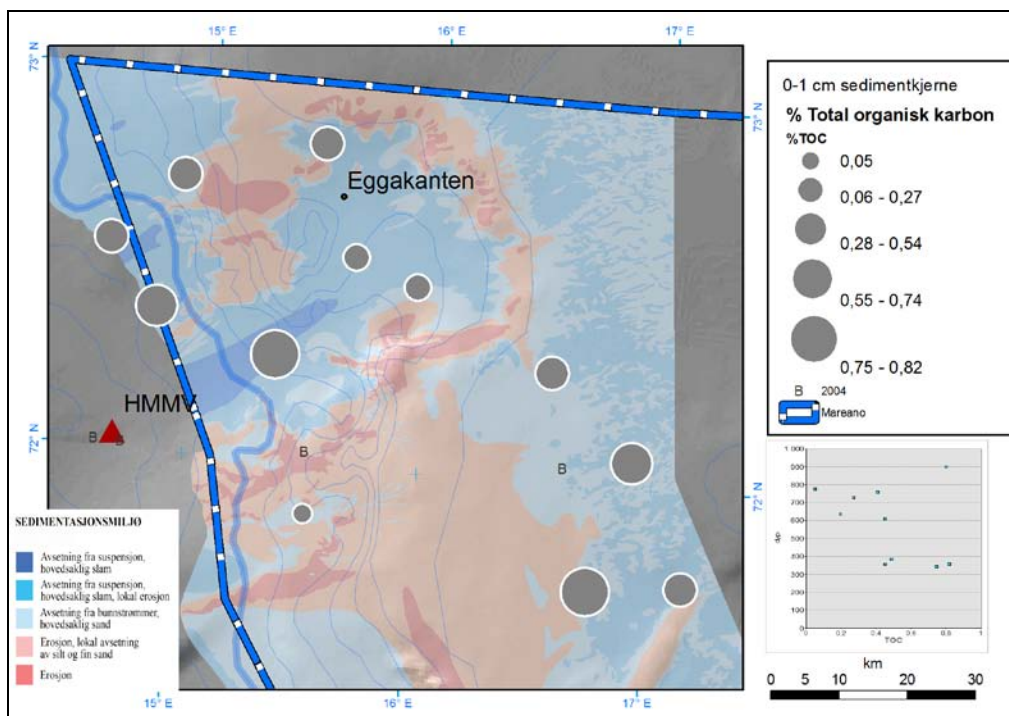
Andelen av karbonat varierer fra 1,0 til 24,4 vekt %, med et gjennomsnitt på 13,1 vekt %. Det antas at karbonat i sedimentene har en biologisk opprinnelse hovedsaklig fra bentiske og planktoniske organismer med kalkskjell. Også andre organismer med kalkskjell kan bidra til karbonatinnholdet i sedimentene, eksempelvis brachiopoder.

Det er generelt lave svovelverdier (S) i prøvene hvilket tyder på at overflatesedimentene ikke har vært utsatt for reduserende forhold.

Finstoff og organisk materiale avsettes primært i områder med lavt energinivå i vannmassene, typisk på dypt vann med svake havstrømmer. Avsetning av finstoff og organisk materiale gir bedre grunnlag for binding av blant annet tungmetaller og andre forurensende stoffer.



Figur 5. Kornstørrelsesfordeling leir, silt, sand og grus i 0 – 1 cm prøvene. Leir og silt utgjør til sammen finstoffet (< 63µm) i sedimentene. Bakgrunnskartet viser dagens sedimentasjonsmiljø ([www.mareano.no](http://www.mareano.no)). Rød trekant: Håkon Mosby Mud Vulkano (HMMV), som ligger ca. 15 km vest for det kartlagte området. Sedimentprøver merket med "B" fra 2004 er rapportert i Knies m. fl. (2006).



Figur 6. TOC-konsentrasjoner i overflatesedimentene (0-1 cm) fra 12 prøvetakingsstasjoner. Bemerk at de lave TOC-verdiene er sammenfallende med mer grove sedimenter vist i Figur 5. Bakgrunnskartet viser dagens sedimentasjonsmiljø ([www.mareano.no](http://www.mareano.no)). Rød trekant: Håkon Mosby Mud Vulkano (HMMV), som ligger ca. 15 km vest for det kartlagte området. Sedimentprøver merket med "B" fra 2004 er rapportert i Knies m. fl. (2006).

### 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), tinn (Sn) samt arsen (As) i overflateprøvene fra samtlige 12 prøvetakingsstasjoner, og tributyltinn (TBT) på 4 utvalgte prøvetakingsstasjoner. Tungmetall- og arsenkonsentrasjonene i sedimentprøvene sammenlignes med Klif sitt klassifiseringssystem for forurensingsnivåer i sedimenter i kyst- og fjordområder (Molvær m. fl., 1997; SFT, 2007). Dette har følgende klasser:

Klasse I: ubetydelig – mindre forurensing; klasse II: moderat forurensing; klasse III: betydelig forurenset; klasse IV: sterkt forurenset; klasse V: meget sterkt forurenset

I tillegg er resultatene for barium (Ba) inkludert. Erfaringene med barium i sedimentene i Skagerrak gjør dette relevant, fordi det ble påvist 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 anførte stoffene for prøvene fra vårtoktet 2009. Kart som viser konsentrasjoner av tungmetaller, arsen, barium og TBT i overflatesedimentene finnes i Vedlegg 4.

#### Arsen (As)

As-konsentrasjonene varierer fra 1,4 til 8,6 mg/kg tørrvekt sediment med en gjennomsnittsverdi på 5,7 mg/kg sediment. De største konsentrasjonene er i sedimentprøvene fra skråningen. Alle prøver er i tilstandsklasse I for kyst- og fjordsedimenter (<20 mg/kg sediment), ifølge Klif-veileder 2229.

#### Bly (Pb)

Pb-konsentrasjonen i overflatesedimentene varierer fra 1,3 til 20,4 mg/kg sediment tørrvekt, vist i Figur 7. Samtlige stasjoner er i tilstandsklasse I (<30 mg/kg sediment).

#### Kadmium (Cd)

Cd-konsentrasjonene varierer fra 0,04-0,15 mg/kg sediment. Alle prøver har konsentrasjoner svarende til Klif klasse I (<0,25 mg/kg).

#### Kobber (Cu)

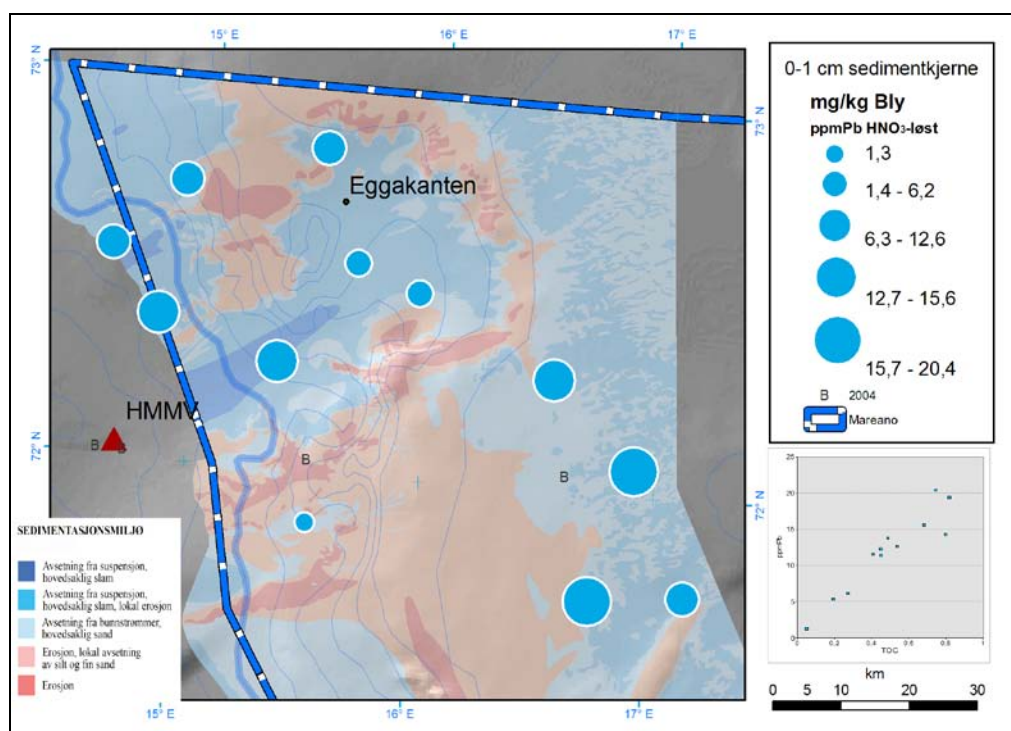
Cu er registrert i samtlige prøver, med konsentrasjoner fra 1,0 til 11,9 mg/kg sediment. Samtlige 12 overflateprøver er i klasse I for Klif fjord- og kystsedimenter (<35 mg/kg sediment).

**Tabell 4. Minimum, gjennomsnitt, median og maksimumverdier for tungmetaller, arsen og barium fra prøver i dybdeintervallet 0-1 cm på 12 prøvetakingsstasjoner. Tributyltinn er analysert i 4 prøver.**

Kjemisk stoff	Minimum	Gjennomsnitt	Medianverdi	Maksimum
Arsen (As) [mg/kg]	1,4	5,7	6,1	8,6
Bly (Pb) [mg/kg]	1,3	12,0	12,4	20,4
Kadmium (Cd) [mg/kg]	0,04	0,08	0,08	0,15
Kobber (Cu) [mg/kg]	1,0	7,8	8,5	11,9
Krom (Cr) [mg/kg]	6,0	16,0	17,5	21,8
Kvikksølv (Hg) [mg/kg]	0,008	0,019	0,020	0,027
Nikkel (Ni) [mg/kg]	4,4	15,2	16,3	27,4
Sink (Zn) [mg/kg]	10,7	35,0	38,7	46,1
Barium <sup>2</sup> (Ba) [mg/kg]	16,6	93,4	88,4	166
Tributyltinn <sup>1</sup> (TBT) [ $\mu$ g/kg]	< 1,0	-	-	-

<sup>1</sup>TBT, analysert ved eksternt laboratorium (Vedlegg 2).

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



*Figur 7. Pb i overflateprøvene (0-1 cm) fra MAREANOs vårtokt i 2009. Alle prøver er i Klif klasse I. Bakgrunnskartet viser dagens sedimentasjonsmiljø ([www.mareano.no](http://www.mareano.no)). Rød trekant: Håkon Mosby Mud Vulkano (HMMV), som ligger ca. 15 km vest for det kartlagte området. Sedimentprøver merket med "B" fra 2004 er rapportert i Knies m. fl. (2006)*

### Krom (Cr)

Krom varierer fra 6,0 til 21,8 mg/kg sediment, og samtlige 12 prøver er i Klifs tilstandsklasse I for kyst og fjordsedimenter (<70 mg/kg sediment).

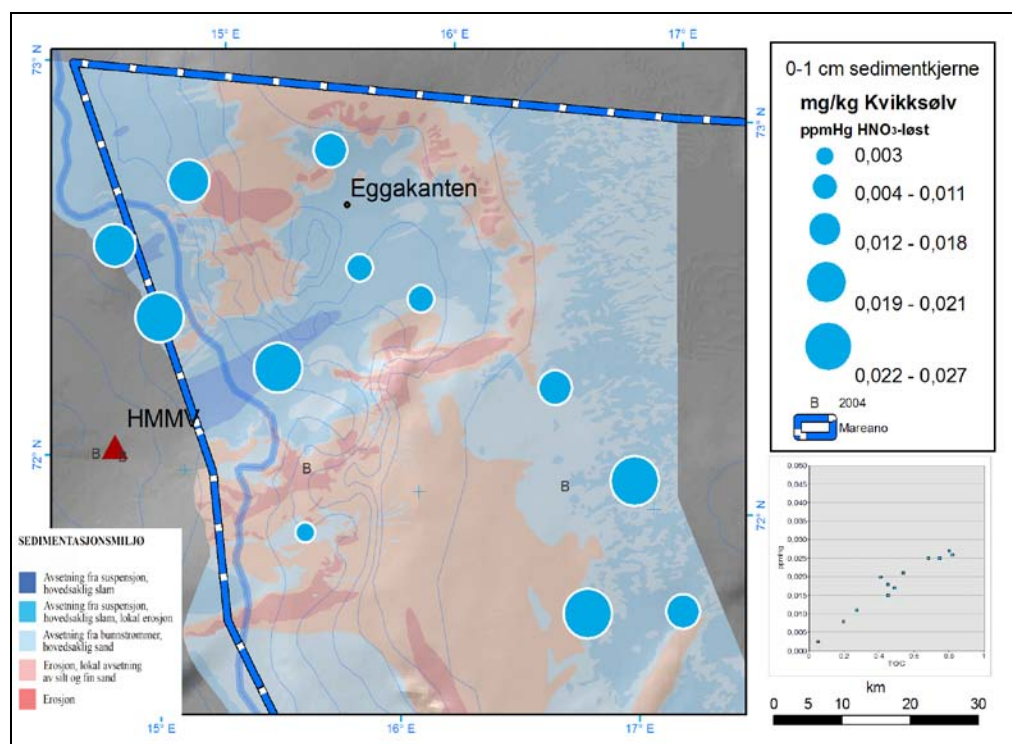


### Kvikksølv (Hg)

Hg er registrert i overflateprøvene på samtlige prøvetakingsstasjoner. Laveste verdi er 0,008 mg/kg sediment og høyeste verdi er 0,027 mg/kg sediment på stasjon R431 (Fig. 8), prøven med høyeste TOC-verdi på 0,82 vekt %. Alle Hg-verdiene er i tilstandsklasse I (<0,15 mg/kg sediment) i Klifs klasser for fjord- og kystsedimenter.

### Nikkel (Ni)

Nikkel varierer fra 4,4 til 27,4 mg/kg sediment. Samtlige 12 overflateprøver er i tilstandsklasse I for kyst og fjordsedimenter.



Figur 8. Hg-konsentrasjon i overflateprøver (0-1 cm) fra MAREANO's vårtokt i 2009. Alle prøvene er i Klif klasse I. TOC – Hg kryssdiagrammet nederst til høyre viser meget god korrelasjon mellom innhold av organisk karbon og Hg (korrelasjonskoeffisient: 0,97). Bakgrunnskartet viser dagens sedimentasjonsmiljø ([www.mareano.no](http://www.mareano.no)). Rød trekant: Håkon Mosby Mud Vulkan (HMMV), som ligger ca. 15 km vest for det kartlagte området. Sedimentprøver merket med "B" fra 2004 er rapportert i Knies m. fl. (2006).

### Sink (Zn)

Zn-konsentrasjonen varierer fra 10,7 til 46,1 mg/kg sediment, tilsvarende tilstandsklasse I (<150 mg/kg sediment).

### Barium (Ba)

Ba-konsentrasjonen varierer fra 16,6 til 166 mg/kg sediment. Det er i Knies m. fl. (2006) rapportert en Ba-konsentrasjon på 1 090 mg/kg sediment nær HMMV, som ligger ca. 15 km vest

for det kartlagte MAREANO-området. Det synes ikke å være noen påvirkning fra HMMV på Ba-konsentrasjonene i det kartlagte området.

### Tributyltinn (TBT)

TBT er et stoff som brukes for å hindre algevekst på skipsskrog, og er en meget toksisk, organisk tinnforbindelse (Braastad, 2000). Ingen av prøvene fra de 4 stasjonene R384, R405, R422 og R423 (se figur 2 for lokaliseringene) har registrert TBT. Analyseresultatene er presentert i Vedlegg 2.

Sammenlignet med sedimentprøver fra andre deler av MAREANO-området er tungmetall- og arsenkonsentrasjonene i overflatesedimentene noe lavere i prøvene fra Eggakanten-området. Dette skyldes sannsynligvis et noe lavere innhold av organisk karbon. Data fra andre deler av MAREANO-området finnes i Knies m. fl. (2006) og Jensen m. fl. (2007, 2008, 2009).

**Tabell 5. Klima og forurensingsdirektoratets (Klifs) marine forurensingsklassifisering for metaller og uorganiske elementer i fjorder og kystsedimenter (Molvær m. fl., 1997; SFT-veileder 2229, 2007). Uthevet skrift viser antall 0-1 cm prøver i hver klasse i Eggakanten-området.**

Parametere	Forurensingsnivåer				
	I Ubetydelig – mindre forurensing	II Moderat forurenset	III Betydelig forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
Arsen (mg/kg) As	<20 <b>12</b>	20 – 52 <b>0</b>	52 – 76 <b>0</b>	76 – 580 <b>0</b>	>580 <b>0</b>
Bly (mg/kg) Pb	<30 <b>12</b>	30 – 83 <b>0</b>	83 – 100 <b>0</b>	100 – 720 <b>0</b>	>720 <b>0</b>
Kadmium (mg/kg) Cd	<0,25 <b>12</b>	0,25 – 2,6 <b>0</b>	2,6 – 15 <b>0</b>	15 – 140 <b>0</b>	>140 <b>0</b>
Kobber (mg/kg) Cu	<35 <b>12</b>	35 – 51 <b>0</b>	51 – 55 <b>0</b>	55 – 220 <b>0</b>	>220 <b>0</b>
Krom (mg/kg) Cr	<70 <b>12</b>	70 – 560 <b>0</b>	560 – 5900 <b>0</b>	5900 – 59000 <b>0</b>	>59000 <b>0</b>
Kvikksølv (mg/kg) Hg	<0,15 <b>12</b>	0,15 – 0,63 <b>0</b>	0,63 – 0,86 <b>0</b>	0,86 – 1,6 <b>0</b>	>1,6 <b>0</b>
Nikkel (mg/kg) Ni	<30 <b>12</b>	30 – 46 <b>0</b>	46 – 120 <b>0</b>	120 – 840 <b>0</b>	>840 <b>0</b>
Sink (mg/kg) Zn	<150 <b>12</b>	150 – 360 <b>0</b>	360 – 590 <b>0</b>	590 – 4500 <b>0</b>	>4500 <b>0</b>
TBT (µg/kg)	<1 <b>4</b>	1 – 5 <b>0</b>	5 – 20 <b>0</b>	20 – 100 <b>0</b>	>100 <b>0</b>

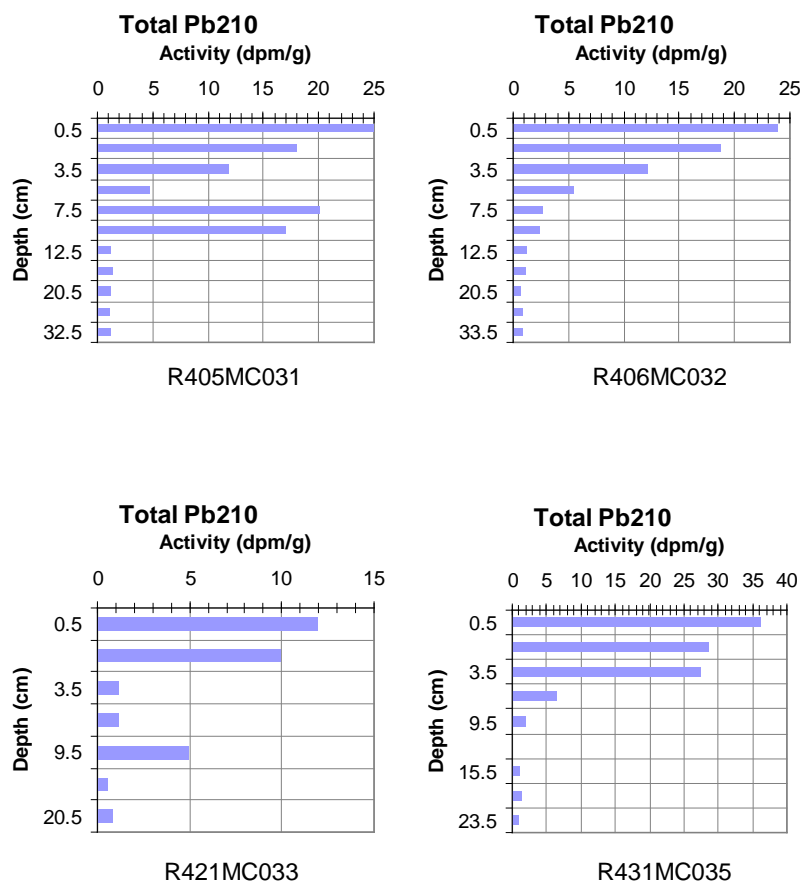
## 5.2 Kjerneprøver (<sup>210</sup>Pb-datering, TOC, CaCO<sub>3</sub>, S, kornfordeling)

### 5.2.1 Bly-isotop <sup>210</sup>Pb -datering og sedimentakkumulasjonsrater

Bestemmelse av akkumulasjonsrater er viktig for å vurdere om det skjer en tilførsel av sedimenter og hvorvidt denne tilførselen er stabil eller preget av perioder med manglende avsetning, og hvorvidt det er erosjon eller manglende sedimentasjon. Alderen på de øverste sedimentlagene og dermed beregningen av sedimentakkumulasjonsrater kan bestemmes ved måling av <sup>210</sup>Pb-aktiviteten i sedimentene. Isotopen <sup>210</sup>Pb har en halveringstid på 22,3 år. Bakgrunnsverdien for <sup>210</sup>Pb bestemmes ut fra mengden av bakgrunnsstråling <sup>210</sup>Pb (= "supported" <sup>210</sup>Pb), som er uavhengig av sedimentasjon. Bestemmelsen av <sup>210</sup>Pb bakgrunnsstråling skjer fra de dypere sjiktene i sedimentet, hvor konsentrasjonen er konstant, idet all atmosfærisk nedfall av <sup>210</sup>Pb (= "unsupported" <sup>210</sup>Pb) er nedbrutt. Datering og bestemmelse av sedimentakkumulasjonsrater ble gjennomført på fem sedimentkjerner i studieområdet (Tabell 6). <sup>210</sup>Pb målinger ble foretatt av DHI i Danmark ([www.dhi.dk](http://www.dhi.dk)) og resultatene er presentert i Figur 9 og Figur 10. Dateringsrapporten i sin helhet finnes i Vedlegg 3. Basisalderen viser lite variasjon og indikerer at det er små forskjeller i avsetningsrater mellom de 3 stasjonene.

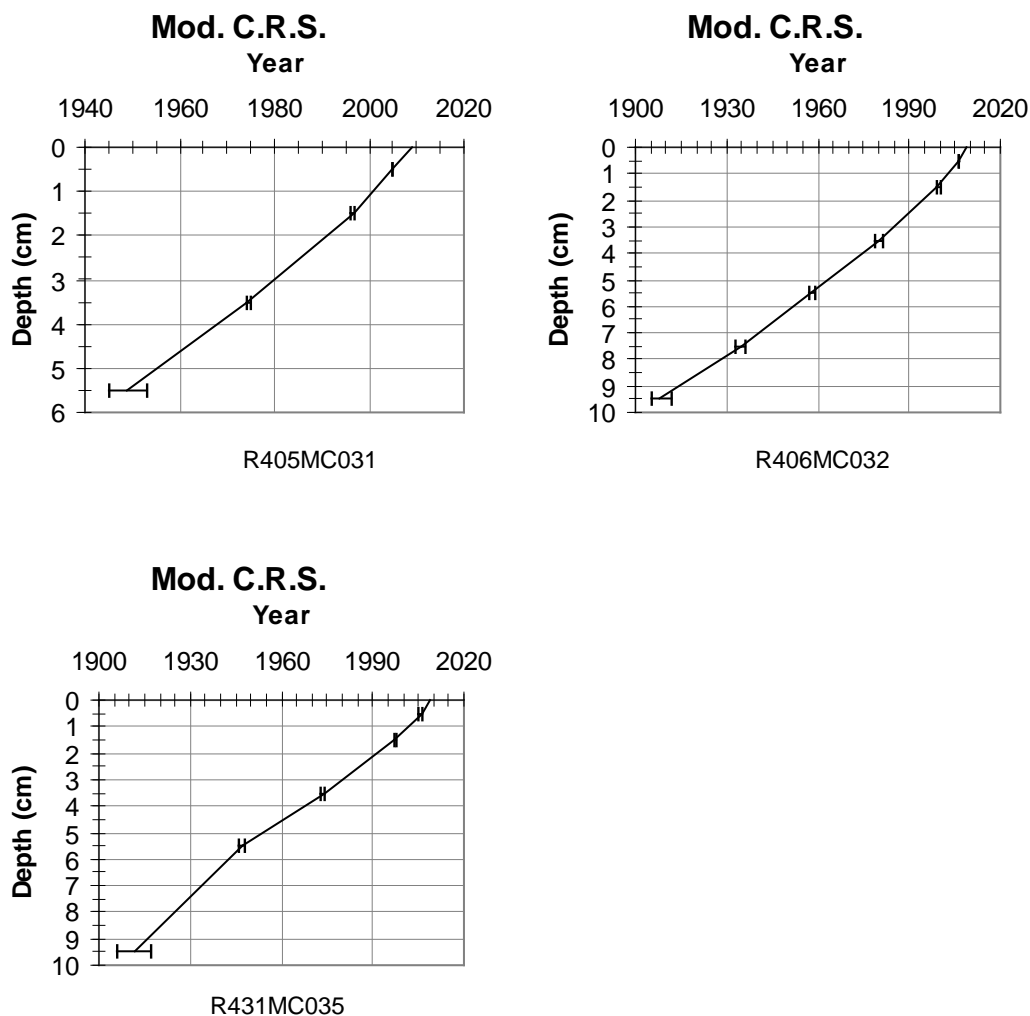
**Tabell 6: Daterte sedimentkjerner fra MAREANO-toktene i 2009. MAR = masse akkumulasjonsrate; LSR = lineær sedimentasjons rate (dybde 0-2 cm)**

Stasjon	Lokalitet	MAR g*m <sup>2</sup> *år	LSR mm/år	Alder/Dyp år A.D./cm	Kvalitet på datering
R405MC031	Skråningen, 901 m	559 ±67	1.0	1950/5	God
R406MC032	Skråningen, 1035 m	711 ±46	1.4	1910/9,5	God
R421MC033	Sokkelen, 385 m	Ikke beregnet	Ikke beregnet	Ikke beregnet	Datering ikke mulig
R431MC035	Sokkelen, 357 m	653±99	0.9	1910/9,5	Usikker



Figur 9. Total <sup>210</sup>Pb-aktivitet (dpm/g) i daterte sedimentkjerne fra MAREANO 2009 vårtoktet.

Resultatene fra studieområdet viser et ujevnt mønster av <sup>210</sup>Pb konsentrasjon i alle kjerne (Fig. 9). Lineær sedimentasjonsrate i overflatesedimenter (0-2 cm) i R405MC031 er på 1,0 mm/år med en basisalder på  $\sim 1950 \pm 5$  år i de øverste 6 cm dyp (Tab. 6, Fig. 10). Derunder er usikkerheten meget stor siden <sup>210</sup>Pb innholdet varierer betydelig. Høyere avsetning av overflatesedimenter (0-2 cm) er påvist i kjernen fra R406MC032 (1,4 mm/år). Dateringer av sedimentene viser en konstant reduksjon i <sup>210</sup>Pb innhold ned til  $\sim 10$  cm, tilsvarende  $\sim 1910 \pm 5$  år (Fig. 10). Forstyrrelser av sedimentasjonsprosessene er påvist i kjerne R421MC033. Høy variasjon i <sup>210</sup>Pb innhold viser betydelig endring i sedimentasjonsmønster omkring 2-3 cm (Fig. 9), slik at dateringen ikke kunne utføres. I kjerne R431MC035 er <sup>210</sup>Pb innholdet nokså varierende i de øverste 10 cm. Deretter er innholdet av <sup>210</sup>Pb nær konstant som tilsvarer ”supported” <sup>210</sup>Pb. Siden variasjonen i de øverste lag er veldig høy, betraktes dateringen (Figur 10) som noe usikker. Lineær sedimentasjonsrate i overflatesedimenter (0-2 cm) er på 0,9 mm/år med en alder på  $\sim 1910 \pm 5$  år i 9.5 cm dyp (Tab. 6, Fig. 10).



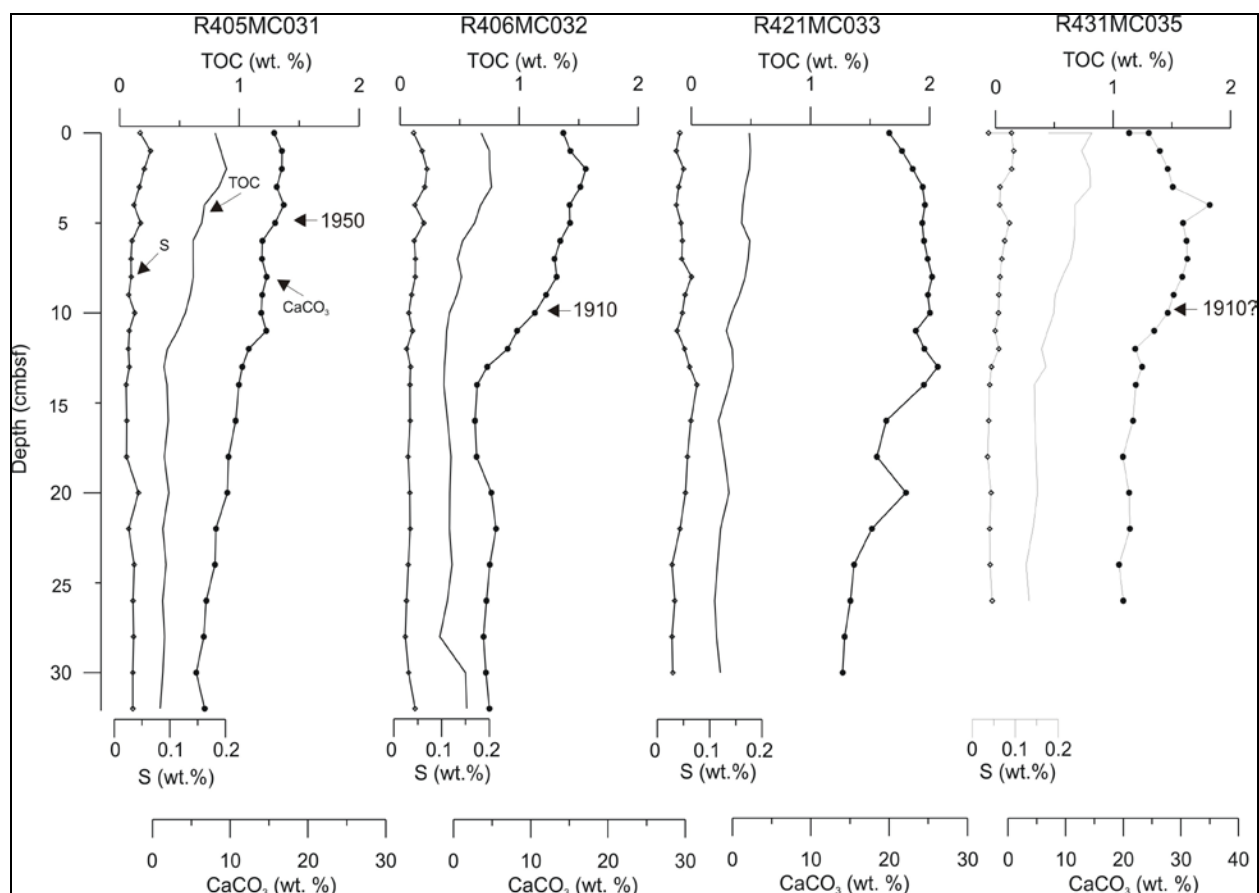
Figur 10. Alder-dybde-kryssplot for tre  $^{210}\text{Pb}$ -daterte sedimentkjerner.

### 5.2.2 Karbon-, karbonat- og svovelinnhold

Innholdet av TOC og  $\text{CaCO}_3$  er generelt lave i to av fire kjerner (R405MC031, R406MC032). Verdiene ligger på rundt 0,5 til 1,0 vekt % for TOC og rundt 5 til 15 vekt % for  $\text{CaCO}_3$  og viser en fallende trend nedover i kjernene (Fig. 11). I kjerner R421MC033 og R431MC035 ser vi samme trenden, men  $\text{CaCO}_3$ -innholdet er generelt høyere enn 20 vekt %, mens TOC verdiene er fortsatt lave, henholdsvis 0,2-0,5 vekt % for R421MC033 og 0,3-0,8 vekt% for R431MC035 . Ingen store endringer er på vist i svovelinnholdet (<0.1 vekt %) (Fig. 11).

Kjerne R405MC031 har en gradvis økning av TOC fra 0,34 til 0,89 vekt % fra bunnen til toppen, mens  $\text{CaCO}_3$  øker fra ca. 6 vekt % i bunnen til ca. 16 vekt % i toppen av kjernen. Derimot viser R406MC032 et markant fall i  $\text{CaCO}_3$  rundt 10 cm dyp – tilsvarende år 1910 – fra 15 vekt % til mindre enn 5 vekt % (Fig. 11). På det samme tidspunktet ser vi en liknende trend i kjerne

R431MC035. Det er en generell nedgang fra topp til bunn i både TOC og CaCO<sub>3</sub> innhold i kjerne 421MC033. Kjerne R421MC033 har lavest TOC-innhold av de 4 kjernene.



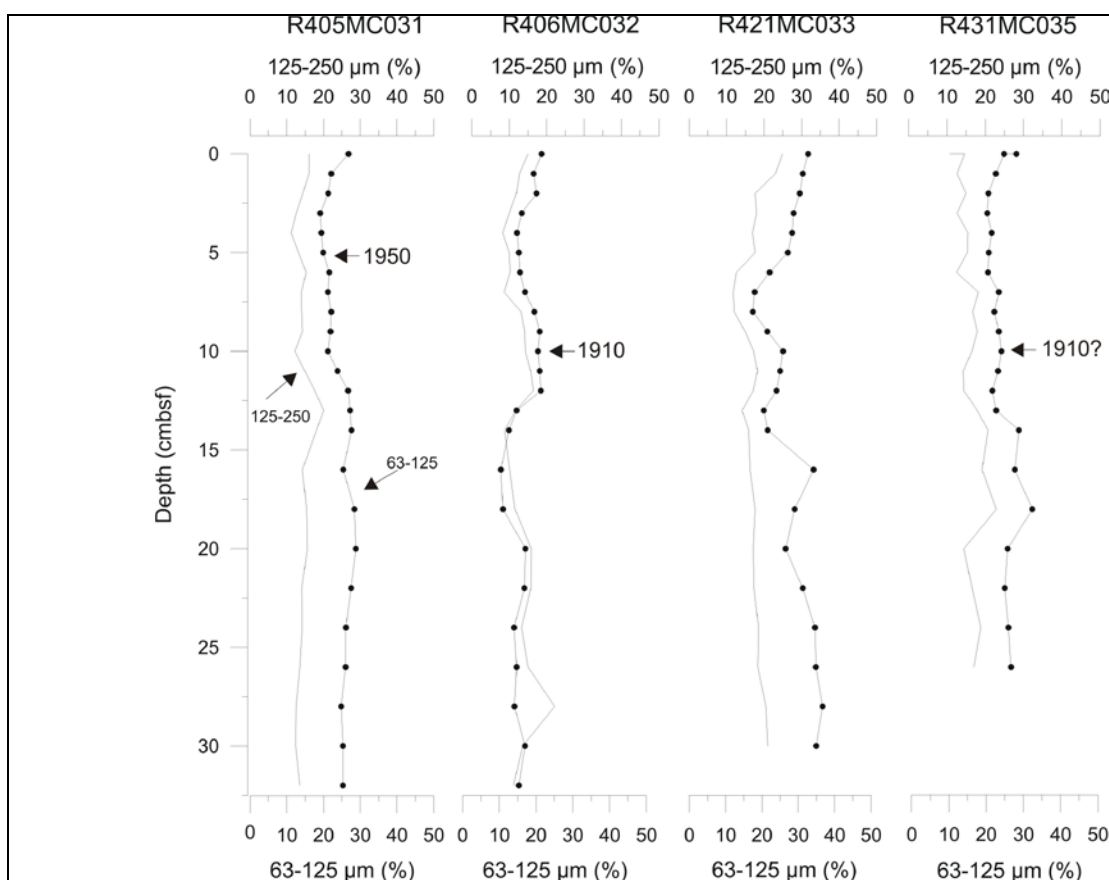
Figur 11. Variasjoner i organisk karbon, karbonat og svovel i sedimenter fra 4 <sup>210</sup>Pb-daterte kjerner. Dybdeskala til venstre er i cm.

### 5.2.3 Kornstørrelsesfordeling

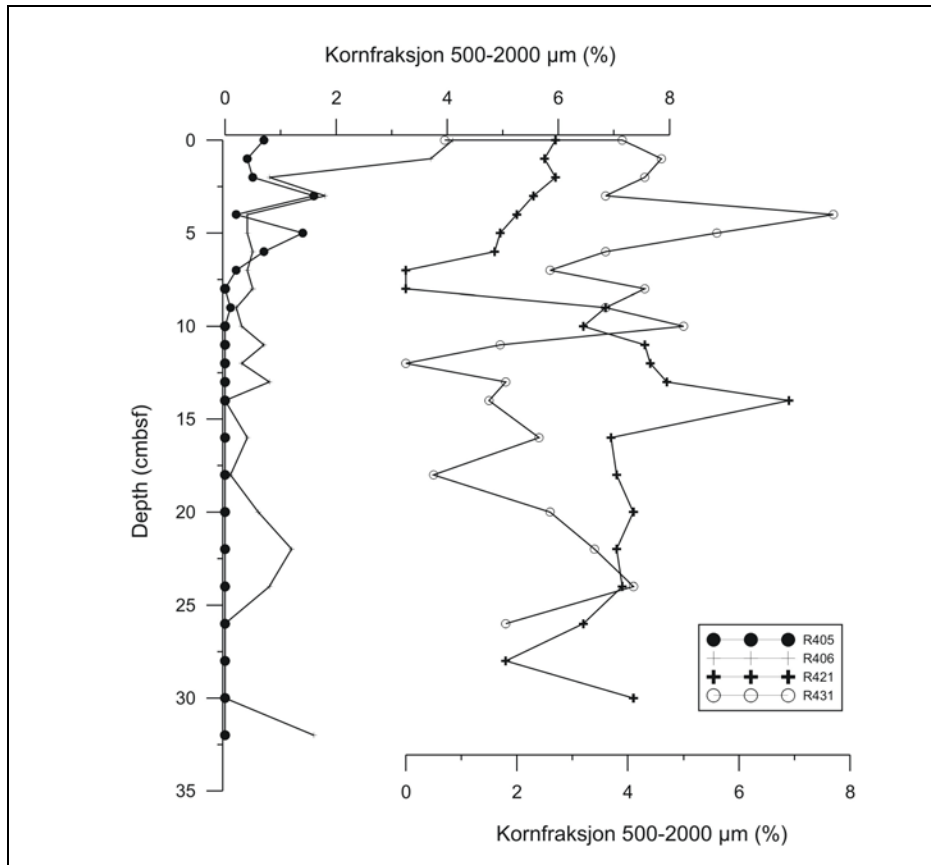
Kjernene viser at finstoff (<63 μm) er hovedkomponenten (~50-70 %) i sedimentene fra de to kjernene fra skråningen (R405MC031, R406MC032), mens det er noe mindre finstoff i sedimentkjernene fra sokkelen (R421MC033, R431MC035) (Fig. 12) (Vedlegg1, kornstørrelsesfordeling). Andelen av 63-125 μm-fraksjon er generelt høyere (20-30 %) enn 125-250 μm-fraksjonen (10-20 %) i kjernene R405MC031, R421MC033, og R431MC035, og materialet er relativt godt sortert. Bare i kjerne R406MC032 er andelen av 63-125 μm og 125-250 μm-fraksjonen like høy. Dateringsusikkerhetene basert på varierende <sup>210</sup>Pb innhold i kjerne R421MC033 og R431MC031 er muligvis et resultat av redusert tilførsel av finstoff og lavere TOC-innhold, da sporelementer som eksempelvis <sup>210</sup>Pb i høy grad bindes til finstoff og det organiske materialet i sedimentene. Mens endringer i sedimenttilførselen ikke er merkbar i kornfordelingskurven av finsand (63-125 μm) og medium-sand (125-250 μm), varierer innholdet av grovkornet materiale merkbart mellom kjernene R421MC033/R431MC035R og



R405MC031/ R406MC032 (Fig. 13). Andelen grovkornet materiale i R421MC033 stiger betydelig under rundt 9 cm (Fig. 13) ved samme dyp der usikkerheter i  $^{210}\text{Pb}$  innholdet er påvist (Fig. 9). Grovkornandelen forblir konstant høy mot bunnen av kjernen, noe som tyder på at omarbeiding/høyere strømennergi kan være mulige årsaker til kornstørrelsesfordelingen. Den noe mindre andel av finstoff i R431MC035 sammenlignet med R405MC031 og R406MC032 (Fig. 12) kan også forklare de store usikkerhetene i  $^{210}\text{Pb}$  dateringer. Det er imidlertid uklart hvorfor  $^{210}\text{Pb}$  innholdet i R405MC031 varierer så sterkt, da variasjonene tilsynelatende ikke kan forklares verken med geokjemiske data eller kornfordelingsdata. En mulig forklaring kan være re-suspensjon og avsetning av finkornige sedimenter i R405.



Figur 12. Variasjon i kornfordeling (fraksjonene 63-125µm og 125-250 µm) fra 4  $^{210}\text{Pb}$ -daterte kjerner. Dybdeskalaen til venstre er i cm.



Figur 13. Variasjoner i kornfordeling for fraksjonen 500-2000  $\mu\text{m}$  i  $4^{210}\text{Pb}$ -daterte kjerner. Dybdeskalaen til venstre er i cm.

#### 5.2.4 Diskusjon

Som påvist i detaljstudier av overflatesedimenter (Steinsund og Hald 1994) og sedimentkjerner (Jensen m.fl., 2007) er dannelsen av metabolsk  $\text{CO}_2$  sammen med tunge, salte vannmasser hovedårsaken til ulike  $\text{CaCO}_3$  konsentrasjoner i sørlige deler av Barentshavet. Salte bunnstrømmer med høyere tetthet finnes hovedsakelig i forsenkninger eller renner på kontinentalsokkelen, der  $\text{CO}_2$ -rike vannmasser akkumuleres. I slike avsetningsmiljøer løses kalkholdige mikrofossiler lettere opp enn langs kysten eller i høyereliggende områder. Det er generelt lavere  $\text{CaCO}_3$  verdier i kjerner R405MC031/ R406MC032 på kontinentalskråningen vest for Bjørnøyrenna enn på kontinentalsokkelen (R421MC033/R431MC035) (Figur 11) (Steinsund og Hald 1994, Jensen m.fl. 2007). Betydelig lavere  $\text{CaCO}_3$ -verdier på både skråningen (R406) og sokkelen (R431) før rundt år 1910 A.D. er ikke et resultat av naturlige variasjoner i karbonatproduksjon. Som indikert i sedimentene fra Ingøydjupet og Tromsøflaket (Jensen m. fl., 2007), skyldes lavere  $\text{CaCO}_3$  verdier i kjerner fra skråningen (R405/R406) sannsynligvis oppløsning av kalkholdige foraminiferer. Trenden i alle kjerner viser en parallell

trend til lavere TOC og CaCO<sub>3</sub> verdier i alle områder uansett kornfordeling, sedimentasjonshastighet eller sedimentforstyrrelser (mulig ras i R421MC033). Oksidasjon av organisk karbon, akkumulasjon av metabolsk CO<sub>2</sub> i porevann, og lavere alkalinitet er sannsynligvis hovedårsaken til dette (Jahnke m. fl., 1994; 1997). Kontakt med overflatevann i de øverste lag fører til at metabolsk CO<sub>2</sub> blir fortynnet slik at CaCO<sub>3</sub> innholdet blir bevart. Dette kan være årsaken at relativ små endringer er observert i de øverste sjiktene i alle kjerner. Lignende sedimentasjonshastigheter er påvist både langs skråningen (R406MC032) og på sokkelen (R431MC035) noe som tyder på at avsetninger i forsenkninger (sedimentfelle) på sokkelen er beskyttet mot erosjon, akkurat som i Ingøydjupet og lokale forsenkninger på Tromsøflaket (Jensen m.fl., 2007).

#### 5.2.5 Oppsummering

Sedimentasjonshastigheter på sokkelen og langs skråningen varierer lite i overflatenære sedimenter (ca. 0,9-1,4 mm/år). Endringer i sedimentasjonshastigheter og sedimentsammensetning har liten betydning for TOC- og CaCO<sub>3</sub>-innholdet. Datering basert på <sup>210</sup>Pb metodikken er mest troverdig i det rolige, hemipelagiske avsetningsmiljøet langs skråningen (kjerne R406MC032).

### 5.3 Tungmetaller, barium og arsen i 4 <sup>210</sup>Pb-daterte sedimentkjerner

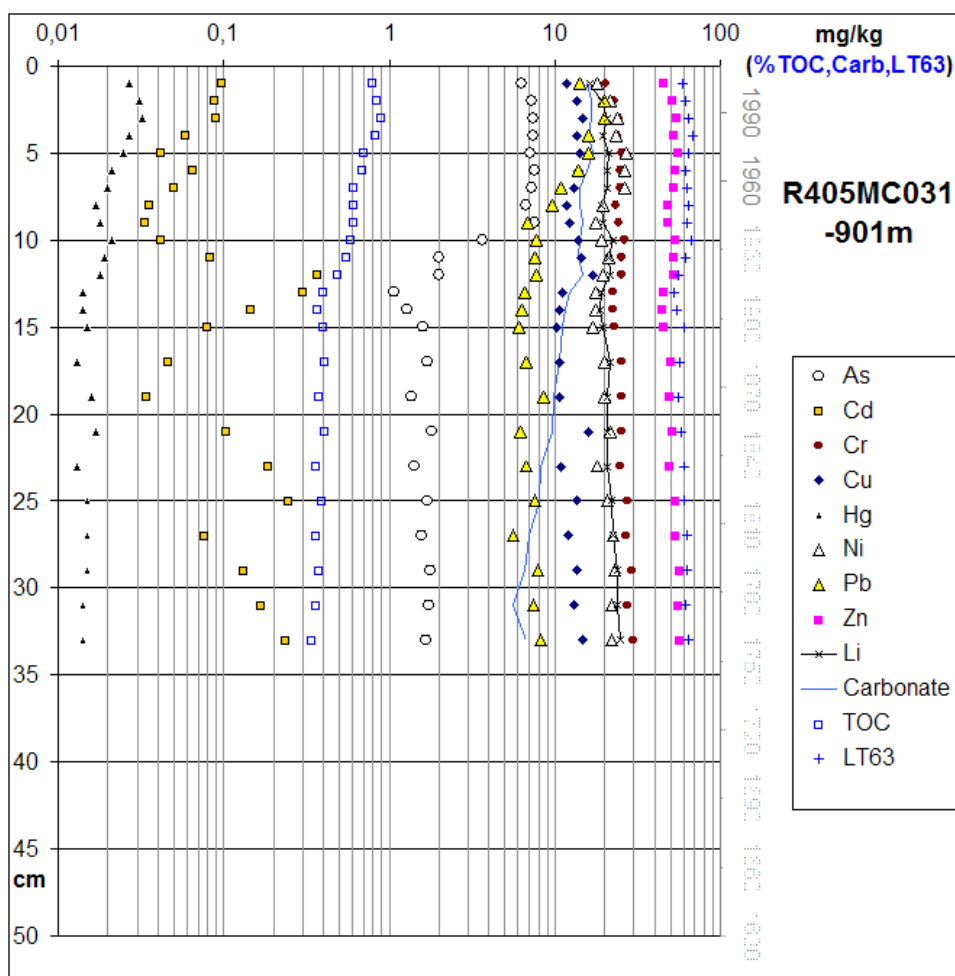
For å vurdere om dagens forurensingstilstand er endret i forhold til tidligere, er de 4 <sup>210</sup>Pb-daterte kjernene analysert for hver centimeter ned til 15 cm, og deretter annenhver centimeter til bunnen av kjernene. Variasjoner i tungmetall-, arsen og bariumkonsentrasjoner i de 4 <sup>210</sup>Pb-daterte kjerner gjør det mulig å vurdere hvorvidt det har skjedd en endring i tilførsel og binding av disse stoffene i de øverste sedimentene i nyere tid. Endringer i tungmetallkonsentrasjoner kan skyldes naturlige forhold eller komme som resultat av menneskelig påvirkning. Alle analyserte sedimentkjerner finnes i Vedlegg 5.

#### 5.3.1 R405MC031 på kontinentalskråningen

Stasjonen R405 ligger på 901 m havdyp på kontinentalskråningen. Andelen av finstoff (<63 µm) er relativt konstant varierende fra ca. 52-68 % (Figur 13). TOC varierer fra 0,34-0,89 vekt %, med markant økning fra 11-12 cm til toppen av kjernen (Figur 14). Kvikksølv (Hg) og bly (Pb) øker begge mot toppen av sedimentkjernen. Hg og Pb øker markant fra 7-8 cm til 1-2 cm, henholdsvis fra 0,018-0,031 ppm og fra 6,8-20 ppm. Årstallene til høyre i Figur 14 basert på <sup>210</sup>Pb datering antyder at økningen starter på 1950-tallet. Hg- og Pb-variasjonene korrelerer bra med variasjonene i TOC (Hg: 0,95; Pb: 0,89). Kobber (Cu), nikkel (Ni) og sink (Zn) har relativt konstante konsentrasjoner (Figur 14; Tabell 8). Kadmium har lave og sterkt varierende konsentrasjoner ned gjennom kjernen. Arsen har en markant økning i prøvene grunnere enn 12-13 cm dybde. Både kadmium og arsen er i Klif klasse I.

**Tabell 7. Kjerne R405MC031 (0-33 cm) minimum, gjennomsnitt, median og maksimumsverdier for tungmetaller, arsen og barium**

Antall prøver		As ppm	Ba Ppm	Cd ppm	Cr ppm	Cu ppm	Hg ppm	Ni Ppm	Pb Ppm	Zn ppm
<b>N = 24</b>	Min.	1,1	163	0,03	20,2	10,2	0,013	16,9	5,6	45,1
	Ave.	3,8	204	0,12	25,1	13,0	0,019	21,1	9,7	51,5
	Med.	1,9	199	0,09	25,2	13,4	0,017	21,0	7,7	52,2
	Max.	7,7	236	0,37	29,8	17,0	0,032	27,0	20,0	57,1



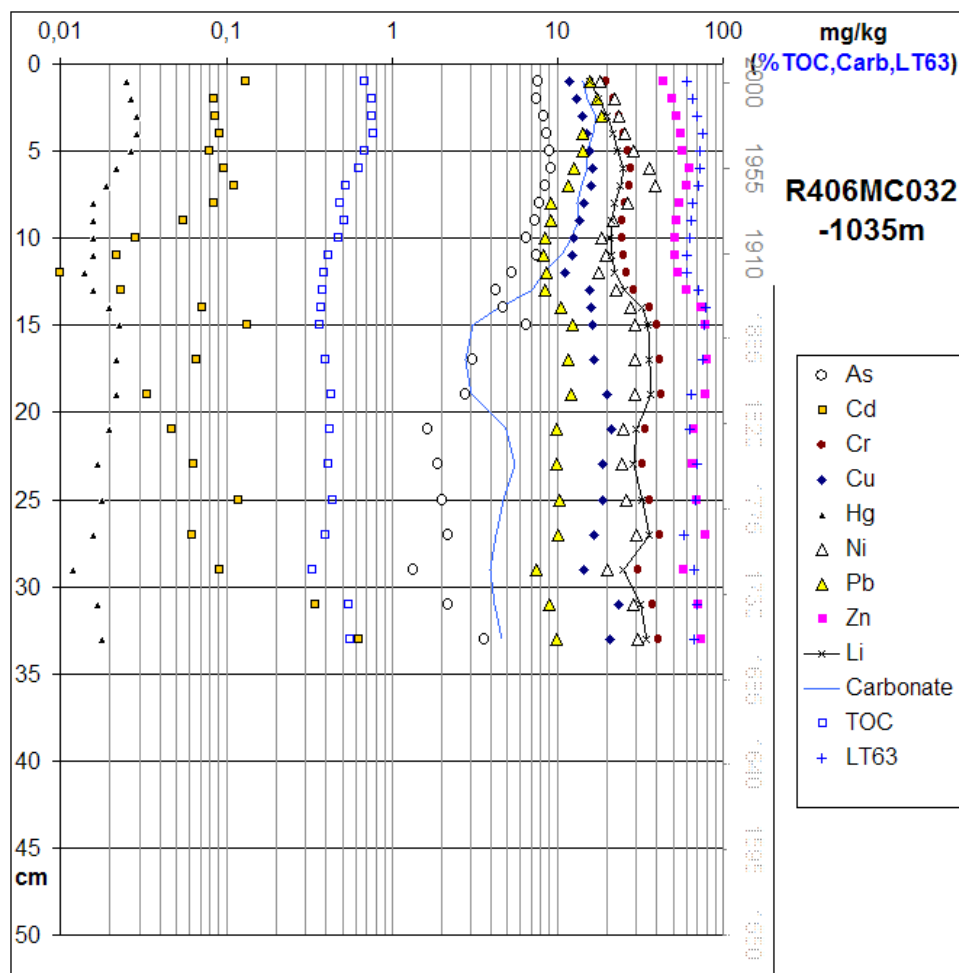
Figur 14. Tungmetall, arsen, TOC, karbonat og finstoff i kjerne R405MC031 (0 – 33 cm). Årstallene til høyre i diagrammet er basert på  $^{210}\text{Pb}$ -datering. Denne dateringen er klassifisert som god (Vedlegg 3,  $^{210}\text{Pb}$ -dateringsrapporten).

### 5.3.2 R406MC032 på kontinentalskråningen

Stasjon R406 er lokalisert på kontinentalskråningen i den vestlige delen av rasgropen etter Bjørnøyraaset. Tungmetaller, arsen, TOC, karbonat og andel finstoff er vist i Figur 15. Andel finstoff (<63  $\mu\text{m}$ ) utgjør 55-78 %, med den laveste andel øverst i kjernen. TOC øker fra 0,37 til 0,77 vekt % fra ca. 10 cm dyp til toppen av kjernen. Kvikksølv (Hg) og bly (Pb) har økte konsentrasjoner mot toppen av kjernen, spesielt i de øverste 8-9 cm hvor Hg øker fra 0,016 ppm til 0,029 ppm i 2-3 cm intervallet, og for Pb fra 8,3 ppm i 9-10 cm til 18,6 ppm i 2-3 cm. Denne økningen begynner på 1940-tallet, ifølge  $^{210}\text{Pb}$ -dateringen. Hg og Pb konsentrasjonene korrelerer i høy grad med TOC og andelen finstoff (avsnitt 5.2.2). Kobber (Cu), krom (Cr), nikkel (Ni) og sink (Zn) følger i høy grad andel finstoff i sedimentene. Kadmium har sterkt varierende konsentrasjoner. Arsen øker i konsentrasjon fra 12-13 cm prøven og oppover i sedimentkjernen, men fremdeles med lave konsentrasjoner.

**Tabell 8. Kjerne R406MC032 (0-33 cm) minimum, gjennomsnitt, median og maksimumsverdier for tungmetaller, arsen og barium**

No. samples		As ppm	Ba Ppm	Cd ppm	Cr ppm	Cu Ppm	Hg ppm	Ni Ppm	Pb Ppm	Zn Ppm
<i>N</i> = 24	Min.	1,4	85	0,02	19,8	11,2	0,012	17,9	7,5	42,8
	Gns.	5,3	175	0,11	31,2	16,3	0,020	26,2	11,0	62,1
	Med.	5,9	179	0,09	28,4	15,9	0,019	25,9	10,3	59,4
	Max.	9,1	265	0,64	41,8	23,4	0,029	38,8	18,6	77,8



*Figur 15. Tungmetall, arsen, TOC, karbonat og finstoff i kjerne R406MC032 (0-33 cm). Årstallene til høyre i diagrammet er basert på  $^{210}\text{Pb}$ -datering. Denne datering er klassifisert som god (Vedlegg 3,  $^{210}\text{Pb}$ -dateringsrapporten).*

### 5.3.3 R421MC033 på kontinentalsokkelen

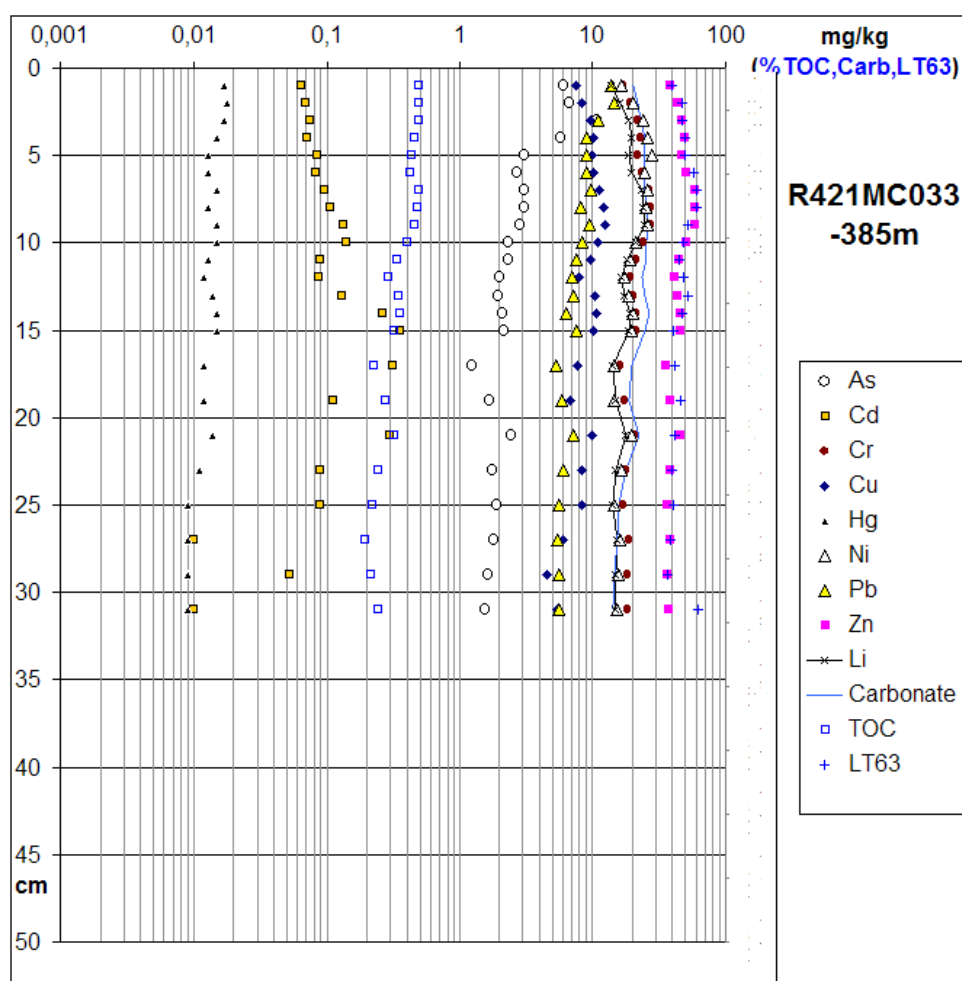
Sedimentkjernen fra R421 har økende andel finstoff fra i underkant av 40 % nederst i kjernen til ca. 60 % øverst i kjernen. Tilsvarende øker TOC fra ca. 0,2 vekt % til i underkant av 0,5 vekt %. Sedimentene fra stasjon R421 har dermed laveste andel av finstoff og TOC av de 4 kjernene. Kvikksølv og bly viser begge en svak økning mot toppen av kjernen, henholdsvis fra 0,009 ppm til 0,018 ppm, og med noe vekslende konsentrasjon opp gjennom kjernen for Pb sin del fra 5,3 ppm som lavest verdi i den nedre del av kjernen til ca. 14 ppm i toppen. Denne sedimentkjernen har meget usikre  $^{210}\text{Pb}$  dateringsresultater, og det er derfor ikke angitt noen årstall for når de



svake økningene for Hg og Pb begynner. Det er gjort usikre dateringer i andre sedimentkjerner med lave andeler av finstoff, eksempelvis i en sedimentkjerne fra Rebbenesdjupe (Jensen m. fl., 2008).

**Tabell 9. Kjerne R421MC033 (0- 31 cm) minimum, gjennomsnitt, median og maksimumsverdier for tungmetaller, arsen og barium.**

Antall prøver		As ppm	Ba ppm	Cd ppm	Cr ppm	Cu Ppm	Hg ppm	Ni ppm	Pb ppm	Zn Ppm
N = 23	Min.	1,3	51	0,05	16,1	4,6	0,009	14,4	5,3	35,3
	Gns.	3,1	83	0,13	20,7	9,1	0,013	19,9	8,0	43,8
	Med.	2,3	79	0,09	20,8	9,6	0,013	19,6	7,6	43,9
	Max.	10,6	108	0,35	27,2	12,6	0,018	27,5	14,4	57,5



Figur 16. Tungmetall, arsen, TOC, karbonat og finstoff i kjerne R421MC033 (0-31 cm) fra vestlige del av Tromsøflaket. Årstallene til høyre i diagrammet er basert på  $^{210}\text{Pb}$ -datering. Denne kjernen var ikke mulig å datere ifølge dateringsrapporten (Vedlegg 3).

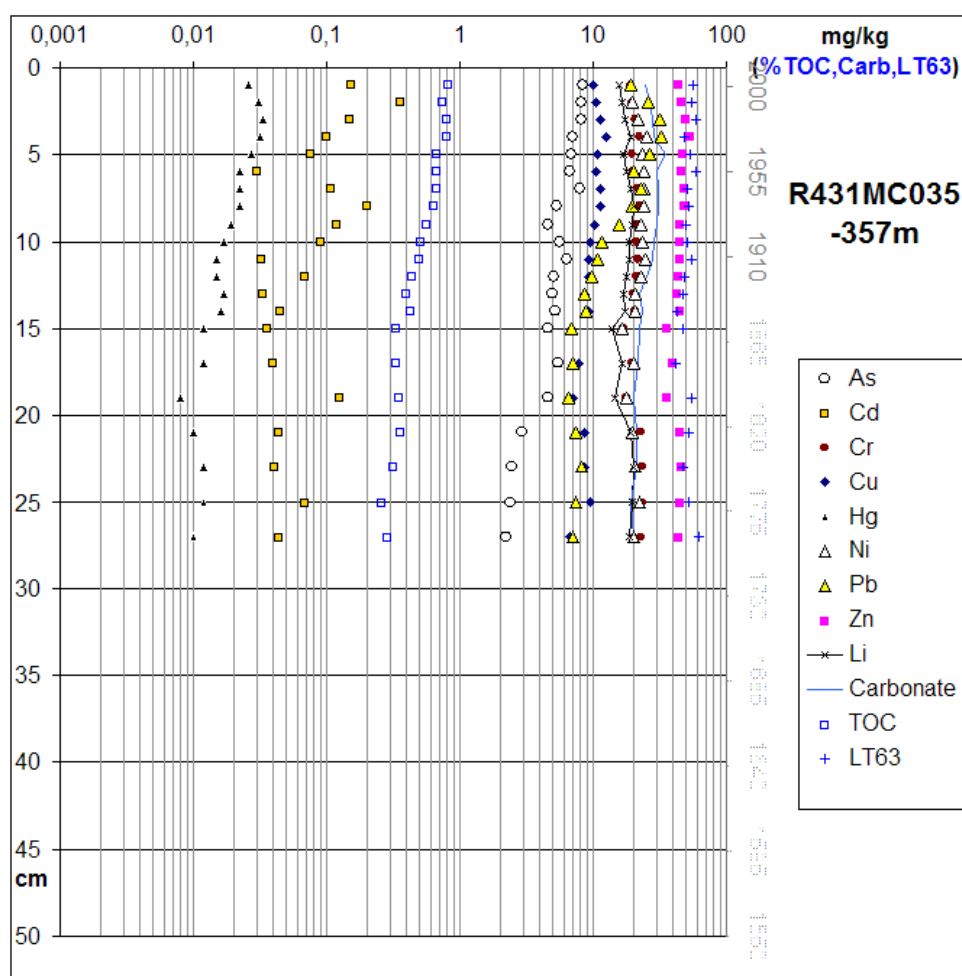
#### 5.3.4 R431MC035 på kontinentalsokkelen

R431 fra sokkelen har en finstoffandel som varierer fra 42,9 til 59,6 %, med en generell økning mot toppen av kjernen (Figur 17). TOC varierer fra ca. 0,3 vekt % til ca. 0,8 vekt % i toppen med en markant økning fra ca. 15 cm. Minimum, gjennomsnitt, median og maksimumsverdier er

presentert i Tabell 10. Kvikksølv og bly øker begge mot toppen av kjernen, Hg fra ca. 0,022 ppm i 6-7 cm til 0,033 ppm i 2-3 cm prøven, mens Pb øker fra ca. 20,1 ppm i 6-7 cm til 32 ppm i 2-3 cm prøven. Hg og Pb økningene starter omtrent på 1950-tallet. Sink og nikkel har begge relativt konstante konsentrasjoner gjennom kjernen, med svake økninger mot toppen. Cd har lave og varierende konsentrasjoner. Arsenkonsentrasjonen øker gjennom hele kjernen fra bunn til topp.

**Tabell 10. Kjerne R431MC035 (0-27 cm) minimum, gjennomsnitt, median og maksimumsverdier for tungmetaller, arsen og barium.**

No. samples		As ppm	Ba Ppm	Cd ppm	Cr ppm	Cu ppm	Hg ppm	Ni Ppm	Pb ppm	Zn Ppm
N = 21	Min.	2,2	75	0,03	16,9	6,7	0,008	16,4	6,5	35,6
	Gns.	5,5	87	0,09	20,9	9,5	0,018	21,9	14,8	44,9
	Med.	5,4	87	0,07	21,2	9,4	0,017	22,2	11,1	45,1
	Max.	8,5	104	0,36	23,6	12,6	0,033	27,4	32,6	53,5



Figur 17. Tungmetall, arsen, TOC, karbonat og finstoff i kjerne R431MC035(0-27cm) fra vestlige del av Tromsøflaket. Årstillene til høyre i diagrammet er basert på  $^{210}\text{Pb}$ -datering. Denne datering er klassifisert som usikker (Vedlegg 3,  $^{210}\text{Pb}$ - dateringsrapporten).

## 6. OPPSUMMERING

Sedimentkjernene fra den nordlige delen av Eggakanten-området består primært av enten silt og sand i omtrent like store andeler eller av siltig sand. En enkelt stasjon har sand. De har generelt TOC-verdier lavere enn 1 vekt %, og med høyeste TOC-verdier og størst andel av finstoff (silt og leir) på stasjonene på skråningen mens sedimentkjernene fra sokkelen har lavere innhold av finstoff og mindre TOC-innhold.

Analyserte overflatesedimenter og sedimentkjerner viser gjennomgående lave konsentrasjoner av tungmetaller og arsen. Innholdet av disse elementene tilsvarer Klifs klasse I for kyst- og fjordsedimenter for samtlige 12 prøvetakingsstasjoner.

Analyser av de 4  $^{210}\text{Pb}$ -daterte kjernene fra sokkelen (2 sedimentkjerner) og skråningen (2 sedimentkjerner) viser økning av Hg og Pb mot overflaten. Dette tyder på antropogen tilførsel av Hg og Pb i tillegg til bidrag fra naturlig mineralbundet Hg og Pb. Antropogene bidrag er sannsynligvis transportert med havstrømmer og/eller luftbårne aerosoler og avsatt i det marine miljøet.  $^{210}\text{Pb}$ -datering av 2 sedimentkjerner fra kontinentalskråningen (R405MC031 og R406MC032) og 1 sedimentkjerne fra kontinentalsokkelen på Tromsøflaket (R431MC035) antyder at økt avsetning av Hg og Pb kan ha begynt rundt 1940-1950. Den økte avsetningen av Hg kan stamme fra forbrenning av kull og utslipp fra metallindustri, mens Pb kan stamme fra utslipp fra metallindustri og forbrenning av blyholdig bensin, som var i bruk frem til 1970-tallet i vesten og fremdeles brukes i noen land.

## 7. REFERANSER

- Braastad, G. 2000: Kort innføring i toksikologi – økotoksikologisk risikovurdering – veiledning – Del IIA. SFT-rapport TA 1756, 46 sider.
- Buchanan, J.B. 1984: Sediment analysis. In: Holme, N.A. & McIntyre A. D. (Editors), *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK, 41-65.
- Dehairs, F., Chesselet, R., and Jedwab, J., 1980. Discrete suspended particles of barite and the barium cycle in the ocean. *Earth Planetary Science Letters*, vol. 49, s. 528 – 550.
- Det Norske Veritas (DNV) 2001: Miljøundersøkelse – Region IX – Finnmark 2000. Rapport nr. 2001 – 0373, 51 sider.
- Folk, R.L. 1954: The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature: *Journal of Geology* 62, 344-359.
- Jahnke, R.A., Craven, D.B., and Gaillard, J.-F., 1994. The influence of organic matter diagenesis on CaCO<sub>3</sub> dissolution at the deep-sea floor. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 58, 2799-2809.
- Jahnke, R.A., Craven, D.B., McCorkle, D.C., og Reimers, C.E., 1997. CaCO<sub>3</sub> dissolution in California continental margin sediments: the influence of organic matter remineralisation.
- 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: MAREANO2007 - 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.
- 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. and Thorsnes T., 2000. Accumulation of barium in recent Skagerrak sediments: sources and distribution control. *Marine Geology*, vol. 163, s. 13 – 26.
- 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.
- Mortensen L. B. og Mortensen P. B., 2009. Mareanotokt 2009105 og 2009111 – samlet toktrapport fra bunnkartlegging på Eggakanten og i Nordland VII 2009. Toktrapport, 48 sider.
- Nuernberg C. C., Bohrmann G., Schlueter M. og Frank M., 1997. Barium accumulation in the Atlantic sector of the Southern Ocean. Results from 190,000-year records. *Paleoceanography*. Vol. 12 (4), s. 594 – 603.
- 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.

- Steinsund, P.I. og Hald, M., 1994. Recent calcium carbonate dissolution in the Barents Sea: Paleooceanographic applications. *Marine Geology*, 117, 303-316.
- Sæther O. M., Faye G., Thorsnes T., Rise L., Longva O. and 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, p. 103-112.
- Thorsnes T. and 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, p. 52-79.
- Vorren T. O. and Vassmyr S., 1991. The continental shelf surficial sediments, 1:3 mill. *Nasjonalatlas for Norge, kartblad 2.3.8, Statens kartverk, Norway* (1991).

## Vedlegg 1

- Analyseresultater fra 12 prøvetakingsstasjoner samt innsatte standardprøver av "Hynne" og "KDF" i prøveserien. NGULab analysekontrakt 2009.0222.
- Coulter: kornstørrelsesfordeling.
- Leco (Total S, total C, organisk C)
- HNO<sub>3</sub>-ekstrahert og analysert med AAS (As, Cd, Pb, Sn, Se og Hg) og ICP-AES (30 elementer).





7491 TRONDHEIM  
Tlf.: 73 90 40 00  
Telefaks: 73 92 16 20

Kornfordelingsanalyser: Coulter laser partikkel teller  
GEOLOGISK MATERIALE  
Analysekontrakt nr. 2009.0222

File name:	1#.\$02	2.\$02	3.\$02	4.\$02	5#a.\$02	6.\$02	7.\$02	8#.\$02	9#.\$02	10#.\$02	11.\$02	12#.\$02	13.\$02	14.\$02	15.\$02
<b>Group ID:</b>	2009.0222	2009.0222	2009.0222	2009.0222	2009.0222	2009.0222	2009.0222	2009.0222	2009.0222	2009.0222 10#	2009.0222	2009.0222	2009.0222	2009.0222	2009.0222
<b>Sample ID:</b>	R367MC026k6_0-1cm	R379B079K2_0-1cm	R384MC028K0_0-1cm	R391MC029K4_0-1cm	R397MC030K2_0-1cm	Standard Hynne	Standard KDF	R405MC031k5_0-1cm	R405MC031k5_1-2cm	R405MC031k5_2-3cm	R405MC031k5_3-4cm	R405MC031k5_4-5cm	R405MC031k5_5-6cm	R405MC031k5_6-7cm	R405MC031k5_7-8cm
<b>Operator:</b>	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel
<b>Comment:</b>	0.59g, ultralyd	0.63g, ultralyd	0.37g, ultralyd	0.77g, ultralyd	1.64g, ultralyd	0.25g, ultralyd.	0.22g, ultralyd	0.27g, ultralyd.	0.25g, ultralyd.	0.23g, ultralyd.	0.25g, ultralyd.	0.25g, ultralyd.	0.24g, ultralyd.	0.23g, ultralyd.	0.25g, ultralyd.
<b>Comment</b>															
<b>STATISTISKE PARAMETERE</b>															
<b>From</b>	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375
<b>To</b>	2000	2000	2000	2000	8000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
<b>Volume</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Mean:</b>	140,2	179,3	105,4	110,3	333,5	87,14	42,8	67,76	66,91	64,26	67,45	52,23	63,59	63,79	58,6
<b>Median:</b>	95,26	139,6	67,45	116,6	173,4	21,02	31,09	49,95	37,28	31,96	25,09	21,49	25,31	33,05	28,46
<b>D(3,2):</b>	16,21	18,51	10,46	22,67	39,6	7,706	12,39	9,076	8,067	7,619	7,301	6,8	7,326	7,839	7,518
<b>Mean/Median Ratio:</b>	1,472	1,284	1,563	0,946	1,923	4,146	1,377	1,357	1,795	2,01	2,688	2,43	2,513	1,93	2,059
<b>Mode:</b>	105,9	223,4	140,1	140,1	140,1	18	55,14	116,3	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6
<b>95% Conf. Limits:</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>95% Conf. Limits:</b>	598,4	554,1	375,7	225,2	1689	119,6	219,3	226,7	224,5	281,2	187,5	264,7	225,1	198,1	198,1
<b>S.D.:</b>	233,7	191,3	137,9	58,63	691,5	153	39,18	77,32	81,5	81,76	109	69,02	102,6	82,29	71,19
<b>Variance:</b>	54639	36582	19011	3438	4,78E+05	23407	1535	5978	6643	6685	11891	4763	10532	6771	5067
<b>C.V.:</b>	166,7	106,7	130,8	53,14	207,4	175,6	91,54	114,1	121,8	127,2	161,7	132,1	161,4	129	121,5
<b>Skewness:</b>	4,538	2,899	2,961	-0,156	5,754	2,753	1,486	2,995	2,382	2,585	3,87	2,708	4,486	3,278	2,284
<b>Kurtosis:</b>	23,12	12,22	12,16	-0,479	37,78	7,85	2,189	15,69	8,946	10,15	19,76	11,86	27,55	18,78	8,65
<b>d10:</b>	6,547	7,009	3,318	14,31	88,61	2,609	5,063	2,901	2,624	2,494	2,457	2,3	2,457	2,6	2,48
<b>d50:</b>	95,26	139,6	67,45	116,6	173,4	21,02	31,09	49,95	37,28	31,96	25,09	21,49	25,31	33,05	28,46
<b>d90:</b>	181,8	343,6	234,2	182,2	513,6	253,6	97,75	149	158,6	154,7	154,2	136,9	148,3	152,6	146,2
<b>Specific Surf. Area</b>	3700	3242	5738	2647	1515	7786	4844	6611	7438	7876	8218	8823	8190	7654	7981
<b>% &lt;</b>															
<b>10</b>	6,547	7,009	3,318	14,31	88,61	2,609	5,063	2,901	2,624	2,494	2,457	2,3	2,457	2,6	2,48
<b>20</b>	33,63	38,99	7,018	58,47	124,6	4,748	13,67	5,835	4,759	4,734	4,435	4,08	4,318	4,864	4,489
<b>50</b>	95,26	139,6	67,45	116,6	173,4	21,02	31,09	49,95	37,28	31,96	25,09	21,49	25,31	33,05	28,46
<b>75</b>	131,4	233,5	143,5	150,1	224,1	89,45	59,99	106,2	107,1	101,2	96,21	83,63	94,85	102,4	96,98
<b>90</b>	181,8	343,6	234,2	182,2	513,6	253,6	97,75	149	158,6	154,7	154,2	136,9	148,3	152,6	146,2
<b>INTERPOLASJON</b>															
<b>Particle diameter</b>	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume
<b>µm</b>	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <
<b>2</b>	3,29	2,74	5,07	2,42	1,23	6,38	2,73	5,9	6,38	7,23	7,24	7,95	7,05	6,79	7,03
<b>5</b>	8,34	7,84	15,1	6,02	2,79	21	9,87	17,5	21	21,1	22,6	24,5	23,2	20,5	22,2
<b>10</b>	12,5	12	24,4	8,91	3,96	35,1	19,1	28	33,8	34	37	39,6	37,7	33,7	35,7
<b>15</b>	14,6	14	28	10,2	4,5	43	27,1	32,2	38,3	39	42,2	44,7	42,6	38,6	40,7
<b>20</b>	16,3	15,5	31	11,5	4,95	49	34,8	35,8	41,8	43	46,4	48,9	46,5	42,5	44,8
<b>50</b>	24,5	22,3	43	17,8	6,45	64,3	67,9	50	54,4	56,8	60	63	59,8	56,3	58,4
<b>60</b>	28	24,7	46,9	20,5	7,02	67,6	75	54,3	58	60,3	63,3	66,6	63,3	59,9	61,9
<b>63</b>	29,2	25,4	48,1	21,5	7,23	68,5	76,9	55,7	59	61,4	64,3	67,7	64,3	61	63
<b>70</b>	32,6	27,4	51,1	24	7,83	70,6	80,9	61,6	63,9	66,6	70,3	73,3	68,6	63,6	65,5
<b>75</b>	35,5	28,9	53,2	26	8,33	71,9	83,2	61,1	63,4	65,8	68,3	72,1	68,5	65,4	67,3
<b>90</b>	46	33,8	59	32,8	10,2	75,1	88,2	67,9	68,9	71,1	73,1	77	73,4	70,7	72,6
<b>125</b>	71,3	45,5	70,2	56,5	20,2	80,3	94,6	82,5	81,1	82,7	83,4	87,1	84,2	82,6	84,2
<b>200</b>	91,6	66,8	85,9	94,4	65,2	87,6	99,8	97,1	95,2	95,3	94,8	97,5	96,2	96,2	97
<b>250</b>	92,9	78,4	91,3	99,4	81,6	89,9	100	98,5	97,1	97,1	96	98,3	97,4	97,9	98,2
<b>400</b>	93,9	92,5	95,8	100	88,6	93,4	100	98,8	98,9	98,8	97,5	99,3	98,2	99	99,3
<b>500</b>	94,7	94,7	97	100	89,8	95,6	100	99,3	99,6	99,5	98,4	99,8	98,6	99,3	99,8
<b>1000</b>	97,7	98,8	99,8	100	93,2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>2000</b>	100	100	100	100	97,7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>4000</b>					98,9										
<b>8000</b>															
<b>16000</b>															
<b>19000</b>															
<b>22000</b>															

File name:	16.\$02	17.\$02	18.\$02	19#.\$02	20.\$02	21#.\$02	22.\$02	23.\$02	24.\$02	25#.\$02	26.\$02	27.\$02	28.\$02	29.\$02	30.\$02	
Group ID:	2009,0222	2009,0222	2009,0222	2009,0222	2009,0222	2009,0222	2009,0222	2009,0222	2009,0222	2009,0222	2009,0222	2009,0222	2009,0222	2009,0222	2009,0222	
Sample ID:	R405MC031k5_8-9cm	R405MC031k5_9-10cm	R405MC031k5_10-11c	R405MC031k5_11-12c	R405MC031k5_12-13c	R405MC031k5_13-14c	R405MC031k5_14-15c	R405MC031k5_16-17c	R405MC031k5_18-19c	R405MC031k5_20-21c	R405MC031k5_22-23c	R405MC031k5_24-25c	R405MC031k5_26-27c	R405MC031k5_28-29c	R405MC031k5_30-31c	
Operator:	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	W. Koziel	
Comment	0.23g, ultralyd.	0.23g, ultralyd.	0.22g, ultralyd.	0.25g, ultralyd	0.29g, ultralyd	0.34g, ultralyd	0.32g, ultralyd	0.31g, ultralyd	0.27g, ultralyd	0.32g, ultralyd	0.28g, ultralyd	0.30g, ultralyd	0.29g, ultralyd	0.32g, ultralyd	0.30g, ultralyd	
Comment																
<b>STATISTISKE PARAMETERE</b>																
From	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375
To	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Volume	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Mean:	52,66	55,78	49,25	55,52	61,57	65,83	63,31	55,9	60,31	60,88	58,01	56,93	55,53	53,13	52,96	
Median:	27,92	29,32	24,82	33,49	46,83	55,14	51,3	37,17	48,15	49,91	44,2	40,32	37,95	33,67	33,28	
D(3,2):	7,324	7,446	7,294	7,9	8,3	8,759	8,591	7,972	8,696	8,747	8,608	8,375	7,904	7,727	7,658	
Mean/Median Ratio:	1,886	1,903	1,984	1,658	1,315	1,194	1,234	1,504	1,253	1,22	1,312	1,412	1,463	1,578	1,591	
Mode:	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	127,6	116,3	116,3	116,3	116,3	116,3	116,3	116,3	
95% Conf. Limits:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
95% Conf. Limits:	159,8	178,9	151,9	163,5	173,1	181	175,5	162	166,6	167,3	161,2	161,4	159,1	155,4	154,2	
S.D.:	54,65	62,8	52,36	55,1	56,91	58,75	57,26	54,11	54,24	54,31	52,64	53,31	52,87	52,19	51,67	
Variance:	2986	3944	2742	3035	3239	3451	3279	2928	2942	2950	2771	2842	2795	2724	2670	
C.V.:	103,8	112,6	106,3	99,24	92,43	89,25	90,45	96,81	89,93	89,21	90,74	93,64	95,2	98,22	97,57	
Skewness:	0,885	1,931	0,984	0,795	0,59	0,522	0,566	0,769	0,607	0,593	0,65	0,725	0,73	0,834	0,778	
Kurtosis:	-0,397	7,802	-0,165	-0,541	-0,875	-0,936	-0,525	-0,769	-0,772	-0,72	-0,593	-0,62	-0,395	-0,563	-0,563	
d10:	2,403	2,433	2,447	2,586	2,618	2,775	2,696	2,533	2,708	2,717	2,657	2,623	2,436	2,412	2,386	
d50:	27,92	29,32	24,82	33,49	46,83	55,14	51,3	37,17	48,15	49,91	44,2	40,32	37,95	33,67	33,28	
d90:	138,1	142	132,3	139,7	144,7	150,3	146	137,6	139,8	140,1	136,3	137,1	135,3	132,9	131,9	
Specific Surf. Area	8193	8058	8226	7595	7229	6850	6984	7526	6900	6860	6970	7164	7591	7765	7834	
% <																
10	2,403	2,433	2,447	2,586	2,618	2,775	2,696	2,533	2,708	2,717	2,657	2,623	2,436	2,412	2,386	
20	4,436	4,517	4,466	4,874	5,109	5,571	5,388	4,877	5,599	5,592	5,571	5,349	4,873	4,736	4,693	
50	27,92	29,32	24,82	33,49	46,83	55,14	51,3	37,17	48,15	49,91	44,2	40,32	37,95	33,67	33,28	
75	94,27	96	86,53	98,96	108,7	114,3	110	97,55	103,5	104	99,59	98,28	96,93	91,99	93,21	
90	138,1	142	132,3	139,7	144,7	150,3	146	137,6	139,8	140,1	136,3	137,1	135,3	132,9	131,9	
<b>INTERPOLASJON</b>																
Particle diameter	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume
µm	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <	% <
2	7,48	7,35	7,28	6,78	6,68	6,32	6,48	6,94	6,45	6,41	6,58	6,7	7,36	7,44	7,57	
5	22,4	22	22,3	20,5	19,6	18,2	18,8	20,4	18,3	18,3	18,4	19	20,4	20,9	21	
10	35,5	34,8	36,2	32,9	30,5	28,6	29,2	31,7	28	28	27,8	28,9	30,4	31,4	31,6	
15	40,7	40	41,8	37,9	35	32,8	33,5	36,5	32,6	32,3	32,5	33,8	35,4	36,7	37,1	
20	44,8	44,2	46,3	42,1	38,7	36,3	37,1	40,6	36,5	36	36,6	38,1	39,7	41,3	41,8	
50	59,1	58,3	61,7	56,5	51,1	48,3	49,6	55,1	50,7	50	52,6	54,2	55	57,2	57	
60	62,7	62	65,5	60,2	54,6	51,7	53,2	59,1	54,9	54,3	57	58,4	59,2	61,4	61,1	
63	63,8	63,1	66,6	61,3	55,7	52,8	54,3	60,4	56,2	55,6	58,4	59,7	60,4	62,7	62,3	
70	66,4	65,7	69,2	64	58,3	55,5	57,1	63,3	59,4	58,8	61,5	62,8	63,4	65,7	65,3	
75	68,2	67,5	71	65,8	60,3	57,4	59,2	65,4	61,6	61,2	63,8	65	65,6	67,9	67,4	
90	73,5	72,9	76,2	71,5	66,6	63,7	65,7	71,8	68,6	68,3	70,7	71,5	72	74,2	73,7	
125	85,9	85	87,8	85,1	82,4	80	81,9	85,8	84,6	84,4	85,9	85,8	86,4	87,5	87,6	
200	99,4	98,3	99,5	99,3	99,3	98,9	99,1	99,4	99,5	99,4	99,7	99,5	99,6	99,6	99,7	
250	100	99,3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
400	100	99,7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
500	100	99,9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
1000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
2000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
4000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
8000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
16000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
19000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
22000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	







File name: 105#.\$02 106.\$02 107#.\$02 108.\$02 109.\$02 110.\$02

Group ID: 2009,0222 2009,0222 2009,0222 2009,0222 2009,0222 110  
 Sample ID: R431MC035I R431MC035I R431MC035I R431MC035I Standard Hy Standard KDF  
 Operator: W. Koziel W. Koziel W. Koziel W. Koziel W. Koziel W. Koziel  
 Comment: 0.28g, ultralyx 0.28g, ultralyx 0.28g, ultralyx 0.29g, ultralyx 0.24g, ultralyx 0.22g, ultralyx

STATISTISKE PARAMETERE

	105#.\$02	106.\$02	107#.\$02	108.\$02	109.\$02	110.\$02
From	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375
To	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Volume	100	100	100	100	100	100
Mean:	84,37	103	111,1	86,6	149,6	44
Median:	51,6	59,53	70,88	59,07	26,36	31,15
D(3,2):	8,92	9,517	10,32	9,208	8,323	12,74
Mean/Median Ratio:	1,635	1,731	1,568	1,466	5,675	1,413
Mode:	105,9	116,3	116,3	116,3	18	55,14
95% Conf. Limits:	0	0	0	0	0	0
95% Conf. Limits:	344,7	451,4	436	343,4	676,2	125,2
S.D.:	132,8	177,7	165,7	131	288,7	41,44
Variance:	17647	31589	27469	17166	72184	1717
C.V.:	157,5	172,5	149,1	151,3	179,6	94,18
Skewness:	4,385	4,309	3,583	4,977	2,409	1,541
Kurtosis:	25,67	21,7	15,86	35,1	5,239	2,275
d10:	2,771	2,918	3,149	2,76	2,73	5,133
d50:	51,6	59,53	70,88	59,07	26,36	31,15
d90:	165,4	195,2	224	172,2	547,3	103,3
Specific Surf. Area	6727	6304	5815	6516	7209	4709
% <						
10	2,771	2,918	3,149	2,76	2,73	5,133
20	5,875	6,599	7,481	5,988	5,117	13,6
50	51,6	59,53	70,88	59,07	26,36	31,15
75	108,8	120,2	132	115,7	136,6	60,77
90	165,4	195,2	224	172,2	547,3	103,3

INTERPOLASJON

Particle diameter	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume
µm	% <	% <	% <	% <	% <	% <
2	6,38	5,98	5,56	6,25	5,95	2,43
5	17,6	16,4	15,2	17,6	19,6	9,71
10	27,2	24,9	23	26,1	32,3	19,2
15	31,5	29,4	26,7	30,2	39,6	27,2
20	35,3	33,3	29,8	33,8	45,1	34,9
50	49,4	46,2	41,5	46,4	58,9	67,6
60	53,6	50,2	45,3	50,4	61,7	74,5
63	54,9	51,5	46,6	51,7	62,6	76,4
70	58,1	54,6	49,6	54,8	64,4	80,1
75	60,4	56,9	51,8	57,2	65,6	82,3
90	67,2	63,5	58,6	64,2	68,5	87,2
125	80,7	76,5	72,6	78,4	73,5	93,5
200	93,4	90,4	88,1	93,2	80,6	99,6
250	95,1	93,1	91,5	95,4	82,9	100
400	96,6	95,6	94,8	97,2	86,8	100
500	97,4	96,6	95,9	98,2	89	100
1000	99,7	98,5	99,3	99,4	97,2	100
2000	100	100	100	100	100	100
4000						
8000						
16000						
19000						
22000						

Prøve ID	Svovel [%]	Karbon [%]	TOC [%]
R367MC026k6_0-1cm	0,04	1,87	0,45
R379BX079k2_0-1cm	0,03	1,23	0,41
R384MC028k0_0-1cm	0,07	1,96	0,54
R391MC029k4_0-1cm	0,03	1,00	0,27
R397MC030k2_0-1cm	0,01	0,64	0,19
Standard Hynne	0,03	0,93	0,49
Standard KDF	28,0	0,40	0,30
R405MC031k5_0-1cm	0,05	2,68	0,80
R405MC031k5_1-2cm	0,07	2,84	0,84
R405MC031k5_2-3cm	0,06	2,89	0,89
R405MC031k5_3-4cm	0,05	2,75	0,83
R405MC031k5_4-5cm	0,04	2,74	0,71
R405MC031k5_5-6cm	0,05	2,58	0,69
R405MC031k5_6-7cm	0,03	2,31	0,61
R405MC031k5_7-8cm	0,03	2,31	0,62
R405MC031k5_8-9cm	0,03	2,38	0,62
R405MC031k5_9-10cm	0,03	2,29	0,59
R405MC031k5_10-11cm	0,04	2,23	0,55
R405MC031k5_11-12cm	0,03	2,24	0,48
R405MC031k5_12-13cm	0,03	1,89	0,40
R405MC031k5_13-14cm	0,03	1,76	0,37
R405MC031k5_14-15cm	0,02	1,73	0,40
R405MC031k5_16-17cm	0,02	1,69	0,41
R405MC031k5_18-19cm	0,02	1,55	0,37
R405MC031k5_20-21cm	0,05	1,57	0,41
R405MC031k5_22-23cm	0,03	1,34	0,36
R405MC031k5_24-25cm	0,04	1,36	0,39
R405MC031k5_26-27cm	0,04	1,19	0,36
R405MC031k5_28-29cm	0,04	1,17	0,38
R405MC031k5_30-31cm	0,03	1,04	0,36
R405MC031k5_32-33cm	0,04	1,15	0,34
Standard Hynne	0,03	1,03	0,49
Standard KDF	27,4	0,44	0,29
R406MC032k0_0-1cm	0,04	2,39	0,68
R406MC032k0_1-2cm	0,06	2,57	0,75

Prøve ID	Svovel [%]	Karbon [%]	TOC [%]
R406MC032k0_2-3cm	0,07	2,81	0,75
R406MC032k0_3-4cm	0,06	2,74	0,77
R406MC032k0_4-5cm	0,04	2,48	0,68
R406MC032k0_5-6cm	0,06	2,44	0,63
R406MC032k0_6-7cm	0,04	2,19	0,53
R406MC032k0_7-8cm	0,04	2,05	0,48
R406MC032k0_8-9cm	0,04	2,12	0,52
R406MC032k0_9-10cm	0,04	1,92	0,48
R406MC032k0_10-11cm	0,03	1,68	0,41
R406MC032k0_11-12cm	0,04	1,38	0,39
R406MC032k0_12-13cm	0,03	1,23	0,38
R406MC032k0_13-14cm	0,04	0,90	0,37
R406MC032k0_14-15cm	0,03	0,73	0,37
R406MC032k0_16-17cm	0,03	0,73	0,40
R406MC032k0_18-19cm	0,03	0,79	0,43
R406MC032k0_20-21cm	0,03	1,00	0,42
R406MC032k0_22-23cm	0,03	1,08	0,42
R406MC032k0_24-25cm	0,03	1,00	0,44
R406MC032k0_26-27cm	0,03	0,91	0,40
R406MC032k0_28-29cm	0,02	0,80	0,33
R406MC032k0_30-31cm	0,03	1,05	0,55
R406MC032k0_32-33cm	0,04	1,12	0,56
Standard Hynne	0,02	0,98	0,43
Standard KDF	26,2	0,43	0,29
R416BX088_0-1cm	< 0.01	0,17	< 0.1
R421MC033k3_0-1cm	0,04	2,89	0,49
R421MC033k3_1-2cm	0,04	3,09	0,49
R421MC033k3_2-3cm	0,05	3,25	0,49
R421MC033k3_3-4cm	0,04	3,37	0,45
R421MC033k3_4-5cm	0,04	3,38	0,43
R421MC033k3_5-6cm	0,05	3,33	0,42
R421MC033k3_6-7cm	0,05	3,42	0,49
R421MC033k3_7-8cm	0,05	3,47	0,48
R421MC033k3_8-9cm	0,07	3,51	0,45
R421MC033k3_9-10cm	0,05	3,40	0,41



Prøve ID	Svovel [%]	Karbon [%]	TOC [%]
R421MC033k3_10-11cm	0,05	3,37	0,34
R421MC033k3_11-12cm	0,04	3,10	0,29
R421MC033k3_12-13cm	0,05	3,28	0,34
R421MC033k3_13-14cm	0,06	3,50	0,35
R421MC033k3_14-15cm	0,08	3,25	0,32
R421MC033k3_16-17cm	0,06	2,59	0,23
R421MC033k3_18-19cm	0,06	2,49	0,28
R421MC033k3_20-21cm	0,05	2,98	0,32
R421MC033k3_22-23cm	0,04	2,38	0,24
R421MC033k3_24-25cm	0,03	2,08	0,22
R421MC033k3_26-27cm	0,03	2,00	0,20
R421MC033k3_28-29cm	0,03	1,93	0,21
R421MC033k3_30-31cm	0,03	1,93	0,24
Standard Hynne	0,03	0,98	0,50
Standard KDF	27,8	0,39	0,25
R422BX090__0-1cm	0,02	3,22	0,74
R423MC034k1_0-1cm	0,04	2,98	0,45
R431MC035k1_0-1cm	0,09	3,75	0,82
R431MC035k1_1-2cm	0,10	3,90	0,73
R431MC035k1_2-3cm	0,09	4,13	0,80
R431MC035k1_3-4cm	0,06	4,24	0,81
R431MC035k1_4-5cm	0,06	4,88	0,67
R431MC035k1_5-6cm	0,09	4,32	0,67
R431MC035k1_6-7cm	0,08	4,39	0,67
R431MC035k1_7-8cm	0,07	4,38	0,64
R431MC035k1_8-9cm	0,07	4,20	0,57
R431MC035k1_9-10cm	0,06	3,96	0,51
R431MC035k1_10-11cm	0,06	3,83	0,50
R431MC035k1_11-12cm	0,05	3,49	0,44
R431MC035k1_12-13cm	0,06	3,05	0,39
R431MC035k1_13-14cm	0,04	3,22	0,43
R431MC035k1_14-15cm	0,04	2,99	0,33
R431MC035k1_16-17cm	0,04	2,94	0,33
R431MC035k1_18-19cm	0,04	2,74	0,35
R431MC035k1_20-21cm	0,04	2,88	0,36

Prøve ID	Svovel [%]	Karbon [%]	TOC [%]
R431MC035k1_22-23cm	0,04	2,86	0,32
R431MC035k1_24-25cm	0,04	2,58	0,26
R431MC035k1_26-27cm	0,05	2,69	0,29
Standard Hynne	0,03	1,08	0,44
Standard KDF	28,8	0,41	0,33

Prøve ID	Si [mg/kg]	Al [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Ti [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Na [mg/kg]	K [mg/kg]	Mn [mg/kg]	P [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Co [mg/kg]
R367MC026k6_0-1cm	<250	7490	10700	391	5050	50500	8210	2770	570	540	6,7	32,7	11,6	13,6	5,17
R379BX079k2_0-1cm	402	7930	12100	354	4800	27600	6850	2650	406	509	7,8	33,7	11,2	13,5	5,01
R384MC028k0_0-1cm	<250	10500	14200	612	6760	49600	12700	3840	672	633	10,5	39,6	11,1	16,1	6,39
R391MC029k4_0-1cm	<250	5610	8350	341	3920	21100	5670	1950	242	475	4,6	25,0	6,5	8,7	3,42
R397MC030k2_0-1cm	<250	4040	6670	213	2730	16400	4130	1270	287	314	3,0	18,8	5,2	8,2	3,76
Standard Hynne	<250	21200	28000	1390	14700	17700	6310	7440	400	633	14,6	81,9	11,3	34,9	11,2
Standard KDF	<1000	10800	296000	541	10800	4740	4670	2890	748	424	2040	7020	1790	40,5	206
R405MC031k5_0-1cm	<250	11900	15700	644	7780	58800	16400	4520	683	651	11,7	45,4	14,9	18,1	7,17
R405MC031k5_1-2cm	384	14500	18300	777	8540	63000	14800	5270	822	667	13,7	51,5	17,6	21,5	8,33
R405MC031k5_2-3cm	<250	15500	19800	827	8890	65600	14300	5600	939	663	14,7	55,1	17,7	24,0	9,04
R405MC031k5_3-4cm	<250	14600	18700	788	8350	59400	12900	5270	1040	669	13,7	52,7	15,3	23,3	8,99
R405MC031k5_4-5cm	<250	16000	20900	866	9120	65800	13800	5760	1200	711	14,2	55,6	14,0	27,0	9,97
R405MC031k5_5-6cm	<250	15500	20300	832	8910	62300	12700	5560	1160	696	13,8	53,4	12,0	26,5	10,0
R405MC031k5_6-7cm	<250	15300	20400	821	8780	57500	11900	5510	1040	713	13,0	52,2	9,5	26,2	11,2
R405MC031k5_7-8cm	<250	14000	19300	772	8140	53700	10800	5140	599	685	11,7	48,2	8,0	19,4	10,2
R405MC031k5_8-9cm	<250	14200	21000	779	8370	56000	11200	5390	282	710	12,3	48,7	7,2	17,5	7,48
R405MC031k5_9-10cm	<250	16000	21400	891	9230	62100	12100	6150	227	636	13,8	53,5	6,9	19,3	7,12
R405MC031k5_10-11cm	<250	14700	19300	820	8760	59100	11000	5780	210	612	14,4	52,7	6,8	21,0	7,06
R405MC031k5_11-12cm	<250	15200	18500	859	8620	58000	10600	5790	205	597	17,0	52,1	6,6	19,5	7,26
R405MC031k5_12-13cm	<250	13100	16200	735	7630	48000	8840	5050	185	568	11,2	45,7	5,8	17,7	6,55
R405MC031k5_13-14cm	<250	12800	15900	734	7470	45300	8650	5050	184	562	10,6	45,1	5,7	17,8	6,64
R405MC031k5_14-15cm	<250	13100	17300	738	7760	43000	8980	5280	187	568	10,2	45,8	5,5	16,9	6,93
R405MC031k5_16-17cm	<250	14500	20000	789	8720	39800	9610	6040	207	599	10,7	50,9	5,8	19,9	8,13
R405MC031k5_18-19cm	<250	13900	19200	791	8410	37900	8880	5750	201	599	10,7	49,8	5,5	19,8	7,61
R405MC031k5_20-21cm	<250	14000	20300	792	8560	39000	9330	5800	205	612	15,9	51,2	6,1	21,7	7,81
R405MC031k5_22-23cm	<250	13800	18100	775	8290	32400	8240	5400	204	629	11,0	49,6	5,5	18,0	7,85
R405MC031k5_24-25cm	<250	15100	20400	825	9060	35000	9260	6000	217	627	13,7	53,9	6,8	20,9	8,63
R405MC031k5_26-27cm	<250	15200	21500	827	9190	31200	8610	6200	215	615	12,0	53,2	6,5	22,3	8,33
R405MC031k5_28-29cm	<250	15800	23800	829	9690	27200	8850	6680	223	629	13,7	56,5	7,1	22,9	8,60
R405MC031k5_30-31cm	<250	15700	20800	821	9450	24800	8600	6180	219	602	13,0	55,6	7,0	22,1	8,32
R405MC031k5_32-33cm	<250	16500	22800	857	9870	27800	9280	6730	227	624	14,7	57,1	7,2	22,2	8,40
Standard Hynne	<250	20100	27400	1330	14400	20400	6190	7120	475	619	14,4	78,2	10,6	34,5	11,0
Standard KDF	<1000	10400	289000	514	10400	4600	4790	2800	716	446	2030	7020	1750	37,6	200
R406MC032k0_0-1cm	<250	11800	16000	670	7780	58000	17600	4470	759	632	11,9	42,8	13,9	18,0	7,25
R406MC032k0_1-2cm	262	13300	17700	756	8320	61400	15800	4980	886	654	13,1	48,6	15,7	22,1	8,33

Prøve ID	V	Mo	Cd	Cr	Ba	Sr	Zr	B	Be	Li	Sc	Ce	La	Y	As
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
R367MC026k6_0-1cm	28,6	<1	0,10	14,5	80,5	204	4,2	25	0,17	10,6	2,17	26,0	11,6	6,15	3,8
R379BX079k2_0-1cm	31,3	<1	<0.1	15,7	101	125	4,6	34	0,24	12,0	2,35	27,0	12,3	6,31	5,0
R384MC028k0_0-1cm	39,4	<1	<0.1	18,1	150	229	6,2	34	0,20	14,0	2,98	30,3	14,0	7,59	5,4
R391MC029k4_0-1cm	20,8	<1	<0.1	12,0	67,7	87,7	4,0	18	0,13	7,47	1,72	24,7	11,2	5,22	<2
R397MC030k2_0-1cm	16,4	<1	<0.1	8,69	31,5	67,0	2,5	11	0,13	5,83	1,20	17,4	7,40	3,64	2,8
Standard Hynne	57,1	<1	<0.1	51,5	78,7	70,0	18,2	25	<0.1	27,7	5,01	52,8	24,9	11,1	2,1
Standard KDF	68,1	4,6	19,6	82,3	132	19,0	17,2	<40	<0.4	8,50	2,97	32,9	27,9	9,31	1060
R405MC031k5_0-1cm	42,3	<1	0,11	20,2	163	281	6,1	39	0,23	16,2	3,26	30,6	14,4	7,74	5,1
R405MC031k5_1-2cm	47,1	<1	<0.1	22,8	207	304	7,3	42	0,28	19,3	3,84	33,9	15,9	8,59	5,2
R405MC031k5_2-3cm	50,5	<1	<0.1	24,2	228	324	7,9	44	0,31	20,7	4,12	35,2	16,6	8,94	5,7
R405MC031k5_3-4cm	47,1	<1	<0.1	23,8	214	295	7,7	43	0,28	19,4	3,92	33,9	15,8	8,66	5,0
R405MC031k5_4-5cm	51,2	<1	<0.1	25,6	229	326	8,3	45	0,30	21,2	4,27	37,0	17,4	9,47	5,4
R405MC031k5_5-6cm	49,8	<1	<0.1	24,9	220	306	8,3	43	0,29	20,9	4,20	36,2	17,1	9,31	4,8
R405MC031k5_6-7cm	49,1	<1	<0.1	25,1	222	281	8,4	42	0,30	20,6	4,20	35,9	16,9	9,47	5,6
R405MC031k5_7-8cm	44,2	<1	<0.1	23,4	200	255	7,8	41	0,28	19,2	3,83	34,3	16,1	8,79	4,9
R405MC031k5_8-9cm	43,8	<1	<0.1	24,3	206	262	8,2	43	0,27	19,7	3,86	34,1	16,2	8,78	5,0
R405MC031k5_9-10cm	48,5	<1	<0.1	26,6	236	292	9,1	45	0,29	22,5	4,32	37,0	17,4	9,56	<2
R405MC031k5_10-11cm	50,7	<1	<0.1	25,6	221	271	9,0	45	0,28	21,3	4,11	35,7	16,6	9,42	<2
R405MC031k5_11-12cm	58,9	<1	0,33	25,2	223	268	8,8	41	0,27	21,7	4,11	36,1	16,9	9,48	<2
R405MC031k5_12-13cm	47,5	<1	0,25	22,3	194	220	8,0	35	0,26	19,0	3,66	33,8	16,1	8,71	<2
R405MC031k5_13-14cm	42,6	<1	0,12	22,4	187	208	8,1	38	0,28	18,8	3,68	34,9	16,3	8,81	<2
R405MC031k5_14-15cm	42,0	<1	<0.1	22,8	196	197	8,1	38	0,26	19,4	3,66	34,5	15,9	8,68	<2
R405MC031k5_16-17cm	44,0	<1	<0.1	25,5	209	183	9,2	45	0,31	21,8	4,12	37,5	17,6	9,35	<2
R405MC031k5_18-19cm	43,6	<1	<0.1	25,3	194	168	9,0	41	0,29	20,9	3,98	38,1	17,7	9,22	<2
R405MC031k5_20-21cm	52,0	<1	<0.1	25,4	198	172	9,4	43	0,29	20,7	4,08	38,7	17,9	9,37	<2
R405MC031k5_22-23cm	50,2	<1	0,16	24,9	191	143	8,9	37	0,29	20,6	3,98	38,0	17,4	9,28	<2
R405MC031k5_24-25cm	50,2	<1	0,25	27,4	198	155	9,9	42	0,31	22,2	4,35	39,9	18,3	9,67	<2
R405MC031k5_26-27cm	51,0	<1	<0.1	27,1	197	138	10,2	45	0,31	22,7	4,31	40,5	18,7	9,73	<2
R405MC031k5_28-29cm	57,5	<1	0,11	29,0	196	120	10,9	50	0,35	23,9	4,52	41,1	19,1	9,89	<2
R405MC031k5_30-31cm	49,4	<1	0,15	27,6	181	107	10,6	41	0,35	23,9	4,50	41,2	19,0	9,75	<2
R405MC031k5_32-33cm	56,4	<1	0,21	29,8	191	124	11,5	46	0,37	24,9	4,70	41,8	19,6	10,2	<2
Standard Hynne	55,4	<1	<0.1	50,3	75,5	77,1	17,6	25	<0.1	26,4	4,82	52,0	24,1	11,2	<2
Standard KDF	66,9	5,0	20,5	79,9	134	18,8	14,2	<40	<0.4	9,03	2,84	31,7	27,0	9,02	1010
R406MC032k0_0-1cm	44,7	<1	<0.1	19,5	166	278	6,2	40	0,21	15,6	3,26	29,7	13,7	7,71	5,8
R406MC032k0_1-2cm	47,4	<1	<0.1	21,9	189	297	7,2	44	0,25	17,7	3,63	31,7	14,8	8,30	5,1

Prøve ID	Si [mg/kg]	Al [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Ti [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Na [mg/kg]	K [mg/kg]	Mn [mg/kg]	P [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Co [mg/kg]
R406MC032k0_2-3cm	<250	15000	19800	837	8980	66900	15300	5440	988	688	14,3	51,8	16,6	23,6	9,06
R406MC032k0_3-4cm	<250	16300	21300	898	9450	67200	14400	5810	1150	697	15,2	54,2	14,7	25,7	9,76
R406MC032k0_4-5cm	<250	17000	22200	940	9940	64200	14100	6160	1350	712	15,6	56,3	12,6	29,0	10,4
R406MC032k0_5-6cm	<250	18600	24000	998	10300	62200	13900	6500	1660	746	16,4	61,1	11,7	35,6	11,1
R406MC032k0_6-7cm	<250	17600	22800	940	9900	57500	12600	6130	1960	721	16,2	59,2	11,0	38,8	11,4
R406MC032k0_7-8cm	<250	16400	21200	888	9120	53300	11600	5660	1500	691	14,4	53,5	8,3	26,6	13,4
R406MC032k0_8-9cm	<250	15500	20600	819	8910	51200	11200	5380	845	680	13,7	51,7	8,1	21,6	15,1
R406MC032k0_9-10cm	<250	15100	20200	810	8670	45000	10400	5270	479	642	12,7	50,1	7,7	18,3	12,1
R406MC032k0_10-11cm	<250	15100	21700	805	8800	40200	9800	5390	437	681	12,3	50,8	7,5	19,6	10,2
R406MC032k0_11-12cm	<250	15500	21900	777	9140	33500	9540	5520	302	643	11,2	52,8	7,6	17,9	8,22
R406MC032k0_12-13cm	<250	17300	24600	798	10200	27200	9940	6310	241	636	15,6	59,5	8,8	22,5	8,00
R406MC032k0_13-14cm	262	20400	30500	757	12200	16200	10200	7670	260	635	16,2	72,1	10,3	27,5	9,88
R406MC032k0_14-15cm	272	22000	35900	742	13400	12600	10800	8650	282	652	16,3	76,7	13,5	29,4	10,8
R406MC032k0_16-17cm	289	22300	34700	674	13400	11700	10700	8680	261	575	16,7	77,8	11,8	29,1	10,4
R406MC032k0_18-19cm	283	22700	34800	637	13600	12600	11000	8820	262	546	19,9	77,4	11,6	29,6	10,1
R406MC032k0_20-21cm	276	19100	24600	649	11000	19100	9900	7130	223	546	21,2	66,2	9,9	24,9	8,50
R406MC032k0_22-23cm	<250	18100	22300	652	10500	21100	9060	6690	223	540	18,9	63,7	9,3	24,3	8,21
R406MC032k0_24-25cm	<250	20700	24800	669	11800	19200	9570	7500	245	540	19,0	68,4	10,2	26,0	8,99
R406MC032k0_26-27cm	<250	22900	29100	718	13200	15500	9950	8380	271	585	16,6	76,3	11,3	29,8	10,0
R406MC032k0_28-29cm	<250	16200	20500	596	9550	15100	6970	6000	213	522	14,5	56,9	7,9	20,2	7,22
R406MC032k0_30-31cm	<250	20300	24200	741	12000	18600	8590	7290	304	573	23,4	70,3	8,9	28,6	9,36
R406MC032k0_32-33cm	<250	21500	25700	770	13100	17200	9340	7720	339	582	20,9	72,5	10,2	30,8	10,4
Standard Hynne	<250	21400	27900	1350	14700	19400	6610	7310	392	633	15,6	79,8	11,6	37,5	10,8
Standard KDF	<1000	10400	292000	503	10300	4410	4740	2700	727	389	2050	7060	1840	29,6	199
R416BX088_0-1cm	<250	2520	3950	196	1980	5290	3110	704	96,6	316	1,0	10,7	2,2	4,4	1,50
R421MC033k4_0-1cm	<250	9520	12900	441	6100	75600	11200	3610	506	511	7,6	37,8	12,5	16,5	6,24
R421MC033k4_1-2cm	<250	11200	15200	516	6830	84600	10800	4250	540	550	8,4	42,6	13,1	20,2	7,27
R421MC033k4_2-3cm	<250	12600	18700	584	7540	89400	11100	4970	484	639	9,6	46,3	10,3	24,0	8,70
R421MC033k4_3-4cm	<250	13300	17900	620	7750	94200	10600	5140	476	549	10,3	48,1	7,6	25,9	8,27
R421MC033k4_4-5cm	<250	13000	15700	612	7400	93000	9640	4890	487	471	9,9	45,6	7,2	27,5	8,14
R421MC033k4_5-6cm	<250	13600	16700	636	7830	94500	10200	5140	421	497	10,3	49,9	7,6	24,4	8,47
R421MC033k4_6-7cm	<250	16200	19600	738	9260	98100	13000	6150	406	492	11,2	56,9	8,5	25,6	9,08
R421MC033k4_7-8cm	<250	16800	20500	749	9720	98500	14800	6420	428	472	12,3	57,5	8,6	25,3	9,54
R421MC033k4_8-9cm	<250	16700	19700	756	9710	101000	15500	6390	416	468	12,6	56,9	8,0	25,6	10,5
R421MC033k4_9-10cm	<250	14300	17000	664	8610	96600	14800	5540	274	443	11,1	50,0	6,8	21,3	8,03

Prøve ID	V	Mo	Cd	Cr	Ba	Sr	Zr	B	Be	Li	Sc	Ce	La	Y	As
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
R406MC032k0_2-3cm	51,5	<1	<0.1	23,6	214	327	8,0	46	0,28	20,0	4,04	34,9	16,3	9,03	5,7
R406MC032k0_3-4cm	53,4	<1	<0.1	25,2	234	332	8,7	46	0,29	21,7	4,35	36,8	17,2	9,61	5,2
R406MC032k0_4-5cm	55,2	<1	<0.1	26,6	251	319	9,4	46	0,34	23,1	4,64	38,6	18,0	10,1	5,7
R406MC032k0_5-6cm	58,4	<1	0,12	27,7	265	312	10,2	48	0,33	24,8	4,94	39,3	19,6	10,9	5,9
R406MC032k0_6-7cm	56,4	1,7	0,15	27,1	257	290	10,1	45	0,34	23,8	4,77	39,0	19,1	10,7	6,3
R406MC032k0_7-8cm	51,4	1,3	<0.1	25,5	233	266	9,5	41	0,29	22,0	4,39	37,9	18,5	10,1	6,1
R406MC032k0_8-9cm	48,0	<1	<0.1	24,6	220	250	9,2	41	0,31	21,3	4,23	36,7	17,8	9,80	4,8
R406MC032k0_9-10cm	45,1	<1	<0.1	24,3	212	215	9,2	41	0,30	20,7	4,11	36,4	17,5	9,56	4,7
R406MC032k0_10-11cm	46,3	<1	<0.1	25,1	203	190	9,7	42	0,30	21,3	4,19	36,7	17,9	9,74	5,2
R406MC032k0_11-12cm	45,0	<1	<0.1	26,2	195	157	9,7	40	0,31	22,1	4,28	36,9	17,9	9,66	4,4
R406MC032k0_12-13cm	55,5	<1	<0.1	29,0	191	129	11,0	45	0,38	25,6	4,80	40,9	19,8	10,2	2,6
R406MC032k0_13-14cm	68,1	<1	<0.1	36,0	169	80,9	12,6	56	0,53	32,5	5,77	47,7	22,9	11,1	3,0
R406MC032k0_14-15cm	67,8	<1	0,11	39,3	152	67,2	13,3	65	0,57	35,3	6,12	51,1	24,6	11,5	4,2
R406MC032k0_16-17cm	64,6	<1	<0.1	41,0	138	60,8	13,0	65	0,62	36,0	6,18	49,6	24,0	11,1	<2
R406MC032k0_18-19cm	66,6	<1	<0.1	41,8	123	64,7	13,3	63	0,64	36,6	6,30	50,7	24,4	11,1	<2
R406MC032k0_20-21cm	57,4	<1	<0.1	33,8	130	87,5	11,9	50	0,48	30,0	5,31	44,3	21,0	10,3	<2
R406MC032k0_22-23cm	54,2	<1	<0.1	32,5	126	91,7	11,8	46	0,47	28,8	5,18	43,3	20,5	10,1	<2
R406MC032k0_24-25cm	59,0	<1	0,11	36,2	121	83,4	12,6	48	0,53	32,7	5,64	46,7	21,9	10,4	<2
R406MC032k0_26-27cm	61,8	<1	<0.1	41,4	117	66,0	13,7	54	0,61	36,1	6,32	51,1	24,4	11,2	<2
R406MC032k0_28-29cm	47,5	<1	0,12	30,4	84,8	56,1	10,7	39	0,43	25,2	4,62	40,2	19,0	9,17	<2
R406MC032k0_30-31cm	62,0	<1	0,32	37,2	101	69,1	13,2	43	0,48	31,7	5,62	46,3	22,3	10,5	<2
R406MC032k0_32-33cm	61,4	<1	0,59	40,5	100	64,9	14,0	44	0,49	34,2	5,95	48,0	23,4	10,8	2,1
Standard Hynne	58,0	<1	<0.1	51,2	76,7	73,8	17,9	25	<0.1	27,9	4,98	50,8	24,9	11,2	<2
Standard KDF	71,4	<4	21,4	81,0	129	17,9	13,7	<40	<0.4	8,93	2,85	22,4	30,7	8,94	1100
R416BX088_0-1cm	11,6	<1	<0.1	6,00	16,6	21,9	<2	<10	<0.1	3,07	0,85	14,0	6,53	3,59	<2
R421MC033k4_0-1cm	33,2	<1	0,12	16,9	77,4	316	4,5	36	0,22	13,7	2,60	24,9	12,3	6,79	4,1
R421MC033k4_1-2cm	37,5	<1	0,13	19,2	93,9	349	5,2	37	0,24	16,2	3,01	28,3	13,9	7,60	4,5
R421MC033k4_2-3cm	42,3	<1	0,14	21,4	103	376	5,9	42	0,30	18,5	3,34	29,7	14,9	8,07	7,2
R421MC033k4_3-4cm	40,0	<1	0,14	22,9	108	395	6,3	44	0,28	19,5	3,53	31,0	15,4	8,29	3,8
R421MC033k4_4-5cm	36,8	<1	0,10	21,6	103	387	6,2	38	0,28	18,6	3,42	30,0	14,8	8,24	<2
R421MC033k4_5-6cm	38,3	<1	0,14	23,4	105	405	6,4	47	0,30	19,7	3,59	30,6	15,3	8,45	<2
R421MC033k4_6-7cm	44,0	<1	0,14	26,4	107	450	7,2	49	0,34	23,2	4,17	33,9	17,2	9,34	2,2
R421MC033k4_7-8cm	45,0	<1	0,15	27,2	108	470	7,2	54	0,34	24,1	4,23	33,0	16,8	9,27	<2
R421MC033k4_8-9cm	44,8	<1	0,15	27,0	107	488	7,2	53	0,36	24,3	4,23	33,5	17,0	9,39	<2
R421MC033k4_9-10cm	39,2	<1	0,17	23,8	85,4	461	6,3	44	0,31	20,9	3,65	30,2	15,1	8,45	<2

Prøve ID	Si [mg/kg]	Al [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Ti [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Na [mg/kg]	K [mg/kg]	Mn [mg/kg]	P [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Co [mg/kg]
R421MC033k4_10-11cm	<250	12400	15600	613	7620	98000	12300	4830	243	437	9,6	43,9	5,3	19,1	7,46
R421MC033k4_11-12cm	<250	11100	14100	539	6950	89500	10800	4340	205	418	7,9	40,2	5,4	17,1	6,65
R421MC033k4_12-13cm	<250	11600	14700	561	7280	88800	12900	4690	183	417	10,4	42,3	5,2	18,5	6,45
R421MC033k4_13-14cm	<250	12700	15800	603	7940	95700	14700	5170	192	449	10,6	45,0	5,4	19,9	6,86
R421MC033k4_14-15cm	<250	12400	15500	588	7840	93500	15500	5100	189	421	10,1	45,0	5,5	19,7	6,75
R421MC033k4_16-17cm	<250	9110	11300	452	6060	67500	12700	3860	149	334	7,7	35,3	4,6	14,5	5,19
R421MC033k4_18-19cm	<250	9870	12400	482	6380	68600	12500	4170	157	364	6,8	37,3	4,9	14,4	5,60
R421MC033k4_20-21cm	<250	11900	15200	556	7510	80300	13200	4930	192	426	10,0	44,4	5,4	19,6	6,86
R421MC033k4_22-23cm	<250	9790	12900	471	6250	65200	10300	4100	164	388	8,4	37,4	4,8	16,3	5,90
R421MC033k4_24-25cm	<250	9150	12600	440	5800	56200	8270	3890	154	388	8,3	35,7	4,7	14,6	5,77
R421MC033k4_26-27cm	<250	9910	15400	467	6310	55500	7570	4210	162	424	6,1	37,5	4,9	16,2	6,55
R421MC033k4_28-29cm	<250	9670	14900	457	6100	52800	6790	4050	159	445	4,6	35,5	4,8	15,8	5,89
R421MC033k4_30-31cm	<250	9910	13300	464	5940	53800	6640	3950	156	429	5,5	36,3	4,7	15,1	5,52
Standard Hynne	<250	20900	27300	1400	14100	19300	6160	7040	410	617	14,6	74,3	11,1	34,2	10,4
Standard KDF	<1000	10500	291000	517	10400	4390	4750	2730	725	389	2050	7030	1820	35,1	196
R422BX090_0-1cm	<250	10600	14700	473	6840	69500	12900	4030	640	538	9,4	43,5	18,0	19,0	7,36
R423MC034k1_0-1cm	<250	12700	16400	606	7600	77000	10700	4770	1070	524	9,2	46,1	9,6	27,4	8,06
R431MC035k1_0-1cm	<250	10900	14500	480	7520	91000	16800	4270	608	553	10,0	43,5	16,3	19,2	7,20
R431MC035k1_1-2cm	<250	11400	14900	519	7620	96100	17000	4470	653	550	10,6	46,4	22,4	19,6	7,58
R431MC035k1_2-3cm	<250	11900	15500	547	7740	96800	16600	4640	883	547	11,2	49,4	27,5	21,9	8,20
R431MC035k1_3-4cm	<250	13100	17000	619	8310	105000	16300	5070	1430	573	12,6	53,5	29,8	25,5	8,98
R431MC035k1_4-5cm	<250	11600	14900	555	7480	103000	14900	4560	1670	523	10,9	47,2	23,6	23,5	8,55
R431MC035k1_5-6cm	<250	12300	15600	592	7690	108000	14300	4780	1290	538	10,6	46,5	20,2	23,9	9,82
R431MC035k1_6-7cm	<250	12800	16900	608	7940	112000	13800	5090	747	578	11,3	47,9	18,8	23,8	8,37
R431MC035k1_7-8cm	<250	13100	16300	624	8010	111000	13000	5230	404	537	11,3	48,3	16,0	23,8	6,84
R431MC035k1_8-9cm	<250	13000	15900	618	7700	106000	12600	5220	345	500	10,2	45,2	12,4	22,7	6,42
R431MC035k1_9-10cm	<250	12800	16500	607	7620	104000	11900	5050	459	534	9,5	44,8	9,8	23,5	7,00
R431MC035k1_10-11cm	<250	12700	16700	601	7590	101000	12100	4880	755	541	9,2	45,1	8,1	24,4	8,75
R431MC035k1_11-12cm	<250	12400	16100	593	7420	92800	12400	4770	734	509	9,3	44,1	7,5	22,9	8,51
R431MC035k1_12-13cm	<250	11700	15100	568	7090	80400	12500	4570	604	466	8,7	43,2	6,9	20,6	7,57
R431MC035k1_13-14cm	<250	12100	15900	592	7150	86600	10800	4620	578	495	9,3	44,6	7,5	20,9	7,73
R431MC035k1_14-15cm	<250	9550	12900	483	5710	76200	7960	3610	439	469	6,9	35,6	5,2	16,4	6,11
R431MC035k1_16-17cm	<250	11200	15200	544	6610	82100	8820	4260	580	488	7,8	39,9	5,6	20,4	7,65
R431MC035k1_18-19cm	<250	10300	14100	517	6040	76000	7560	3890	538	471	7,0	35,7	5,2	17,7	8,38
R431MC035k1_20-21cm	<250	13300	17700	628	7770	77100	9150	5100	349	465	8,6	44,7	5,8	19,6	9,07

Prøve ID	V	Mo	Cd	Cr	Ba	Sr	Zr	B	Be	Li	Sc	Ce	La	Y	As
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
R421MC033k4_10-11cm	34,6	<1	0,15	21,2	78,8	446	5,8	39	0,27	18,2	3,24	28,3	14,0	7,98	<2
R421MC033k4_11-12cm	31,8	<1	0,10	19,3	71,6	402	5,5	34	0,26	16,5	2,96	26,4	13,1	7,40	<2
R421MC033k4_12-13cm	37,2	<1	0,16	19,9	69,5	417	5,6	36	0,28	17,3	3,08	26,6	13,3	7,49	<2
R421MC033k4_13-14cm	44,8	<1	0,27	21,1	75,5	462	6,0	41	0,29	19,3	3,31	28,6	14,1	8,14	<2
R421MC033k4_14-15cm	45,7	<1	0,28	21,0	76,9	442	5,8	41	0,30	18,5	3,23	28,7	13,8	7,90	<2
R421MC033k4_16-17cm	29,0	<1	0,29	16,1	51,1	305	4,6	40	0,23	14,0	2,46	21,9	10,7	6,14	<2
R421MC033k4_18-19cm	28,3	<1	0,12	17,3	51,5	300	5,0	36	0,25	14,9	2,63	23,8	11,7	6,61	<2
R421MC033k4_20-21cm	39,8	<1	0,29	20,8	72,4	361	6,0	39	0,30	17,9	3,16	28,1	13,8	7,71	<2
R421MC033k4_22-23cm	29,5	<1	0,11	17,6	59,6	279	5,4	34	0,26	15,0	2,66	25,0	12,2	6,74	<2
R421MC033k4_24-25cm	27,3	<1	<0.1	16,9	66,6	226	5,4	31	0,25	14,3	2,56	25,0	12,1	6,50	<2
R421MC033k4_26-27cm	30,2	<1	<0.1	18,6	82,9	214	6,1	34	0,27	15,1	2,77	27,4	13,3	6,83	<2
R421MC033k4_28-29cm	29,2	<1	<0.1	18,1	80,4	203	5,9	31	0,29	14,7	2,72	28,0	13,6	7,00	<2
R421MC033k4_30-31cm	29,0	<1	<0.1	18,1	73,5	212	6,0	30	0,28	14,8	2,73	27,6	13,4	6,95	<2
Standard Hynne	55,0	<1	<0.1	49,0	74,8	78,4	17,6	25	<0.1	26,5	4,88	51,5	25,0	11,4	<2
Standard KDF	71,2	<4	21,3	80,0	129	17,8	15,0	<40	<0.4	8,71	2,86	23,1	30,4	9,18	1090
R422BX090_0-1cm	38,5	<1	0,19	19,7	87,2	314	4,7	41	0,28	15,8	2,89	26,4	13,1	7,09	4,9
R423MC034k1_0-1cm	39,9	<1	0,10	21,8	90,6	332	6,1	38	0,30	18,5	3,42	30,2	15,0	8,32	4,1
R431MC035k1_0-1cm	38,0	<1	0,18	19,0	89,5	424	4,4	41	0,28	15,8	2,89	25,8	12,9	7,10	5,4
R431MC035k1_1-2cm	39,2	<1	0,18	19,7	91,3	446	4,2	45	0,27	16,6	2,99	25,6	13,0	7,30	5,6
R431MC035k1_2-3cm	40,2	<1	0,17	20,5	94,5	454	4,3	43	0,27	17,3	3,10	26,0	13,2	7,43	4,8
R431MC035k1_3-4cm	43,6	<1	0,16	22,2	104	497	4,8	46	0,31	19,2	3,42	28,2	14,3	8,10	5,9
R431MC035k1_4-5cm	38,7	<1	0,12	19,8	85,6	487	4,3	41	0,27	17,0	3,05	25,3	13,1	7,55	4,6
R431MC035k1_5-6cm	39,1	<1	0,13	20,4	88,3	514	4,6	41	0,28	17,7	3,19	26,9	13,7	7,83	5,2
R431MC035k1_6-7cm	41,6	<1	0,18	21,5	90,2	533	5,1	44	0,31	19,0	3,34	28,0	14,3	8,10	5,8
R431MC035k1_7-8cm	43,2	<1	0,21	22,1	90,4	522	5,4	45	0,32	20,1	3,46	29,1	14,7	8,35	3,6
R431MC035k1_8-9cm	41,2	<1	0,14	21,3	86,0	488	5,4	41	0,31	19,5	3,37	28,0	14,3	8,15	3,2
R431MC035k1_9-10cm	40,2	<1	0,12	21,4	85,0	465	5,5	40	0,31	18,9	3,34	27,8	14,1	8,07	3,7
R431MC035k1_10-11cm	38,6	<1	0,11	21,5	87,8	450	5,5	41	0,32	18,5	3,38	28,9	14,6	8,12	4,4
R431MC035k1_11-12cm	37,8	<1	0,10	21,0	85,6	411	5,3	39	0,30	17,9	3,28	27,7	14,0	7,87	4,1
R431MC035k1_12-13cm	35,3	<1	<0.1	20,1	81,0	360	5,2	36	0,30	16,9	3,11	25,8	13,2	7,30	3,6
R431MC035k1_13-14cm	36,8	<1	<0.1	20,9	86,7	374	5,5	36	0,30	17,4	3,23	27,5	13,8	7,67	3,9
R431MC035k1_14-15cm	29,7	<1	<0.1	16,9	74,7	314	4,8	29	0,24	13,9	2,64	25,2	12,5	6,91	3,8
R431MC035k1_16-17cm	34,7	<1	0,10	19,5	86,7	348	5,6	34	0,29	16,3	3,01	28,0	13,7	7,69	3,5
R431MC035k1_18-19cm	31,2	<1	<0.1	18,0	80,5	313	5,4	30	0,26	14,7	2,80	26,6	13,2	7,25	2,9
R431MC035k1_20-21cm	35,5	<1	<0.1	23,0	90,9	326	7,0	38	0,35	19,3	3,55	30,9	15,3	8,30	2,1



Prøve ID	Si	Al	Fe	Ti	Mg	Ca	Na	K	Mn	P	Cu	Zn	Pb	Ni	Co
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
R431MC035k1_22-23cm	<250	13800	18100	651	8100	77500	9580	5340	300	458	8,7	46,1	5,8	20,8	8,26
R431MC035k1_24-25cm	<250	13100	20300	616	8150	72900	10200	5550	230	447	9,5	45,0	5,8	22,4	7,46
R431MC035k1_26-27cm	<250	12600	17100	600	7630	71600	9780	5080	236	442	6,7	44,0	5,3	20,1	7,56
Standard Hynne	<250	20500	26900	1400	13900	18400	5990	6970	408	629	14,1	71,9	11,1	32,9	10,4
Standard KDF	<1000	10700	289000	518	10600	4360	4930	2780	720	406	2090	7130	1820	32,5	193

Prøve ID	V	Mo	Cd	Cr	Ba	Sr	Zr	B	Be	Li	Sc	Ce	La	Y	As
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
R431MC035k1_22-23cm	36,0	<1	<0.1	23,6	89,3	328	7,1	38	0,36	20,4	3,64	31,4	15,7	8,42	<2
R431MC035k1_24-25cm	38,5	<1	<0.1	23,3	83,0	308	6,9	41	0,35	19,8	3,46	30,2	15,3	7,96	<2
R431MC035k1_26-27cm	34,8	<1	<0.1	22,6	80,1	303	6,7	36	0,33	18,7	3,38	30,2	15,1	7,92	<2
Standard Hynne	55,6	<1	<0.1	49,9	79,1	70,5	17,1	25	<0.1	26,4	4,77	47,7	23,4	10,8	<2
Standard KDF	71,2	<4	21,6	80,1	135	18,4	14,7	<40	<0.4	9,14	2,93	23,7	30,3	9,38	1070

Prøve id.	As mg/kg	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Se mg/kg	Sn mg/kg
R367MC026k6_0-1cm	4,7	0,08	12,3	< 1	< 2
R379BX079k2_0-1cm	5,7	0,05	11,6	< 1	< 2
R384MC028k0_0-1cm	5,6	0,08	12,6	< 1	< 2
R391MC029k4_0-1cm	1,4	0,04	6,2	< 1	< 2
R397MC030k2_0-1cm	2,0	0,04	5,4	< 1	< 2
Standard Hynne	3,8	0,08	12,3	< 1	< 2
Standard KDF	1100	17,5	1730	27	2,1
R405MC031k5_0-1cm	6,4	0,10	14,3	< 1	< 2
R405MC031k5_1-2cm	7,3	0,09	20,0	< 1	< 2
R405MC031k5_2-3cm	7,4	0,09	19,8	< 1	< 2
R405MC031k5_3-4cm	7,5	0,06	16,1	< 1	< 2
R405MC031k5_4-5cm	7,1	0,04	16,0	< 1	< 2
R405MC031k5_5-6cm	7,6	0,07	13,8	< 1	< 2
R405MC031k5_6-7cm	7,3	0,05	10,8	< 1	< 2
R405MC031k5_7-8cm	6,8	0,04	9,6	< 1	< 2
R405MC031k5_8-9cm	7,7	0,03	6,8	< 1	< 2
R405MC031k5_9-10cm	3,7	0,04	7,7	1,2	< 2
R405MC031k5_10-11cm	2,0	0,08	7,7	1,8	< 2
R405MC031k5_11-12cm	2,0	0,37	7,8	1,4	< 2
R405MC031k5_12-13cm	1,1	0,30	6,6	< 1	< 2
R405MC031k5_13-14cm	1,3	0,15	6,4	< 1	< 2
R405MC031k5_14-15cm	1,6	0,08	6,1	< 1	< 2
R405MC031k5_16-17cm	1,7	0,05	6,7	< 1	< 2
R405MC031k5_18-19cm	1,4	0,03	8,6	< 1	< 2
R405MC031k5_20-21cm	1,8	0,10	6,2	2,5	< 2
R405MC031k5_22-23cm	1,4	0,19	6,8	< 1	< 2
R405MC031k5_24-25cm	1,7	0,25	7,6	< 1	< 2
R405MC031k5_26-27cm	1,6	0,08	5,6	1,4	< 2
R405MC031k5_28-29cm	1,8	0,13	7,8	1,5	< 2
R405MC031k5_30-31cm	1,8	0,17	7,5	< 1	< 2
R405MC031k5_32-33cm	1,7	0,24	8,2	< 1	< 2
Standard Hynne	4,5	0,05	10,1	< 1	< 2
Standard KDF	1150	18,3	1790	27	2,3
R406MC032k0_0-1cm	7,6	0,13	15,6	< 1	< 2
R406MC032k0_1-2cm	7,5	0,08	17,4	< 1	< 2

Prøve id.	As mg/kg	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Se mg/kg	Sn mg/kg
R406MC032k0_2-3cm	8,3	0,09	18,6	< 1	< 2
R406MC032k0_3-4cm	8,5	0,09	14,3	< 1	< 2
R406MC032k0_4-5cm	8,9	0,08	14,3	< 1	< 2
R406MC032k0_5-6cm	9,1	0,10	12,5	< 1	< 2
R406MC032k0_6-7cm	8,4	0,11	11,6	< 1	< 2
R406MC032k0_7-8cm	7,8	0,08	9,1	< 1	< 2
R406MC032k0_8-9cm	7,4	0,06	9,1	< 1	< 2
R406MC032k0_9-10cm	6,5	0,03	8,5	< 1	< 2
R406MC032k0_10-11cm	7,5	0,02	8,3	< 1	< 2
R406MC032k0_11-12cm	5,3	< 0,02	8,7	< 1	< 2
R406MC032k0_12-13cm	4,3	0,02	8,5	1,3	< 2
R406MC032k0_13-14cm	4,7	0,07	10,5	< 1	< 2
R406MC032k0_14-15cm	6,5	0,14	12,4	< 1	< 2
R406MC032k0_16-17cm	3,1	0,07	11,6	< 1	< 2
R406MC032k0_18-19cm	2,8	0,03	12,0	< 1	< 2
R406MC032k0_20-21cm	1,6	0,05	9,9	1,3	< 2
R406MC032k0_22-23cm	1,9	0,06	9,8	< 1	< 2
R406MC032k0_24-25cm	2,0	0,12	10,3	< 1	< 2
R406MC032k0_26-27cm	2,2	0,06	10,2	< 1	< 2
R406MC032k0_28-29cm	1,4	0,09	7,5	< 1	< 2
R406MC032k0_30-31cm	2,2	0,34	8,9	< 1	< 2
R406MC032k0_32-33cm	3,6	0,64	9,8	< 1	< 2
Standard Hynne	4,7	0,08	11,4	< 1	< 2
Standard KDF	1120	17,0	1690	26	< 2
R416BX088_0-1cm	< 1	0,05	1,3	< 1	< 2
R421MC033k4_0-1cm	6,1	0,07	13,8	< 1	< 2
R421MC033k4_1-2cm	6,6	0,07	14,4	< 1	< 2
R421MC033k4_2-3cm	10,6	0,07	11,1	< 1	< 2
R421MC033k4_3-4cm	5,7	0,07	9,1	< 1	< 2
R421MC033k4_4-5cm	3,1	0,09	9,1	< 1	< 2
R421MC033k4_5-6cm	2,7	0,08	9,0	< 1	< 2
R421MC033k4_6-7cm	3,1	0,10	9,8	< 1	< 2
R421MC033k4_7-8cm	3,1	0,11	8,1	< 1	< 2
R421MC033k4_8-9cm	2,8	0,13	9,5	< 1	< 2
R421MC033k4_9-10cm	2,3	0,14	8,3	< 1	< 2

Prøve id.	As mg/kg	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Se mg/kg	Sn mg/kg
R421MC033k4_10-11cm	2,3	0,09	7,6	< 1	< 2
R421MC033k4_11-12cm	2,0	0,09	7,0	< 1	< 2
R421MC033k4_12-13cm	1,9	0,13	7,1	1,3	< 2
R421MC033k4_13-14cm	2,1	0,27	6,3	< 1	< 2
R421MC033k4_14-15cm	2,2	0,35	7,6	< 1	< 2
R421MC033k4_16-17cm	1,3	0,32	5,3	< 1	< 2
R421MC033k4_18-19cm	1,7	0,11	5,8	< 1	< 2
R421MC033k4_20-21cm	2,4	0,30	7,2	< 1	< 2
R421MC033k4_22-23cm	1,8	0,09	6,0	< 1	< 2
R421MC033k4_24-25cm	1,9	0,09	5,6	< 1	< 2
R421MC033k4_26-27cm	1,8	< 0.02	5,4	< 1	< 2
R421MC033k4_28-29cm	1,7	0,05	5,6	< 1	< 2
R421MC033k4_30-31cm	1,5	< 0.02	5,6	< 1	< 2
Standard Hynne	4,8	0,04	11,5	< 1	< 2
Standard KDF	1210	20,2	1610	29	2,6
R422BX090__0-1cm	8,6	0,14	20,4	< 1	< 2
R423MC034k1_0-1cm	6,8	0,08	11,4	< 1	< 2
R431MC035k1_0-1cm	8,5	0,15	19,4	< 1	< 2
R431MC035k1_1-2cm	8,1	0,36	26,1	< 1	< 2
R431MC035k1_2-3cm	8,2	0,15	31,6	< 1	< 2
R431MC035k1_3-4cm	7,1	0,10	32,6	< 1	< 2
R431MC035k1_4-5cm	6,9	0,08	26,6	< 1	2,0
R431MC035k1_5-6cm	6,7	0,03	20,1	< 1	< 2
R431MC035k1_6-7cm	7,9	0,11	22,7	1,0	< 2
R431MC035k1_7-8cm	5,3	0,20	19,7	< 1	< 2
R431MC035k1_8-9cm	4,6	0,12	15,8	< 1	< 2
R431MC035k1_9-10cm	5,7	0,09	11,5	< 1	< 2
R431MC035k1_10-11cm	6,3	0,03	10,7	< 1	< 2
R431MC035k1_11-12cm	5,1	0,07	9,8	< 1	< 2
R431MC035k1_12-13cm	4,9	0,03	8,7	< 1	< 2
R431MC035k1_13-14cm	5,2	0,04	8,8	< 1	< 2
R431MC035k1_14-15cm	4,6	0,04	6,9	< 1	< 2
R431MC035k1_16-17cm	5,4	0,04	7,0	< 1	< 2
R431MC035k1_18-19cm	4,6	0,13	6,5	< 1	< 2
R431MC035k1_20-21cm	3,0	0,04	7,5	< 1	< 2

Prøve id.	As mg/kg	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Se mg/kg	Sn mg/kg
R431MC035k1_22-23cm	2,4	0,04	8,2	< 1	< 2
R431MC035k1_24-25cm	2,4	0,07	7,5	< 1	< 2
R431MC035k1_26-27cm	2,2	0,04	7,0	< 1	< 2
Standard Hynne	4,5	0,02	11,7	< 1	< 2
Standard KDF	1160	16,9	1680	28	2,2

Prøve ID	Hg [mg/kg]
R367MC026k6_0-1cm	0,018
R379BX079k2_0-1cm	0,020
R384MC028k0_0-1cm	0,021
R391MC029k4_0-1cm	0,011
R397MC030k2_0-1cm	0,008
Standard Hynne	0,023
Standard KDF	0,69
R405MC031k5_0-1cm	0,027
R405MC031k5_1-2cm	0,031
R405MC031k5_2-3cm	0,032
R405MC031k5_3-4cm	0,027
R405MC031k5_4-5cm	0,025
R405MC031k5_5-6cm	0,021
R405MC031k5_6-7cm	0,020
R405MC031k5_7-8cm	0,017
R405MC031k5_8-9cm	0,018
R405MC031k5_9-10cm	0,021
R405MC031k5_10-11cm	0,019
R405MC031k5_11-12cm	0,018
R405MC031k5_12-13cm	0,014
R405MC031k5_13-14cm	0,014
R405MC031k5_14-15cm	0,015
R405MC031k5_16-17cm	0,013
R405MC031k5_18-19cm	0,016
R405MC031k5_20-21cm	0,017
R405MC031k5_22-23cm	0,013
R405MC031k5_24-25cm	0,015
R405MC031k5_26-27cm	0,015
R405MC031k5_28-29cm	0,015
R405MC031k5_30-31cm	0,014
R405MC031k5_32-33cm	0,014
Standard Hynne	0,022
Standard KDF	0,70
R406MC032k0_0-1cm	0,025
R406MC032k0_1-2cm	0,027

Prøve ID	Hg [mg/kg]
R406MC032k0_2-3cm	0,029
R406MC032k0_3-4cm	0,029
R406MC032k0_4-5cm	0,027
R406MC032k0_5-6cm	0,022
R406MC032k0_6-7cm	0,019
R406MC032k0_7-8cm	0,016
R406MC032k0_8-9cm	0,016
R406MC032k0_9-10cm	0,016
R406MC032k0_10-11cm	0,016
R406MC032k0_11-12cm	0,014
R406MC032k0_12-13cm	0,016
R406MC032k0_13-14cm	0,020
R406MC032k0_14-15cm	0,023
R406MC032k0_16-17cm	0,022
R406MC032k0_18-19cm	0,022
R406MC032k0_20-21cm	0,020
R406MC032k0_22-23cm	0,017
R406MC032k0_24-25cm	0,018
R406MC032k0_26-27cm	0,016
R406MC032k0_28-29cm	0,012
R406MC032k0_30-31cm	0,017
R406MC032k0_32-33cm	0,018
Standard Hynne	0,027
Standard KDF	0,65
R416BX088_0-1cm	< 0.005
R421MC033k3_0-1cm	0,017
R421MC033k3_1-2cm	0,018
R421MC033k3_2-3cm	0,017
R421MC033k3_3-4cm	0,015
R421MC033k3_4-5cm	0,013
R421MC033k3_5-6cm	0,013
R421MC033k3_6-7cm	0,015
R421MC033k3_7-8cm	0,013
R421MC033k3_8-9cm	0,015
R421MC033k3_9-10cm	0,015



Prøve ID	Hg [mg/kg]
R421MC033k3_10-11cm	0,013
R421MC033k3_11-12cm	0,012
R421MC033k3_12-13cm	0,014
R421MC033k3_13-14cm	0,015
R421MC033k3_14-15cm	0,015
R421MC033k3_16-17cm	0,012
R421MC033k3_18-19cm	0,012
R421MC033k3_20-21cm	0,014
R421MC033k3_22-23cm	0,011
R421MC033k3_24-25cm	0,009
R421MC033k3_26-27cm	0,009
R421MC033k3_28-29cm	0,009
R421MC033k3_30-31cm	0,009
Standard Hynne	0,020
Standard KDF	0,67
R422BX090__0-1cm	0,025
R423MC034k1_0-1cm	0,015
R431MC035k1_0-1cm	0,026
R431MC035k1_1-2cm	0,031
R431MC035k1_2-3cm	0,033
R431MC035k1_3-4cm	0,032
R431MC035k1_4-5cm	0,027
R431MC035k1_5-6cm	0,022
R431MC035k1_6-7cm	0,022
R431MC035k1_7-8cm	0,022
R431MC035k1_8-9cm	0,019
R431MC035k1_9-10cm	0,017
R431MC035k1_10-11cm	0,015
R431MC035k1_11-12cm	0,015
R431MC035k1_12-13cm	0,017
R431MC035k1_13-14cm	0,016
R431MC035k1_14-15cm	0,012
R431MC035k1_16-17cm	0,012
R431MC035k1_18-19cm	0,008
R431MC035k1_20-21cm	0,010

Prøve ID	Hg [mg/kg]
R431MC035k1_22-23cm	0,012
R431MC035k1_24-25cm	0,012
R431MC035k1_26-27cm	0,010
Standard Hynne	0,019
Standard KDF	0,69

## **Vedlegg 2**

Tributyltinn (TBT). Eurofins Norge AS analyserapport.

Prøver (0 – 2 cm) fra 4 prøvetakingsstasjoner

Norges Geologiske Undersøkelse NGU  
Leiv Eirikssons vei 39  
7491 TRONDHEIM  
Attn: **Henning Jensen****AR-10-MM-005897-01****EUNOMO-00012269**Prøvemottak: 26.04.2010  
Temperatur:  
Analyseperiode: 26.04.2010-29.04.2010  
Referanse: Marine sedimentprober

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>439-2010-04260002</b>	Prøvetakingsdato:	23.04.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	R384BX080	Analysedato:	26.04.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	<b>55</b>	%	15%	NS 4764	0.02
Tributyltinn (TBT)	<b>&lt;1</b>	µg/kg TS		Intern metode	1

Prøvenr.:	<b>439-2010-04260003</b>	Prøvetakingsdato:	23.04.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	R405BX086	Analysedato:	26.04.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	<b>80</b>	%	15%	NS 4764	0.02
Tributyltinn (TBT)	<b>&lt;1</b>	µg/kg TS		Intern metode	1

Prøvenr.:	<b>439-2010-04260004</b>	Prøvetakingsdato:	23.04.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	R422BX090-2	Analysedato:	26.04.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	<b>53</b>	%	15%	NS 4764	0.02
Tributyltinn (TBT)	<b>&lt;1</b>	µg/kg TS		Intern metode	1

Prøvenr.:	<b>439-2010-04260005</b>	Prøvetakingsdato:	23.04.2010		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	R423MC034-2	Analysedato:	26.04.2010		
Analyse:	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Total tørrstoff	<b>39</b>	%	15%	NS 4764	0.02
Tributyltinn (TBT)	<b>&lt;1</b>	µg/kg TS		Intern metode	1

**Tegnforklaring:**

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; : Mindre enn, &gt; : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



-----  
Anna Anderson Kubberød

ASM

---

Tegnforklaring:

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, LOQ : Kvantifiseringsgrense, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Måleusikkerhet

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

## **Vedlegg 3**

<sup>210</sup>Pb datering av sedimentkjerner fra 4 prøvetakingsstasjoner.

DHI Analyserapport nr. 11091401.

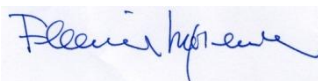

**$^{210}\text{Pb}$ -datering af fire sedimentkerner  
fra NGU, Norge**

# $^{210}\text{Pb}$ -datering af fire sedimentkerner fra NGU, Norge

Januar 2010

Agern Allé 11  
DK-2970 Hørsholm, Denmark

Tlf: +45 4516 9200  
Fax: +45 4516 9292  
Initialer: aje/msl  
E-mail: [dhi@dhi.dk](mailto:dhi@dhi.dk)  
Web: [www.dhi.dk](http://www.dhi.dk)

Klient  NGU		Klientens repræsentant  Henning K. B. Jensen			
Projekt  $^{210}\text{Pb}$ -datering af fire sedimentkerner fra NGU, Norge		Projekt nr.  11091401			
Forfattere  Arne Jensen		Dato  25. januar 2010			
		Godkendt af   Flemming Møhlenberg			
			FLM	FLM	
1	Rapport	AJE	FLM	FLM	25/01-10
Revision	Beskrivelse	Udført	Kontrolleret	Godkendt	Dato
Nøgleord  $^{210}\text{Pb}$ -datering Sediment Norge		Klassifikation  <input type="checkbox"/> Åben  <input type="checkbox"/> Intern  <input checked="" type="checkbox"/> Tilhører klienten			
Distribution NGU DHI:			Henning K. B. Jensen AJE, Bibliotek		Antal kopier  PDF-fil 2





## **INDHOLDSFORTEGNELSE**

1	INDLEDNING .....	1-1
2	ANALYSEMETODE .....	2-1
3	DATERING OG BESTEMMELSE AF AKKUMULATIONS-RATER .....	3-1
3.1	Vægtet lineær regression .....	3-1
3.2	CIC-metoden.....	3-2
3.3	CRS-metoden .....	3-2
3.4	Korrigeret CRS-metode.....	3-2
3.5	Valg af den rette dateringsmetode .....	3-3
3.6	Beregning af akkumulationsrater.....	3-4
3.7	Estimation af diffusionsrater for <sup>210</sup> Pb i sedimentet .....	3-4
4	RESULTATER OG KOMMENTARER .....	4-1
4.1	Resultater.....	4-1
4.2	Kommentarer .....	4-2
4.2.1	Generelle kommentarer.....	4-2
4.2.2	Specifikke kommentarer til dateringen fra NGU kerne 1 R405MC031 .....	4-2
4.2.3	Specifikke kommentarer til dateringen fra NGU kerne 2 R406MC032 .....	4-4
4.2.4	Specifikke kommentarer til dateringen fra NGU kerne 3 R421MC033 .....	4-6
4.2.5	Specifikke kommentarer til dateringen fra NGU kerne 4 R431MC035 .....	4-6
5	ÆNDRINGER I FORURENINGSBELASTNINGEN .....	5-1
6	KONKLUSION .....	6-1
7	REFERENCER .....	7-1

## **BILAG**

A	Rådata for sedimentet fra NGU kerne 1 R405MC031
B	Rådata for sedimentet fra NGU kerne 2 R406MC032
C	Rådata for sedimentet fra NGU kerne 3 R421MC033
D	Rådata for sedimentet fra NGU kerne 4 R431MC035



## 1 **INDLEDNING**

DHI har for Norges Geologiske Undersøgelser (NGU), Henning K.B. Jensen, foretaget bly-210 ( $^{210}\text{Pb}$ ) datering af fire sedimentkerner. Formålet med undersøgelsen var at bestemme sedimentets alder og sedimentakkumulationsraten ( $\text{g m}^{-2} \text{år}^{-1}$ ) samt at undersøge eventuelle forstyrrelser i de øverste sedimentlag (blandingsdybden). Kernerne blev opskåret af rekvirenten i 1,0 cm tykke skiver. DHI modtog de udskårne tørrede prøver sammen med oplysninger om tørstofindholdet.

$^{210}\text{Pb}$  isotopen i sedimenter hidrører dels fra atmosfærisk deposition (unsupported  $^{210}\text{Pb}$ ) og dels fra radioaktiv henfald af radon i sedimentet (supported  $^{210}\text{Pb}$ ).  $^{210}\text{Pb}$ -isotopen tilføres atmosfæren ved henfald af radon ( $^{222}\text{Rn}$ ), som diffunderer ud af jorden. Disse isotoper er en del af urans ( $^{238}\text{U}$ ) henfaldskæde.  $^{210}\text{Pb}$  isotopen har en halveringstid på 22,3 år. Baggrundsværdien for  $^{210}\text{Pb}$  bestemmes ud fra mængden af supported  $^{210}\text{Pb}$ , som er uafhængig af sedimentationen. Bestemmelsen af supported  $^{210}\text{Pb}$  sker fra de dybere lag i sedimentet, hvor koncentrationen er konstant, idet al unsupported  $^{210}\text{Pb}$  er henfaldet. Alderen af en sedimentkerne og sedimentakkumulationsraten bestemmes ved måling af  $^{210}\text{Pb}$ -aktiviteten i forskellige sedimentlag.



## 2 ANALYSEMETODE

$^{210}\text{Pb}$  måles i sedimentskiverne ved  $\alpha$ -spektrometri på DHI. I ca. 10 sedimentskiver (normalt 1-2 cm tykkelse) jævnt fordelt ned igennem sedimentkernen måles  $^{210}\text{Pb}$ -aktiviteten indirekte ved at måle aktiviteten af  $^{210}\text{Po}$  (polonium) med  $\alpha$ -spektrometri. Det tørrede sediment (ca. 0,5 g) destrueres med en blanding af salt- og salpetersyre, hvorefter  $^{210}\text{Po}$  elektrolyseres over på en sølvplade.  $^{210}\text{Po}$ -aktiviteten på sølvpladerne måles derefter ved  $\alpha$ -spektrometri. Alle prøverne bliver tilsat  $^{210}\text{Po}$  for at bestemme det kemiske udbytte. Kalibreringen udføres ved at behandle en  $^{210}\text{Pb}$ -standard på samme måde som prøverne.  $^{210}\text{Pb}$ -aktiviteten forudsættes at være i ligevægt med  $^{210}\text{Po}$ -aktiviteten. Den anvendte metode er beskrevet i ref. /1/.



### 3 DATERING OG BESTEMMELSE AF AKKUMULATIONS-RATER

Ud fra aktivitetsprofilen af unsupported  $^{210}\text{Pb}$  i sedimentkernen bestemmes alderen af de forskellige sedimentlag under den forudsætning, at  $^{210}\text{Pb}$  ikke er mobilt i sedimentkernen. Der anvendes flere forskellige metoder til dateringen, som bygger på lidt forskellige antagelser. Der beregnes desuden et skøn for usikkerheden på dateringerne. Akkumulationsraterne beregnes ud fra dateringerne. Alle beregninger er udført på tørstofbasis korrigeret for saltindhold ud fra saliniteten på prøvetagningslokaliteten.

#### 3.1 Vægtet lineær regression

Den første metode antager både, at sedimentationsraten er konstant, og at koncentrationen af  $^{210}\text{Pb}$  i det aflejrede sediment er konstant. Dette medfører desuden, at fluxen af  $^{210}\text{Pb}$  er konstant. Hvis dette er tilfældet, gælder der, at

$$A_i = A_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t_i) \Leftrightarrow \\ t_i = \frac{\ln(A_0) - \ln(A_i)}{\lambda} \quad ,$$

hvor

$A_i$  = aktiviteten i det  $i$ 'te lag ( $\text{dpm g}^{-1}$ )

$\lambda$  = henfaldskonstanten for  $^{210}\text{Pb}$

$t_i$  = henfaldstiden.

Samtidig gælder, at

$$\ln(A_i) = \alpha + \beta \cdot (M_i - \tilde{M}),$$

hvor

$M_i$  = massedybden ( $\text{g cm}^{-2}$ )

$\tilde{M}$  = et vægtet gennemsnit af  $M_i$ , altså en konstant.

Sættes dette ind i ovenstående, fås, at

$$t_i = \frac{-\beta \cdot M_i}{\lambda} \quad ,$$

Parametrene  $\alpha$  og  $\beta$  estimeres ved hjælp af en variansvægtet lineær regressionsmetode. Varianserne på de enkelte målinger sættes i første omgang lig med tælleusikkerhederne, og variansen på  $\ln(A_i)$  beregnes ud fra formlen



$$V(f(X)) \approx \left( \frac{\partial f}{\partial X} \right)^2 \cdot V(X) \Rightarrow$$
$$V(\ln(A_i)) \approx \frac{V(A_i)}{A_i^2}$$

Det antages, at der ud over tælleusikkerheden også er et variansbidrag fra andre fejlkilder,  $V_0$ , på den enkelte måling af  $\ln(A_i)$ , som er ens for alle målinger. Denne størrelse estimeres ud fra målingernes afvigelser fra regressionslinien. Herefter foretages den lineære regression på ny med de nye variansvægte. Proceduren gentages, indtil en stabil værdi for  $V_0$  er fundet. Det skal bemærkes, at hvis én eller begge antagelserne for brug af metoden ikke er opfyldt, vil dette resultere i et forøget estimat af  $V$ .

### 3.2 **CIC-metoden**

Den anden metode antager, at koncentrationen af unsupported  $^{210}\text{Pb}$  i det deponerende stof er konstant med tiden for lokaliteten, dvs. at sedimentationsraten kan variere med tiden. Dette kaldes CIC-metoden (**C**onstant **I**nitial **C**oncentration). Der fås, at

$$t_i = \frac{\ln(A_0) - \ln(A_i)}{\lambda}$$

### 3.3 **CRS-metoden**

Den tredje metode antager, at fluxen til sedimentet af unsupported  $^{210}\text{Pb}$  er konstant med tiden for lokaliteten, dvs. at sedimentationsraten, og dermed koncentrationen af  $^{210}\text{Pb}$  i det aflejlrede sediment, kan variere. Dette kaldes CRS-metoden (**C**onstant **R**ate of **S**upply). Der fås, at

$$t_i = \frac{\ln\left(\int_0^\infty A \cdot dM\right) - \ln\left(\int_{M_i}^\infty A \cdot dM\right)}{\lambda}$$

I øvrigt henvises der til ref. /1/ for en nærmere beskrivelse af CIC og CRS-metoderne.

Integralerne beregnes ud fra de målte værdier ved hjælp af trapez-integration.  $A(0)$  sættes lig med  $A(M_i)$ . I praksis antages det, at integralet til det dybest målte lag,  $M_N$ , er tilnærmelsesvis lig integralet til uendelig dybde. Dette har dog den beregningsmæssige ulempe, at alderen går mod uendelig, når  $M$  går mod  $M_N$ , og derfor estimerer CRS-metoden alderen til at være større i de dybere lag end de andre metoder.

### 3.4 **Korrigeret CRS-metode**

For at korrigere for det ovennævnte problem er det nødvendigt at estimere



$$\int_{M_N}^{\infty} A \cdot dM.$$

Dette kan gøres på grundlag af den første metode, den vægtede lineære regression. Her bliver variansvægtningen dog foretaget på grundlag af tælleusikkerhederne alene, dvs.  $V_0$  sættes til nul. Dette gøres, fordi der ikke længere antages at være en lineær sammenhæng mellem  $\ln(A_i)$  og  $M_i$ , og  $V_0$  blev estimeret ud fra afvigelserne fra regressionslinien. Integralet udregnes som

$$\begin{aligned} A_i &= \exp(\alpha + \beta \cdot (M_i - \tilde{M})) \Rightarrow \\ \int_{M_N}^{\infty} A \cdot dM &= \int_{M_N}^{\infty} \exp(\alpha + \beta \cdot (M_i - \tilde{M})) dM = \\ &= \frac{-\exp(\alpha + \beta \cdot (M_i - \tilde{M}))}{\beta} \end{aligned}$$

Bemærk, at  $\beta$  er negativ (ensbetydende med faldende aktivitet ned gennem sedimentet).

### 3.5 Valg af den rette dateringsmetode

Hver enkelt dateringsmetode bygger på nogle forudsætninger, som kan være mere eller mindre i overensstemmelse med virkeligheden.

Hvis der gælder, at både sedimentationsraten og fluxen af  $^{210}\text{Pb}$  ned i sedimentet er konstant, vil den lineære regressionsmetode være den bedste. Den har den fordel frem for de andre metoder, at alle målinger bruges til datering af hvert enkelt lag, og at de vægtes efter deres skønnede varians. Desuden gives der et skøn for variansen af målingerne ud over tælleusikkerheden. Variansskøn i forbindelse med de andre metoder bygger udelukkende på tælleusikkerhederne.

Hvis kun én af de to forudsætninger anført ovenfor er opfyldt, kan CIC eller CRS-metoden anvendes. Fordelen ved disse metoder er således, at de hver især kun kræver én af de to forudsætninger for brug af den lineære regressionsmetode. Under de fleste forhold vil antagelsen om, at fluxen af  $^{210}\text{Pb}$  ned i sedimentet er konstant (CRS-metoden), være den mest korrekte, da  $^{210}\text{Pb}$  tilføres fra atmosfæren i rimeligt konstante mængder. CRS-metoden er derfor også den mest almindeligt anvendte.

Den modificerede CRS-metode kan korrigere for en systematisk fejl ved den traditionelle CRS-metode, men kun under den forudsætning, at skønnet for den resterende integrerede aktivitet er rimeligt, hvilket igen forudsætter, at betingelserne for brug af den lineære regressionsmetode er tilnærmelsesvist opfyldt.

Man må bruge den tilgængelige viden om lokaliteten for prøvetagningen og kigge på data for at vurdere hvilken metode, der er den mest korrekte i de enkelte tilfælde.



### 3.6 **Beregning af akkumulationsrater**

Når datering af sedimentet er foretaget, beregnes middelakkumulationsraten (R som g tørstof  $\text{cm}^{-2} \text{år}^{-1}$ ) mellem massedybden  $M_i$  og  $M_{i+1}$  som

$$R = \frac{M_{i+1} - M_i}{t_{i+1} - t_i}.$$

Usikkerheden kan beregnes ud fra usikkerheden på dateringerne.

### 3.7 **Estimation af diffusionsrater for $^{210}\text{Pb}$ i sedimentet**

Alle de ovenfor anførte dateringsmetoder forudsætter, at  $^{210}\text{Pb}$  ikke er mobilt i sedimentet, dvs. at der ikke forekommer hverken diffusion eller opblanding i sedimentet. Hvor godt denne forudsætning er opfyldt, kan testes med den nedenstående diffusionsmodel. Modellen giver desuden yderligere et skøn for sedimentationsraten, der, ligesom for den lineære regressionsmodel, antages at være konstant med tiden for lokaliteten.

Fordelingen af unsupported  $^{210}\text{Pb}$  i en sedimentkerne kan matematisk beskrives ved advektions-diffusionsligningen:

$$(1) \quad \frac{\partial A}{\partial t} = D \frac{\partial^2 A}{\partial z^2} - \omega \frac{\partial A}{\partial z} - \lambda A$$

hvor

A = aktiviteten af  $^{210}\text{Pb}$  ( $\text{dpm g}^{-1}$ )

D = blandingskoefficient ( $\text{cm}^2 \text{år}^{-1}$ )

z = dybde fra overfladen (cm)

$\omega$  = lineær akkumulationsrate ( $\text{cm år}^{-1}$ )

$\lambda$  = henfaldskonstanten for  $^{210}\text{Pb}$  ( $\text{år}^{-1}$ )

t = tiden (år)

Denne ligning løses, idet man forudsætter stationære sedimentationsforhold ( $dA/dt = 0$ ). Blandingsintensiteten D antages at følge en halv gaussisk fordeling, ref. /2/:

$$(2) \quad D = D_0 e^{-\frac{z^2}{2\sigma^2}}$$

hvor  $D_0$  er blandingsintensiteten i sedimentoverfladen og  $\sigma$  er den effektive blandingsdybde. Blandingsparametrene er fundet ved at optimere løsningen af ligning (1) i forhold til det målte  $^{210}\text{Pb}$  profil.



## 4 RESULTATER OG KOMMENTARER

### 4.1 Resultater

I Bilag A, B, C og D vist alle resultater, som anvendes til dateringsberegningerne, inkl. bestemmelserne af  $^{210}\text{Pb}$ . Disse resultater anvendes til at gennemregne alle modellerne, som er beskrevet i kapitel 3. Der foretages en detaljeret vurdering af de opnåede modelresultater set i lyset af kendskabet til prøvetagningslokaliteten. På dette grundlag vælges den model, som bedst beskriver alderen af sedimentet samt akkumulationsraten af sedimentet. Disse resultater beskrives i det følgende.

Tabel 4.1 Antal snit af kernen inkluderet i beregningerne

Stationsnavn og nr.	Bilagsnr.	Antal cm inkl. model	Antal cm ekskl. i modeloptimering
NGU kerne 1 R405MC031	A	6	0
NGU kerne 2 R406MC032	B	13	0
NGU kerne 3 R421MC033	C	Datering ikke mulig	
NGU kerne 4 R431MC035	D	10	0

Tabel 4.2 Akkumulationsrater, blandingskoefficient, effektiv og reel blandingsdybde

Stationsnavn og nr.	Masseakkumulationsrate $\text{g m}^{-2} \text{år}^{-1} \pm \text{s.d.}$ (% CV)	Lineær akkumulationsrate $\text{mm år}^{-1}$ (dybde 0-2 cm)	Blandingskoefficient $\text{cm}^2 \text{år}^{-1}$	Effektiv blandingsdybde-model (cm)	Reel blandingsdybde (cm)	Kvalitet af datering
NGU kerne 1	$559 \pm 67$ (12)	1,0	12,3	0,3	0,6 – 0,9	***
NGU kerne 2	$711 \pm 46$ (6,4)	1,4	3,5	0,3	0,6 – 0,9	***
NGU kerne 3	Datering ikke mulig.					
NGU kerne 4	$653 \pm 99$ (15)	0,9	0,3	1,3	2,6 – 3,9	**

s.d. = standard deviation \*\*\* fin datering, \*\* rimelig datering, \*dårlig datering

I figur 4.2, 4.5 og 4.9 er vist dels de målte koncentrationer af  $^{210}\text{Pb}$  (unsupported  $^{210}\text{Pb}$ ) og dels den optimerede løsning af ligning (1), (afsnit 3.7), for sedimentkernen som funktion af massedybden ( $\text{g cm}^{-2}$ ). Løsningen af ligning (1) er baseret på det antal snit, som er vist i tabel 4.1. Meget ofte er den øverste del af sedimentsøjlen opblandet på grund af bioturbation. Opblanding kan også være forårsaget af det anvendte prøvetagningsudstyr. For at opnå den optimale modelløsning kan der derfor være udelukket nogle af de øverste snit i modelberegningerne. Dette bevirker, at akkumulationsraten bestemmes på snittene derunder. Blandingskoefficienten,  $D_0$ , og den effektive





blandingsdybde,  $\sigma$ , bestemmes ved en iterativ beregning over hele sedimentsøjlen. Tabel 4.2 giver en oversigt over de opnåede resultater.

## 4.2 Kommentarer

### 4.2.1 Generelle kommentarer

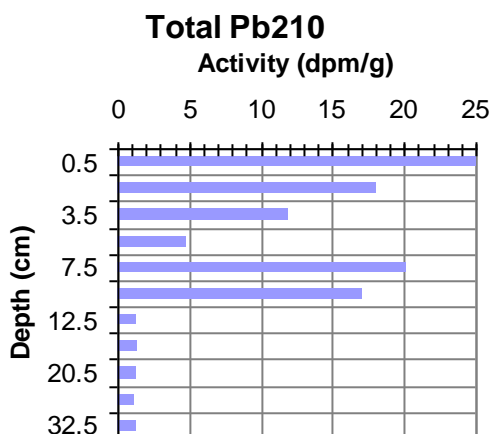
Ved konstant sedimentationsrate bør sammenhængen imellem unsupported  $^{210}\text{Pb}$  som funktion af massedybden være lineær (figurerne 4.2, 4,5 og 4.9). Er dette tilfældet, kan resultaterne af dateringen tolkes med relativ stor sikkerhed, idet dette normalt bevirker, at der findes en god sammenhæng imellem sedimentets dybde og alder (figur 4.3, 4,6 og 4.10).

Den optimale løsning til steady-state modellen (figur 4.2, 4,5 og 4,9) passer normalt med de målte værdier af unsupported  $^{210}\text{Pb}$ . Når dette er tilfældet beskriver den beregnede akkumulationsrate derfor sedimentationen i den anførte tidsperiode. Afvigelser fra den lineære sammenhæng ses ofte i den øverste del af profilet og indikerer forstyrrelser i sedimentoverfladen, f.eks. bioturbation. Normalt findes en lineær sammenhæng under den forstyrrede zone. Sedimentakkumulationsraten ( $\text{g tørstof m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ ) beregnes på den lineære, uforstyrrede del af kernen.

I alders/dybdeprofilerne (figur 4.3, 4,6 og 4.10) ses normalt en lineær akkumulationsrate i den øverste del af sedimentkernen med en meget lille standardafvigelse på de estimerede aldre (de vandrette linier viser 95% prædiktionsinterval). Hældningen ændres normalt i den dybere del af sedimentkernen samtidigt med, at standardafvigelsen stiger.

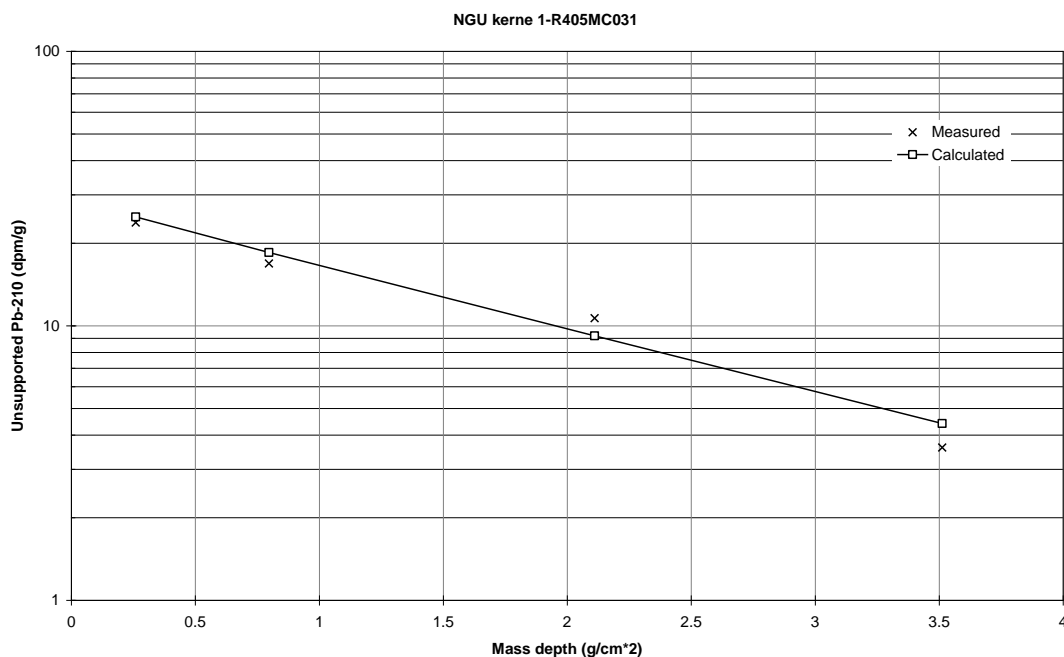
### 4.2.2 Specifikke kommentarer til dateringen fra NGU kerne 1 R405MC031

Figur 4.1 viser et faldende indhold af  $^{210}\text{Pb}$  indhold ned igennem sedimentkernen til 5-6 cm. Derefter stiger  $^{210}\text{Pb}$  indholdet kraftigt i snittet 7-8 cm og 9-10 cm, hvilket kunne tyde på en høj tilførsel af sediment. Indholdet af  $^{210}\text{Pb}$  i den nederste del af sedimentsøjlen er næsten konstant, hvilket svarer til supported  $^{210}\text{Pb}$ . Dateringen er udført på de øverste 6 cm.



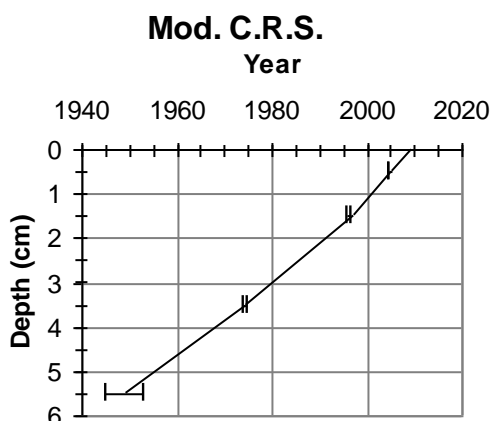
Figur 4.1 Totalindholdet af  $^{210}\text{Pb}$  ned igennem sedimentsøjlen – NGU kerne 1 R405MC031

Af figur 4.2 ses det, at de observerede værdier spredt sig lidt omkring den tilpassede steady-state model af sedimentationsforholdene. Den beregnede akkumulationsrate (559 g/m<sup>2</sup>/år) beskriver sedimentationen i den anførte tidsperiode med en variationskoefficient på 12%. Der er kun lidt opblanding i den øverste del af sedimentsøjlen, idet den effektive blandingsdybde er 0,3 cm med en lav blandingskoefficient. Da blandingsdybden er beregnet som en halv gaussisk fordeling, svarer opblandingen til 0,6 – 0,9 cm dybde.



Figur 4.2 NGU kerne 1 R405MC031 - unsupported <sup>210</sup>Pb som funktion af massedybden

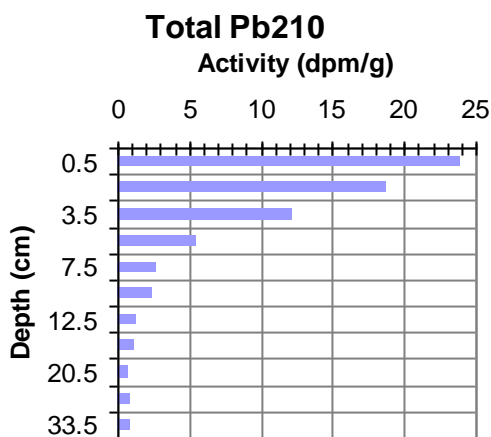
Figur 4.3 viser alderen på sedimentkernen som funktion af dybden bestemt ved den modificerede CRS-metode. På de dybeste snit er der en meget stor usikkerhed på aldersbestemmelsen. Da der er en fin lineær sammenhæng imellem dybden og alderen som vist i figur 4.3, kan alderen beregnes ned igennem kernen; men det forudsætter, at sedimentationsforholdene ikke har ændret sig i den beregnede tidsperiode. Dateringen betragtes som fin.



Figur 4.3 NGU kerne 1 R405MC031 – sediments alder som funktion af dybden (cm) med 95% prædiktionsinterval. Lineær sammenhæng imellem dybde og alder:  $Dybde = -0,0906 \cdot alder + 182,14$ .  $R^2 = 0,99941$ .

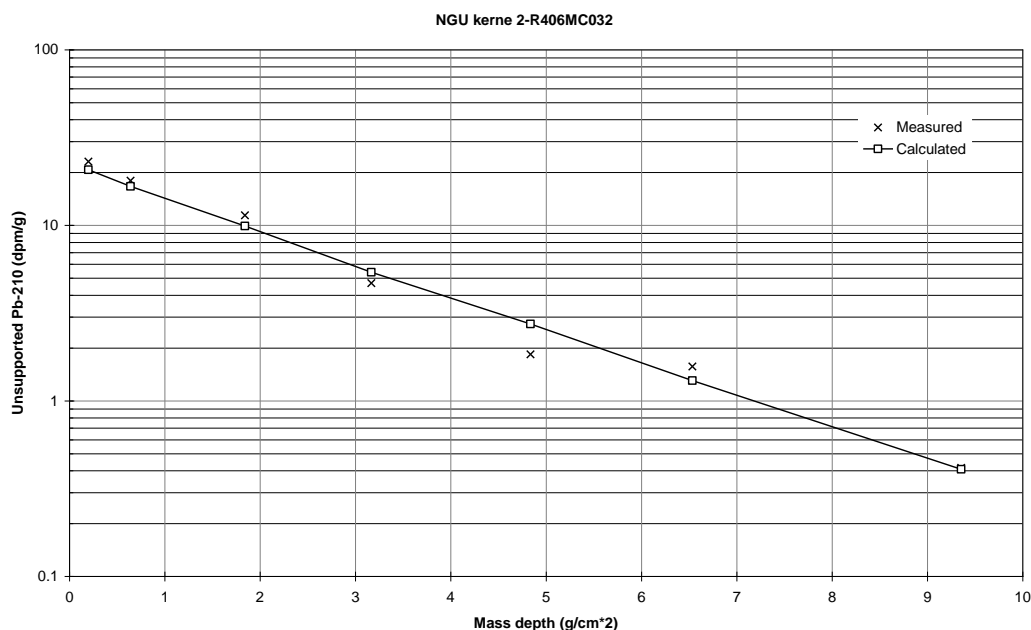
#### 4.2.3 Specifikke kommentarer til dateringen fra NGU kerne 2 R406MC032

Figur 4.4 viser et jævnt faldende indhold af  $^{210}\text{Pb}$  indhold ned igennem sedimentkernen. Indholdet af  $^{210}\text{Pb}$  i den nederste del af sedimentsøjlen er næsten konstant, hvilket svarer til supported  $^{210}\text{Pb}$ . Dateringen er udført på de øverste 13 cm.



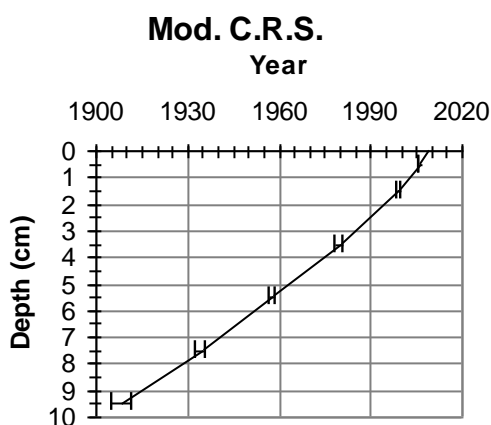
Figur 4.4 Totalindholdet af  $^{210}\text{Pb}$  ned igennem sedimentsøjlen – NGU kerne 2 R406MC032

Af figur 4.5 ses det, at de observerede værdier passer perfekt med den tilpassede steady-state model af sedimentationsforholdene. Den beregnede akkumulationsrate ( $711 \text{ g/m}^2/\text{år}$ ) beskriver sedimentationen i den anførte tidsperiode med en variationskoefficient på 6,4 %. Der er kun lidt opblanding i den øverste del af sedimentsøjlen, idet den effektive blandingsdybde er 0,3 cm med en lav blandingskoefficient. Da blandingsdybden er beregnet som en halv gaussisk fordeling, svarer opblandingen til 0,6 – 0,9 cm dybde.



Figur 4.5 NGU kerne 2 R406MC032 - unsupported  $^{210}\text{Pb}$  som funktion af massedybden

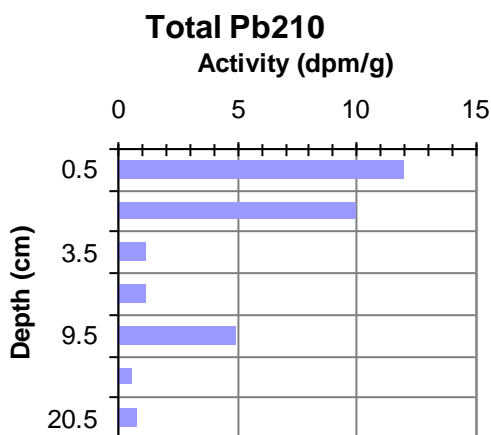
Figur 4.6 viser alderen på sedimentkernen som funktion af dybden bestemt ved den modificerede CRS-metode. På de dybeste snit er der en meget stor usikkerhed på aldersbestemmelsen. Da der er en nogenlunde lineær sammenhæng imellem dybden og alderen som vist i figur 4.6, kan alderen beregnes ned igennem kernen; men det forudsætter, at sedimentationsforholdene ikke har ændret sig i den beregnede tidsperiode. Dateringen betragtes som fin.



Figur 4.6 NGU kerne 2 R406MC032 – sediments alder som funktion af dybden (cm) med 95% prædiktionsinterval. Lineær sammenhæng imellem dybde og alder:  $\text{Dybde} = -0,0938 \cdot \text{alder} + 188,82$ .  $R^2 = 0,9921$ .

#### 4.2.4 Specifikke kommentarer til dateringen fra NGU kerne 3 R421MC033

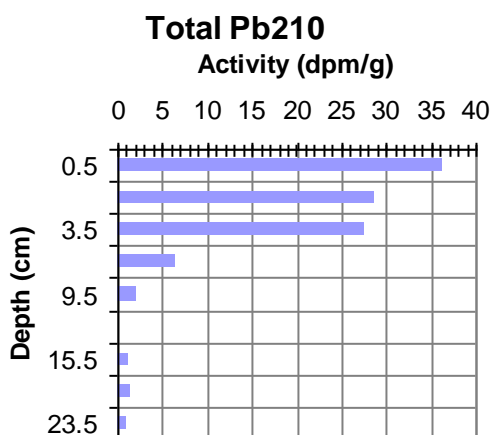
Figur 4.7 viser et faldende indhold af  $^{210}\text{Pb}$  indhold fra 0-1 cm til 1-2 cm, hvorefter det falder meget til et konstant indhold i 3-4 cm og 7-8 cm. Derefter stiger  $^{210}\text{Pb}$  indholdet igen i 9-10 cm, hvorefter det falder igen til næsten konstant lavt niveau, hvilket svarer til supported  $^{210}\text{Pb}$ . Dateringen kunne ikke udføres på grund af disse meget varierende indhold. I flere af snittene var  $^{210}\text{Pb}$  indholdet så lavt, at  $^{210}\text{Pb}$  indholdet ikke kunne måles. Målingerne af  $^{210}\text{Pb}$  indholdet findes i bilag C. Resultaterne tyder på, at dette område ikke er et konstant akkumulationsområde.



Figur 4.7 Totalindholdet af  $^{210}\text{Pb}$  ned igennem sedimentsøjlen – NGU kerne 3 R421MC033

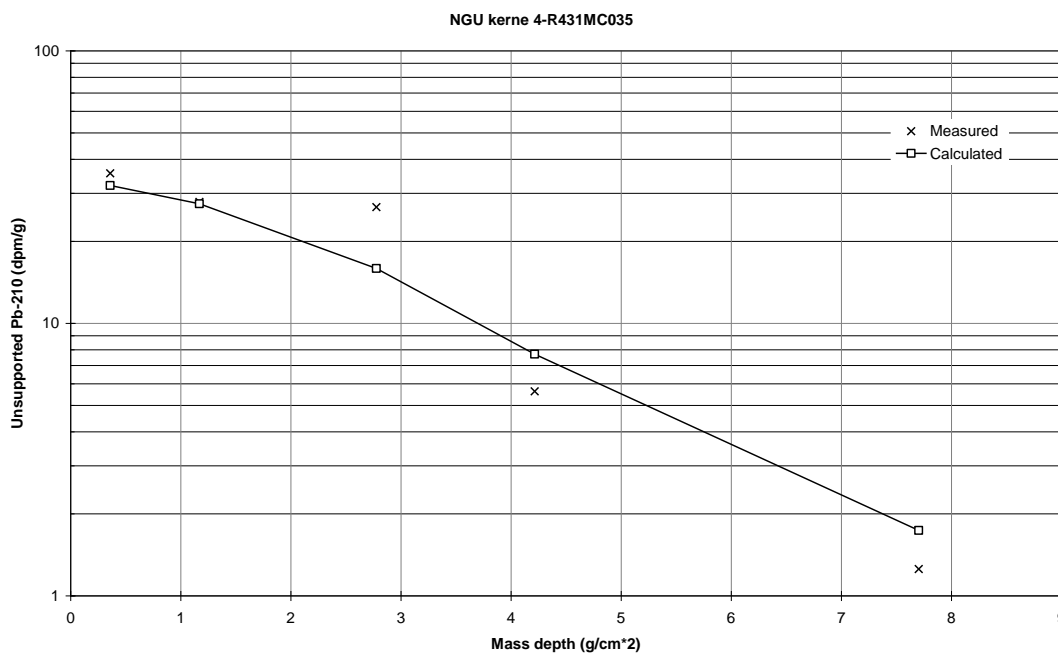
#### 4.2.5 Specifikke kommentarer til dateringen fra NGU kerne 4 R431MC035

Figur 4.8 viser et faldende indhold af  $^{210}\text{Pb}$  indhold ned igennem sedimentkernen til 15-16 cm. Indholdet af  $^{210}\text{Pb}$  i den nederste del af sedimentsøjlen er næsten konstant, hvilket svarer til supported  $^{210}\text{Pb}$ . Dateringen er udført på de øverste 10 cm.



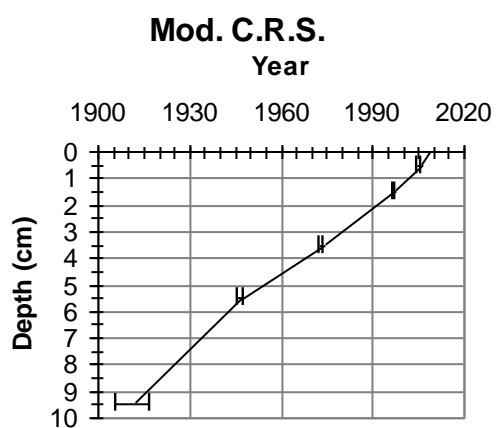
Figur 4.8 Totalindholdet af  $^{210}\text{Pb}$  ned igennem sedimentsøjlen – NGU kerne 4 R431MC035

Af figur 4.9 ses det, at de observerede værdier spredte sig en del omkring den tilpassede steady-state model af sedimentationsforholdene. Den beregnede akkumulationsrate ( $653 \text{ g/m}^2/\text{år}$ ) beskriver sedimentationen i den anførte tidsperiode med en variationskoefficient på 15%. Der er høj opblanding i den øverste del af sedimentsøjlen, idet den effektive blandingsdybde er 1,3 cm; men med en lav blandingskoefficient. Da blandingsdybden er beregnet som en halv gaussisk fordeling, svarer opblandingen til 2,6 – 3,9 cm dybde.



Figur 4.9 NGU kerne 4 R431MC035 - unsupported  $^{210}\text{Pb}$  som funktion af massedybden

Figur 4.10 viser alderen på sedimentkernen som funktion af dybden bestemt ved den modificerede CRS-metode. På de dybeste snit er der en meget stor usikkerhed på aldersbestemmelsen. Da der er en nogenlunde lineær sammenhæng imellem dybden og alderen som vist i figur 4.10, kan alderen beregnes ned igennem kernen; men det forudsætter, at sedimentationsforholdene ikke har ændret sig i den beregnede tidsperiode. Dateringen betragtes som rimelig på grund af spredningen på resultaterne og den høje blandingsdybde.



Figur 4.10 NGU kerne 4 R431MC035 – sediments alder som funktion af dybden (cm) med 95% prædiktionsinterval. Lineær sammenhæng imellem dybde og alder:  $Dybde = -0,0939 \cdot alder + 188,84$ .  $R^2 = 0,9944$ .



## 5 ÆNDRINGER I FORURENINGSBELASTNINGEN

På grundlag af de udførte dateringer er der foretaget en modelberegning over de udtagne sedimentprøvers følsomhed til at beskrive eventuelle ændringer i tilførslerne af forurenede stoffer til sedimentet. Den anvendte metode er beskrevet i ref. /4/.

I tabel 5.1 er vist resultaterne af disse beregninger for de daterede prøver. Der er anvendt følgende input i modelberegningerne:

- dybde af overfladesedimentprøven (10 mm anvendt);
- sedimentakkumulationsraten;
- blandingsparametrene  $D_0$  og  $\sigma$ ;
- antal år imellem prøvetagningerne er valgt til henholdsvis 3, 5 og 10 år.
- der regnes med en relativ analysereproducerbarhed (% RSD) på 10%, hvilket svarer til den reproducerbarhed, som kan opnås på ét laboratorium, f.eks. ved at bestemme indholdet af en række tungmetaller i sedimenter afhængigt af tungmetal og metoder. Hvis der forventes en højere RSD, skal den relative ændring i inputfluxen multipliceres med denne faktor (en %-RSD på 20% betyder, at fluxen skal multipliceres med to).

Tabel 5.1 Mulighed for detektering af ændring i inputflux med en relativ standard afvigelse på 10% på de kemiske analyser

Stationsnavn og nr.	% relativ ændring i inputflux		
	År imellem prøvetagning		
	3	5	10
NGU kerne 1	60 %	35 %	25 %
NGU kerne 2	25 %	20 %	15 %
NGU kerne 4	465 %	310 %	185 %

På dette grundlag beregnes i modellen, hvor stor en relativ ændring i inputfluxen der kan detekteres efter henholdsvis 3, 5 og 10 år. Disse resultater er vist i tabel 5.1. Under disse forudsætninger vil det - med prøvetagning og analyser foretaget hvert femte år - være muligt at bestemme ændringer i inputfluxene for kerne 1 på 35%, på kerne 2 på 20% og kerne 3 på 310%.





## 6 **KONKLUSION**

Sedimentkernerne er der blevet dateret ud fra aktiviteten af  $^{210}\text{Pb}$  i en dybdeprofil. På to af sedimentkernerne (NGU kerne 1 R405MC031 og NGU kerne 2 R406MC032) er der blevet udført en fin datering. På den fjerde sedimentkerne (NGU kerne 4 R431MC035) er der blevet udført en rimelig datering på grund af den større spredning på indholdene af  $^{210}\text{Pb}$ . På den tredje sedimentkerne (NGU kerne 3 R421MC033) kunne dateringen ikke udføres på grund af meget varierende indhold af  $^{210}\text{Pb}$ .

På grundlag af dateringsresultaterne er sedimentstationernes egnethed til at detektere ændringer i forureningsbelastningen blevet vurderet. Ved sedimentprøvetagning hvert femte år indikerer følsomhedsanalysen, at det er muligt at bestemme ændringer i inputfluxene for kerne 1 på 35%, på kerne 2 på 20% og på kerne 3 på 310%.



## **7      REFERENCE**

- /1/      Pfeiffer Madsen, P. and J Sørensen, 1979. Validation of the Lead-210 Dating Method. *J. Radioanal. Chem.* **54**, 39-48.
- /2/      Christensen, E. R., 1982. A Model for Radionuclides in Sediment Influenced by Mixing and Compaction. *J. of Geophysical Research* **87**, 566-572.
- /3/      Christensen, E. R. and PK Bhunia, 1986. Modeling Radiotracers in Sediments: Comparison with Observations in Lakes Huron and Michigan. *J. of Geophysical Research* **91**, 8559-8571.
- /4/      Larsen, B. and A Jensen, 1989. Evaluation of the Sensitivity of Sediment Stations in Pollution Monitoring. *Mar. Pollut. Bull.* **20**, 556-560.



## ***B I L A G***



## **B I L A G A**

### ***Rådata for sedimentet fra 1 R405MC031***



Ref. no.:		11091401-gl.											
Date:		19-jan-10											
Description:		NGU kerne 1-R405MC031											
Sample No.	Top	Bottom	Dry weight	Loss on ignition	Total <sup>210</sup> Pb	Total <sup>210</sup> Pb, st. dev.	Dry volume weight	Dry weight	Linear depth	Unsupported <sup>210</sup> Pb	St. dev., un-sup-ported <sup>210</sup> Pb	Accumulated mass depth	
	cm.	cm.	% v/v	% dry	dpm/g	S	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>2</sup>	cm	dpm/g	dpm/g	g/m <sup>2</sup>	
1	0	1	39.56	IM	25.00	0.53	0.519	0.52	0.50	23.79	0.54	0.2593	
2	1	2	41.73	IM	18.08	0.34	0.557	0.56	1.50	16.87	0.35	0.7970	
3	2	3	48.56	IM	IM	IM	0.685	0.69	2.50	IM	IM	1.4180	
4	3	4	49.29	IM	11.87	0.35	0.700	0.70	3.50	10.66	0.35	2.1106	
5	4	5	49.29	IM	IM	IM	0.700	0.70	4.50	IM	IM	2.8104	
6	5	6	49.49	IM	4.81	0.17	0.704	0.70	5.50	3.60	0.18	3.5123	
7	6	7	52.70	IM	IM	IM	0.771	0.77	6.50	IM	IM	4.2497	
8	7	8	57.05	IM	20.05	0.92	0.867	0.87	7.50	18.84	0.92	5.0687	
9	8	9	56.53	IM	IM	IM	0.855	0.86	8.50	IM	IM	5.9302	
10	9	10	57.67	IM	17.06	0.75	0.882	0.88	9.50	15.85	0.76	6.7988	
11	10	11	58.39	IM	IM	IM	0.899	0.90	10.50	IM	IM	7.6892	
12	11	12	62.22	IM	IM	IM	0.993	0.99	11.50	IM	IM	8.6351	
13	12	13	64.29	IM	1.30	0.07	1.047	1.05	12.50	0.09	0.09	9.6549	
14	13	14	65.43	IM	IM	IM	1.077	1.08	13.50	IM	IM	10.7169	
15	14	15	58.39	IM	IM	IM	0.899	0.90	14.50	IM	IM	11.7049	
16	15	16	60.67	IM	IM	IM	0.954	0.95	15.50	IM	IM	12.6314	
17	16	17	55.91	IM	1.46	0.07	0.841	0.84	16.50	0.25	0.09	13.5290	
18	17	18	57.46	IM	IM	IM	0.877	0.88	17.50	IM	IM	14.3882	
19	18	19	64.19	IM	IM	IM	1.044	1.04	18.50	IM	IM	15.3487	
20	19	20	65.12	IM	IM	IM	1.069	1.07	19.50	IM	IM	16.4051	
21	20	21	63.16	IM	1.21	0.06	1.017	1.02	20.50	0.00	0.09	17.4480	
22	21	22	59.43	IM	IM	IM	0.924	0.92	21.50	IM	IM	18.4182	
23	22	23	63.36	IM	IM	IM	1.022	1.02	22.50	IM	IM	19.3912	
24	23	24	65.23	IM	IM	IM	1.072	1.07	23.50	IM	IM	20.4381	
25	24	25	60.46	IM	IM	IM	0.949	0.95	24.50	IM	IM	21.4484	
26	25	26	61.81	IM	1.16	0.07	0.982	0.98	25.50	-0.05	0.09	22.4140	
27	26	27	59.95	IM	IM	IM	0.936	0.94	26.50	IM	IM	23.3733	
28	27	28	65.95	IM	IM	IM	1.091	1.09	27.50	IM	IM	24.3871	
29	28	29	59.33	IM	IM	IM	0.921	0.92	28.50	IM	IM	25.3933	
30	29	30	63.88	IM	IM	IM	1.036	1.04	29.50	IM	IM	26.3718	
31	30	31	60.05	IM	IM	IM	0.939	0.94	30.50	IM	IM	27.3591	
32	31	32	63.88	IM	IM	IM	1.036	1.04	31.50	IM	IM	28.3463	
33	32	33	59.74	IM	1.21	0.07	0.931	0.93	32.50	0.00	0.09	29.3298	
No. of lines used in calculation:					6		Mixing depth:					0.3 cm.	
Supported <sup>210</sup> Pb:					1.21 dpm/g		Mixing intensity:					12.25 cm <sup>2</sup> /y.	
St. dev. of supported <sup>210</sup> Pb:					0.06 dpm/g		Linear accumulation rate (0-2 cm):					1.0 mm/y.	
Year of sampling:					2009		Sedimentation rate:					559 g/m <sup>2</sup> /y.	
No. of points to exclude (from top):					0 points		St. dev. of sedimentation rate:					67 g/m <sup>2</sup> /y.	
							Coefficient of variation					12.1 %	



## **B I L A G B**

### ***Rådata for sedimentet fra NGU kerne NGU kerne 2 R406MC032***



Ref. no.:		11091401-gl											
Date:		19-jan-10											
Description:		NGU kerne 2-R406MC032											
Sample No.	Top	Bottom	Dry weight	Loss on ignition	Total <sup>210</sup> Pb	Total <sup>210</sup> Pb, st. dev.	Dry volume weight	Dry weight	Linear depth	Unsupported <sup>210</sup> Pb	St. dev., unsp-ported <sup>210</sup> Pb	Accumulated mass depth	
	cm.	cm.	% v/v	% dry	dpm/g	S	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>2</sup>	cm	dpm/g	dpm/g	g/m <sup>2</sup>	
1	0	1	32.11	IM	23.93	0.46	0.398	0.40	0.50	23.11	0.46	0.19884	
2	1	2	37.49	IM	18.78	0.33	0.484	0.48	1.50	17.96	0.34	0.63953	
3	2	3	45.77	IM	IM	IM	0.631	0.63	2.50	IM	IM	1.19685	
4	3	4	47.11	IM	12.22	0.28	0.657	0.66	3.50	11.40	0.28	1.84073	
5	4	5	45.77	IM	IM	IM	0.631	0.63	4.50	IM	IM	2.48461	
6	5	6	50.84	IM	5.50	0.16	0.732	0.73	5.50	4.68	0.17	3.16586	
7	6	7	57.77	IM	IM	IM	0.884	0.88	6.50	IM	IM	3.97377	
8	7	8	55.81	IM	2.66	0.09	0.839	0.84	7.50	1.84	0.10	4.83542	
9	8	9	54.77	IM	IM	IM	0.816	0.82	8.50	IM	IM	5.66285	
10	9	10	59.53	IM	2.39	0.09	0.926	0.93	9.50	1.57	0.10	6.53385	
11	10	11	61.29	IM	IM	IM	0.969	0.97	10.50	IM	IM	7.48165	
12	11	12	58.08	IM	IM	IM	0.892	0.89	11.50	IM	IM	8.41216	
13	12	13	62.22	IM	1.24	0.06	0.993	0.99	12.50	0.42	0.08	9.35442	
14	13	14	61.40	IM	IM	IM	0.972	0.97	13.50	IM	IM	10.3369	
15	14	15	61.60	IM	IM	IM	0.977	0.98	14.50	IM	IM	11.3116	
16	15	16	56.01	IM	IM	IM	0.844	0.84	15.50	IM	IM	12.222	
17	16	17	58.60	IM	1.09	0.06	0.904	0.90	16.50	0.27	0.08	13.0958	
18	17	18	56.84	IM	IM	IM	0.863	0.86	17.50	IM	IM	13.979	
19	18	19	62.02	IM	IM	IM	0.988	0.99	18.50	IM	IM	14.9042	
20	19	20	60.57	IM	IM	IM	0.951	0.95	19.50	IM	IM	15.8738	
21	20	21	70.19	IM	0.75	0.05	1.213	1.21	20.50	-0.07	0.07	16.9558	
22	21	22	67.09	IM	IM	IM	1.123	1.12	21.50	IM	IM	18.1236	
23	22	23	62.22	IM	IM	IM	0.993	0.99	22.50	IM	IM	19.1815	
24	23	24	60.46	IM	IM	IM	0.949	0.95	23.50	IM	IM	20.1524	
25	24	25	63.26	IM	IM	IM	1.020	1.02	24.50	IM	IM	21.1367	
26	25	26	64.71	IM	0.82	0.05	1.058	1.06	25.50	0.00	0.07	22.1753	
27	26	27	66.78	IM	IM	IM	1.114	1.11	26.50	IM	IM	23.2613	
28	27	28	64.09	IM	IM	IM	1.041	1.04	27.50	IM	IM	24.3391	
29	28	29	71.23	IM	IM	IM	1.244	1.24	28.50	IM	IM	25.4816	
30	29	30	73.61	IM	IM	IM	1.318	1.32	29.50	IM	IM	26.7627	
31	30	31	68.64	IM	IM	IM	1.167	1.17	30.50	IM	IM	28.0054	
32	31	32	70.30	IM	IM	IM	1.216	1.22	31.50	IM	IM	29.1968	
33	32	33	66.16	IM	IM	IM	1.097	1.10	32.50	IM	IM	30.3532	
34	33	34	68.43	IM	0.88	0.05	1.161	1.16	33.50	0.06	0.07	31.4823	
No. of lines used in calculation:					13		Mixing depth:					0.3 cm.	
Supported <sup>210</sup> Pb:					0.82 dpm/g		Mixing intensity:					3.5 cm <sup>2</sup> /y.	
St. dev. of supported <sup>210</sup> Pb:					0.05 dpm/g		Linear accumulation rate (0-2 cm):					1.4 mm/y.	
Year of sampling:					2009		Sedimentation rate:					711 g/m <sup>2</sup> /y.	
No. of points to exclude (from top):					0 points		St. dev. of sedimentation rate:					46 g/m <sup>2</sup> /y.	
							Coefficient of variation					6.44 %	



## **B I L A G C**

### ***Rådata for sedimentet fra NGU kerne 3 R421MC033***





Ref. no.:		11091401-ny-alle										
Date:		19-jan-10										
Description:		NGU kerne 3-R421MC033										
Sample No.	Top	Bottom	Dry weight	Loss on ignition	Total <sup>210</sup> Pb	Total <sup>210</sup> Pb, st. dev.	Dry volume weight	Dry weight	Linear depth	Unsupported <sup>210</sup> Pb	St.dev., unsp-ported <sup>210</sup> Pb	Accumulated mass depth
	cm.	cm.	% v/v	% dry	dpm/g	S	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>2</sup>	cm	dpm/g	dpm/g	g/cm <sup>2</sup>
1	0	1	57.87	IM	12.02	0.51	0.887	0.89	0.50	12.02	0.51	0.44327
2	1	2	67.08	IM	9.94	0.40	1.123	1.12	1.50	9.94	0.40	1.4479
3	2	3	61.29	IM	IM	IM	0.969	0.97	2.50	IM	IM	2.49391
4	3	4	61.18	IM	1.21	0.12	0.967	0.97	3.50	1.21	0.12	3.46191
5	4	5	63.05	IM	IM	IM	1.014	1.01	4.50	IM	IM	4.45229
6	5	6	64.50	IM	IM	IM	1.052	1.05	5.50	IM	IM	5.48535
7	6	7	68.43	IM	IM	IM	1.161	1.16	6.50	IM	IM	6.59186
8	7	8	59.22	IM	1.21	0.13	0.919	0.92	7.50	1.21	0.13	7.63159
9	8	9	57.87	IM	IM	IM	0.887	0.89	8.50	IM	IM	8.5341
10	9	10	48.87	IM	4.97	0.38	0.691	0.69	9.50	4.97	0.38	9.32304
11	10	11	59.42	IM	IM	IM	0.923	0.92	10.50	IM	IM	10.1305
12	11	12	60.04	IM	IM	IM	0.939	0.94	11.50	IM	IM	11.0615
13	12	13	59.94	IM	0.60	0.07	0.936	0.94	12.50	0.60	0.07	11.9988
14	13	14	55.39	IM	IM	IM	0.830	0.83	13.50	IM	IM	12.8816
15	14	15	54.25	IM	IM	IM	0.804	0.80	14.50	IM	IM	13.6985
16	15	16	52.38	IM	IM	IM	0.764	0.76	15.50	IM	IM	14.4826
17	16	17	55.49	IM	IM	IM	0.832	0.83	16.50	IM	IM	15.2805
18	17	18	50.83	IM	IM	IM	0.731	0.73	17.50	IM	IM	16.0621
19	18	19	55.49	IM	IM	IM	0.832	0.83	18.50	IM	IM	16.8438
20	19	20	63.46	IM	IM	IM	1.025	1.02	19.50	IM	IM	17.7721
21	20	21	57.97	IM	0.80	0.10	0.889	0.89	20.50	0.80	0.10	18.729
22	21	22	60.67	IM	IM	IM	0.954	0.95	21.50	IM	IM	19.6504
23	22	23	56.32	IM	IM	IM	0.851	0.85	22.50	IM	IM	20.5526
24	23	24	60.56	IM	IM	IM	0.951	0.95	23.50	IM	IM	21.4536
25	24	25	67.91	IM	IM	IM	1.146	1.15	24.50	IM	IM	22.5023
26	25	26	68.22	IM	IM	IM	1.155	1.15	25.50	IM	IM	23.6528
27	26	27	65.53	IM	IM	IM	1.080	1.08	26.50	IM	IM	24.7703
28	27	28	66.88	IM	IM	IM	1.117	1.12	27.50	IM	IM	25.8687
29	28	29	72.88	IM	IM	IM	1.295	1.30	28.50	IM	IM	27.0747
30	29	30	76.50	IM	IM	IM	1.414	1.41	29.50	IM	IM	28.4294
31	30	31	71.22	IM	IM	IM	1.244	1.24	30.50	IM	IM	29.7583
32	31	32	50.21	IM	IM	IM	0.719	0.72	31.50	IM	IM	30.7395
33	32	33	58.49	IM	IM	IM	0.901	0.90	32.50	IM	IM	31.5494
34	33	34	56.42	IM	IM	IM	0.853	0.85	33.50	IM	IM	32.4265
35	34	35	44.62	IM	IM	IM	0.609	0.61	34.50	IM	IM	33.1576
36	35	36	51.14	IM	IM	IM	0.738	0.74	35.50	IM	IM	33.8312
No. of last line used in calculation:					21							
No. of lines to exclude (from top):					0							
Supported <sup>210</sup> Pb:					0 dpm/g							
St. dev. of supported <sup>210</sup> Pb:					0 dpm/g							
Year of sampling:					2009							



## **B I L A G D**

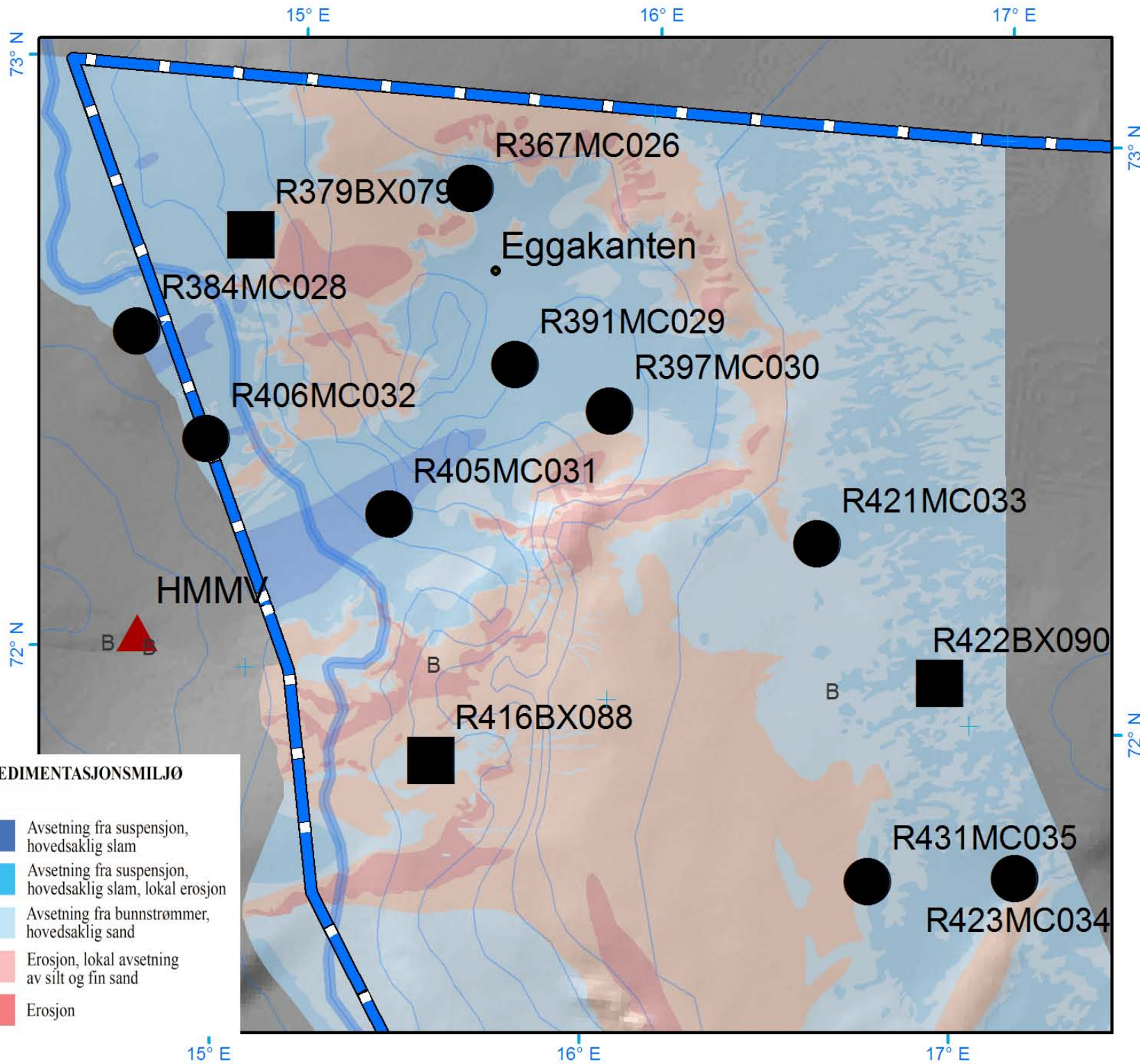
### ***Rådata for sedimentet fra NGU kerne 4 R431MC035***



Ref. no.: 11091401-gl Date: 19-jan-10 Description: NGU kerne 4-R431MC035													
Sample No.	Top	Bottom	Dry weight	Loss on ignition	Total <sup>210</sup> Pb	Total <sup>210</sup> Pb, st. dev.	Dry volume weight	Dry weight	Linear depth	Unsupported <sup>210</sup> Pb	St.dev., unsupported <sup>210</sup> Pb	Accumulated mass depth	
	cm.	cm.	% v/v	% dry	dpm/g	S	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>2</sup>	cm	dpm/g	dpm/g	g/m <sup>2</sup>	
1	0	1	50.21	IM	36.29	1.17	0.719	0.72	0.50	35.50	1.17	0.3593	
2	1	2	58.49	IM	28.70	0.54	0.901	0.90	1.50	27.91	0.55	1.1692	
3	2	3	56.42	IM	IM	IM	0.853	0.85	2.50	IM	IM	2.0463	
4	3	4	44.62	IM	27.49	0.73	0.609	0.61	3.50	26.70	0.74	2.7774	
5	4	5	51.14	IM	IM	IM	0.738	0.74	4.50	IM	IM	3.4510	
6	5	6	53.52	IM	6.42	0.21	0.788	0.79	5.50	5.63	0.23	4.2141	
7	6	7	58.18	IM	IM	IM	0.894	0.89	6.50	IM	IM	5.0553	
8	7	8	59.84	IM	IM	IM	0.934	0.93	7.50	IM	IM	5.9690	
9	8	9	54.04	IM	IM	IM	0.800	0.80	8.50	IM	IM	6.8356	
10	9	10	59.84	IM	2.04	0.11	0.934	0.93	9.50	1.25	0.15	7.7022	
11	10	11	55.49	IM	IM	IM	0.832	0.83	10.50	IM	IM	8.5849	
12	11	12	54.97	IM	IM	IM	0.820	0.82	11.50	IM	IM	9.4110	
13	12	13	62.43	IM	0.12	0.02	0.998	1.00	12.50	-0.67	0.10	10.3201	
14	13	14	65.22	IM	IM	IM	1.071	1.07	13.50	IM	IM	11.3549	
15	14	15	68.43	IM	IM	IM	1.161	1.16	14.50	IM	IM	12.4712	
16	15	16	63.98	IM	1.19	0.07	1.038	1.04	15.50	0.40	0.12	13.5708	
17	16	17	65.84	IM	IM	IM	1.088	1.09	16.50	IM	IM	14.6342	
18	17	18	63.25	IM	IM	IM	1.019	1.02	17.50	IM	IM	15.6881	
19	18	19	66.15	IM	IM	IM	1.097	1.10	18.50	IM	IM	16.7462	
20	19	20	65.94	IM	1.36	0.07	1.091	1.09	19.50	0.57	0.12	17.8403	
21	20	21	63.67	IM	IM	IM	1.030	1.03	20.50	IM	IM	18.9010	
22	21	22	63.56	IM	IM	IM	1.028	1.03	21.50	IM	IM	19.9298	
23	22	23	68.01	IM	IM	IM	1.149	1.15	22.50	IM	IM	21.0181	
24	23	24	64.70	IM	0.79	0.10	1.058	1.06	23.50	0.00	0.14	22.1215	
25	24	25	65.53	IM	IM	IM	1.080	1.08	24.50	IM	IM	23.1902	
26	25	26	63.56	IM	IM	IM	1.028	1.03	25.50	IM	IM	24.2439	
27	26	27	62.84	IM	IM	IM	1.009	1.01	26.50	IM	IM	25.2620	
28	27	28	62.84	IM	0.78	0.10	1.009	1.01	27.50	-0.01	0.14	26.2708	
No. of lines used in calculation:					10	Mixing depth:					1.3 cm.		
Supported <sup>210</sup> Pb:					0.79 dpm/g	Mixing intensity:					0.29 cm <sup>2</sup> /y.		
St. dev. of supported <sup>210</sup> Pb:					0.1 dpm/g	Linear accumulation rate (0-2 cm):					0.9 mm/y.		
Year of sampling:					2009	Sedimentation rate:					653 g/m <sup>2</sup> /y.		
No. of points to exclude (from top):					0 points	St. dev. of sedimentation rate:					99 g/m <sup>2</sup> /y.		
						Coefficient of variation					15.1 %		

## **Vedlegg 4**

Kart over stasjonsoversikt og analysedata for kornstørrelsesfordeling, andel finstoff ( $< 63 \mu\text{m}$ ), TOC, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn (0 – 1 cm). 13 kart.



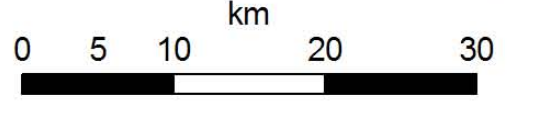
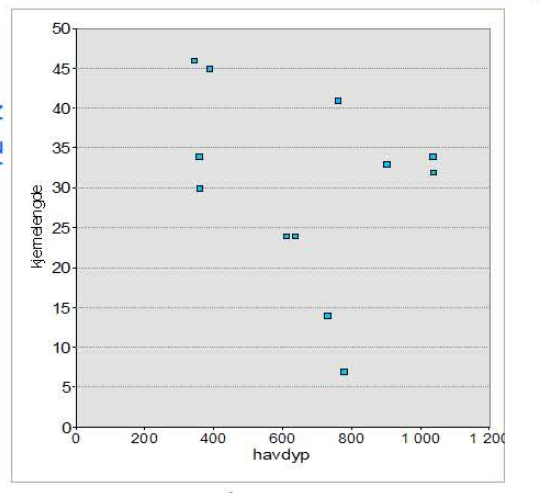
**0-1 cm sedimentkjerne**  
**SedimentStasjon 2009vår**

**Utstyr**

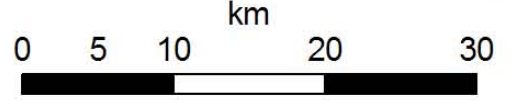
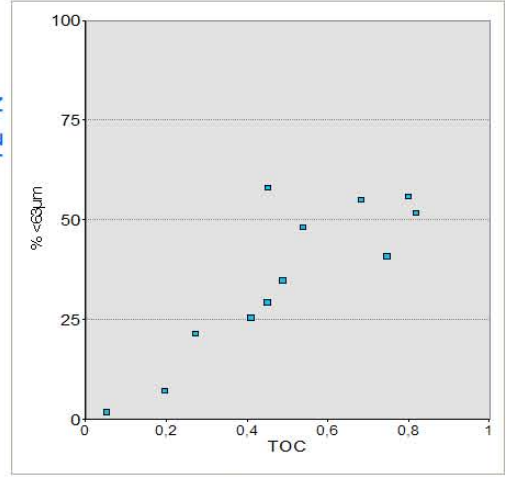
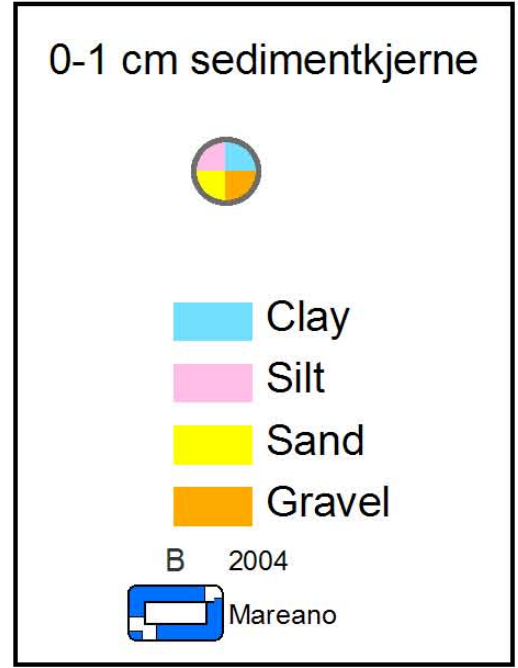
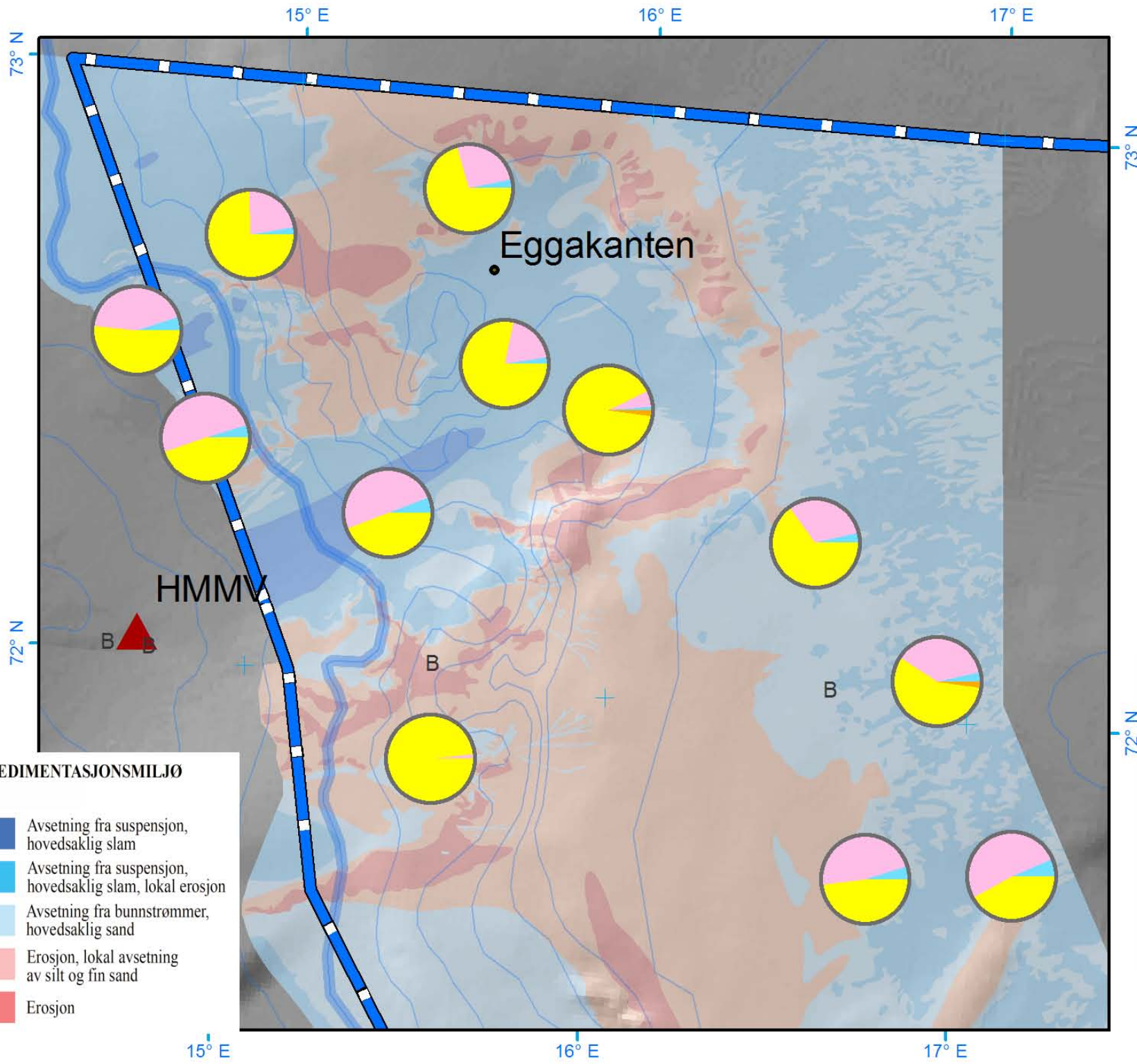
- BoxCorer
- MultiCorer
- B 2004
- Mareano

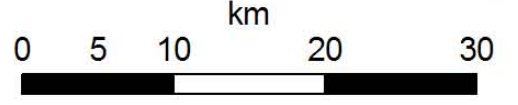
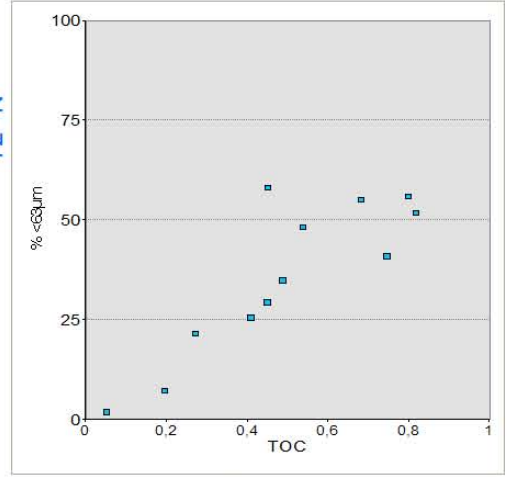
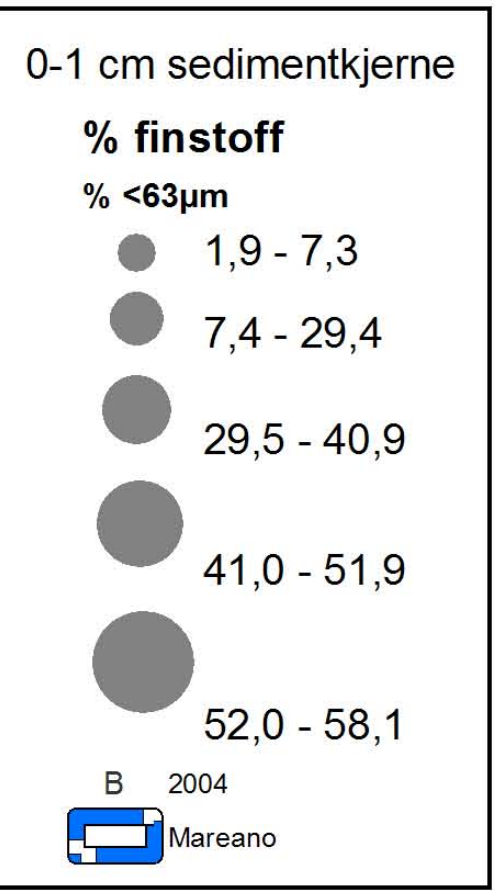
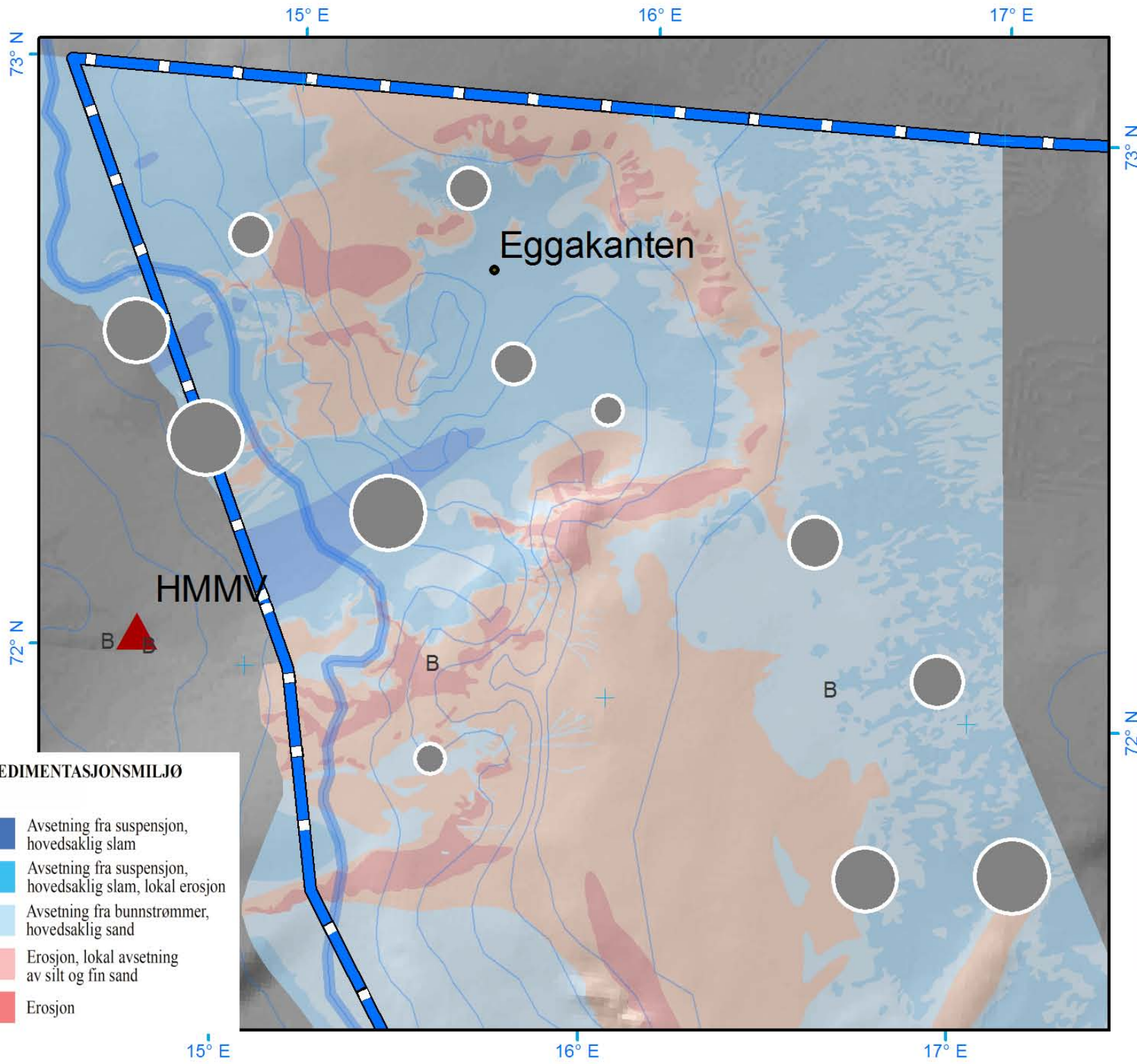
**SEDIMENTASJONSMILJØ**

- Avsetning fra suspensjon, hovedsaklig slam
- Avsetning fra suspensjon, hovedsaklig slam, lokal erosjon
- Avsetning fra bunnstrømmer, hovedsaklig sand
- Erosjon, lokal avsetning av silt og fin sand
- Erosjon

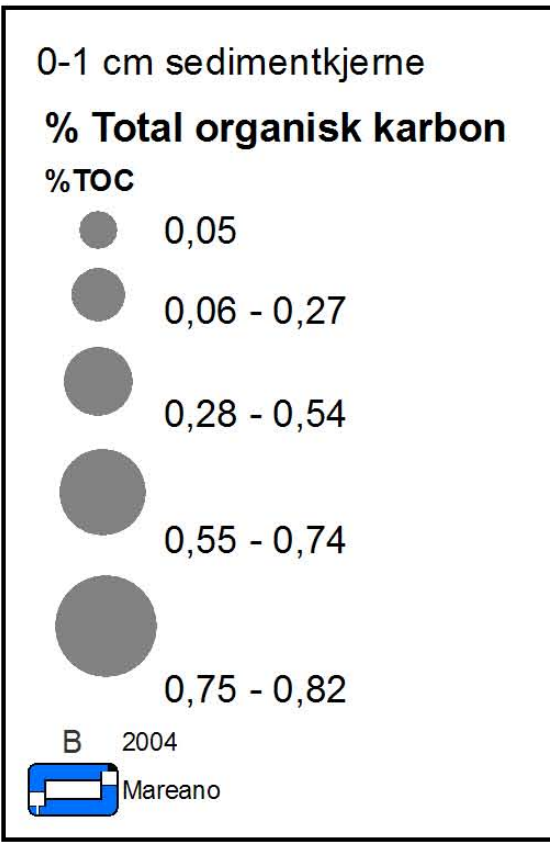
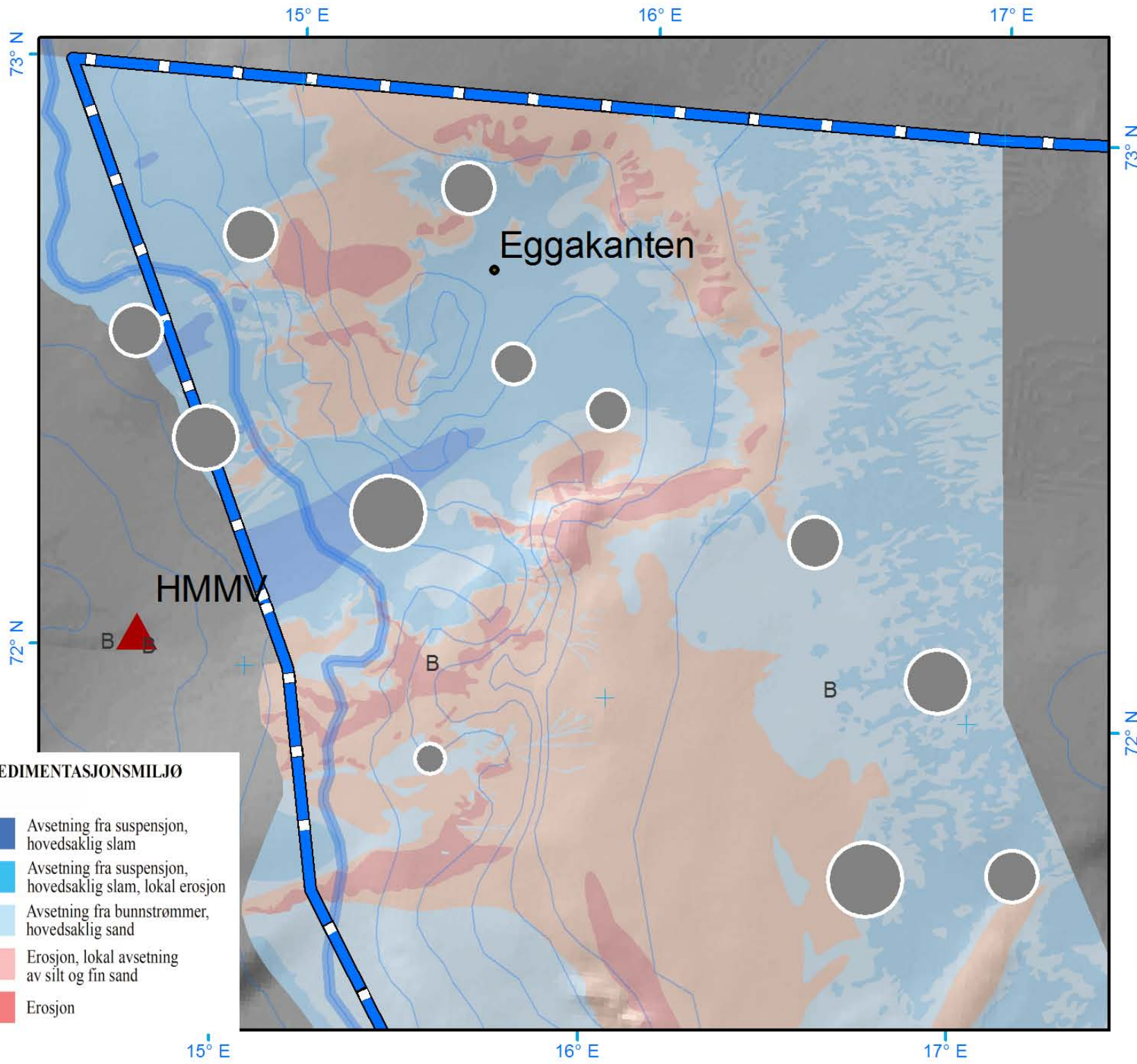




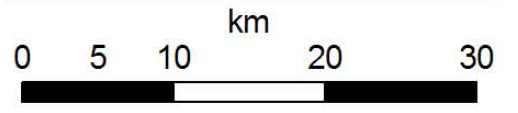
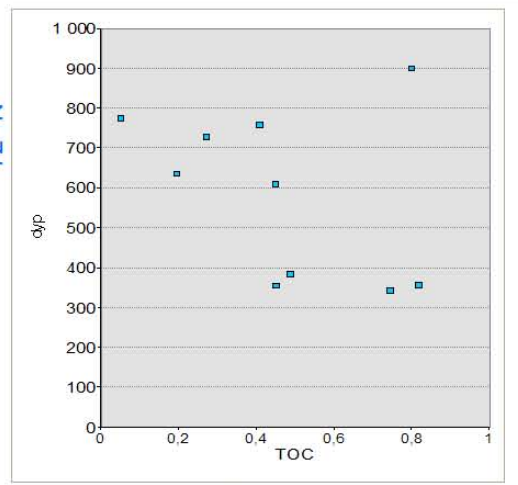




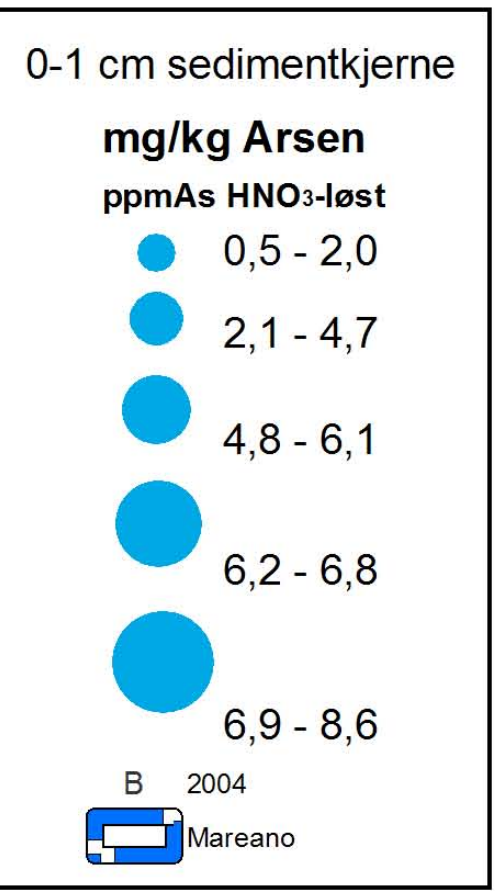
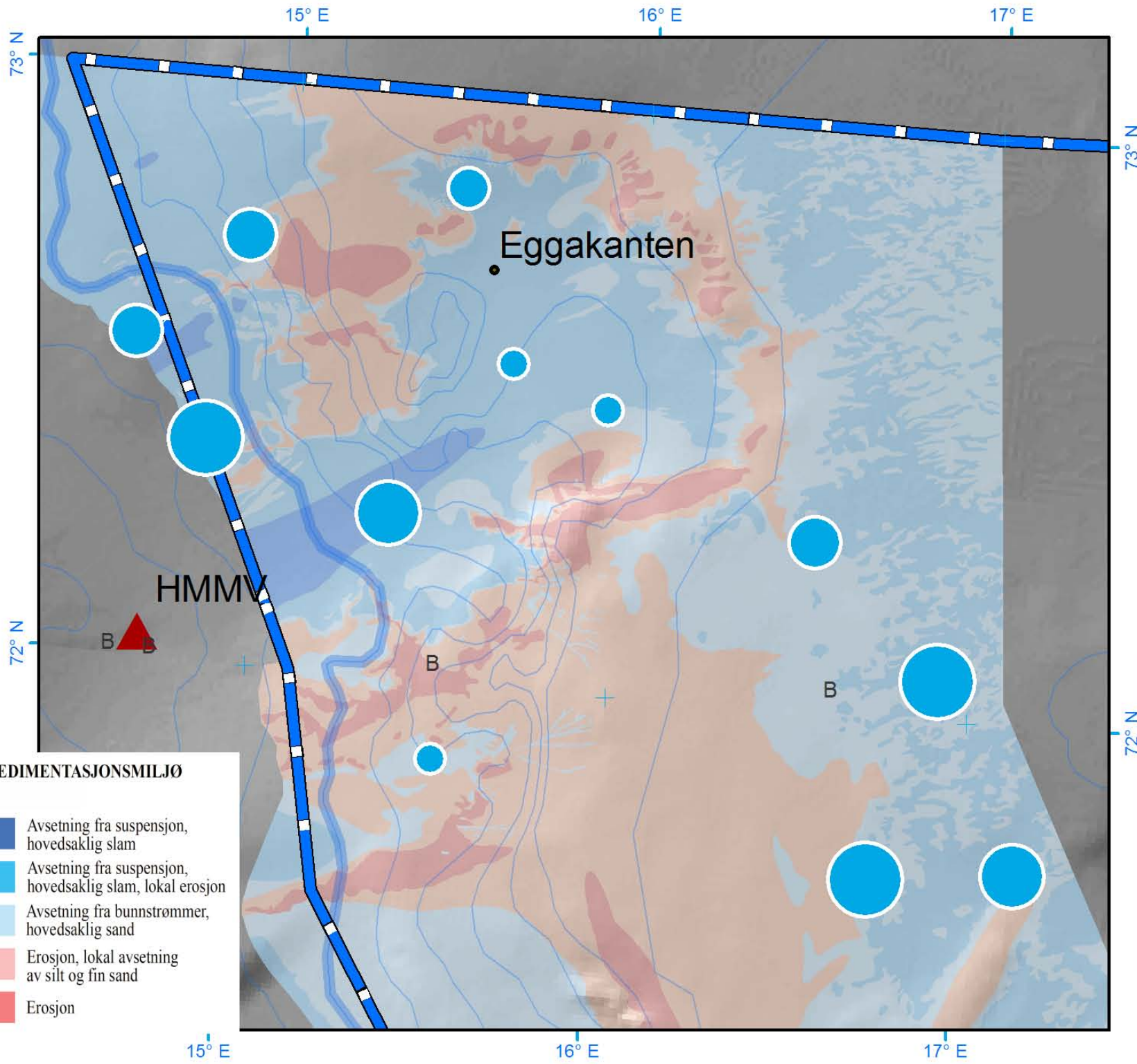




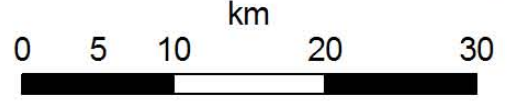
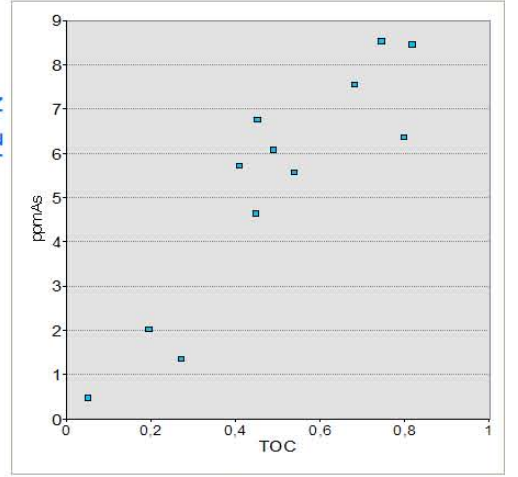
- SEDIMENTASJONSMILJØ**
- Avsetning fra suspensjon, hovedsaklig slam
  - Avsetning fra suspensjon, hovedsaklig slam, lokal erosjon
  - Avsetning fra bunnstrømmer, hovedsaklig sand
  - Erosjon, lokal avsetning av silt og fin sand
  - Erosjon

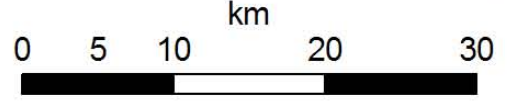
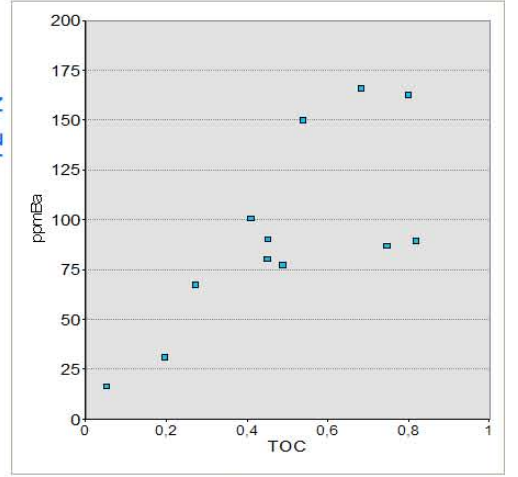
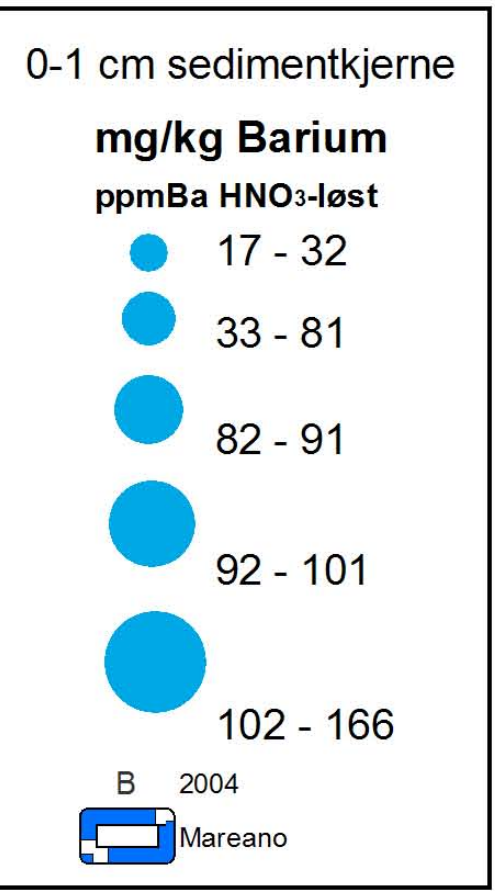
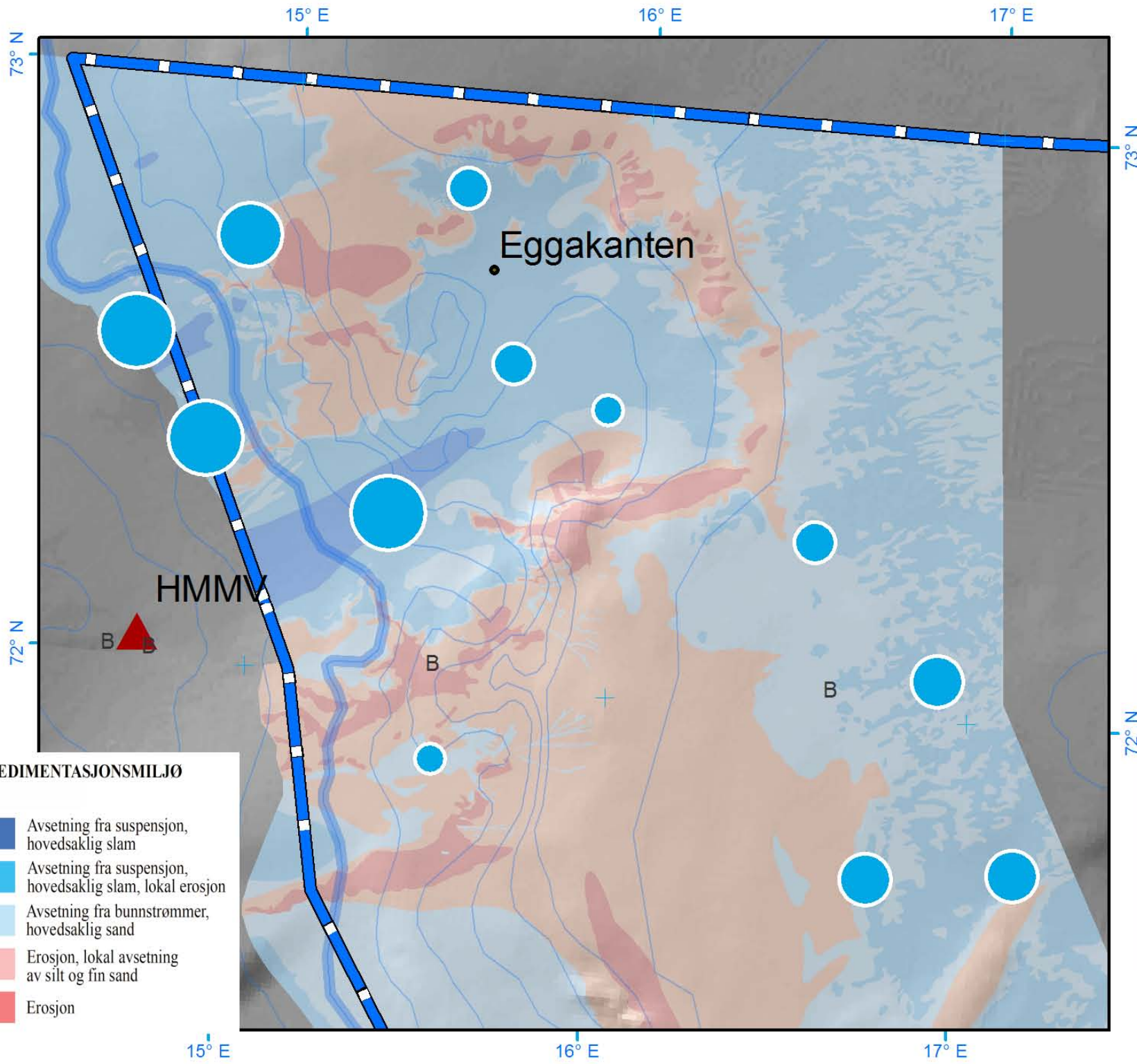




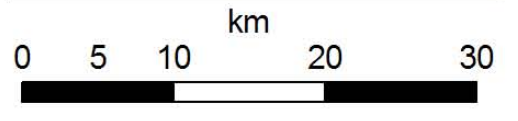
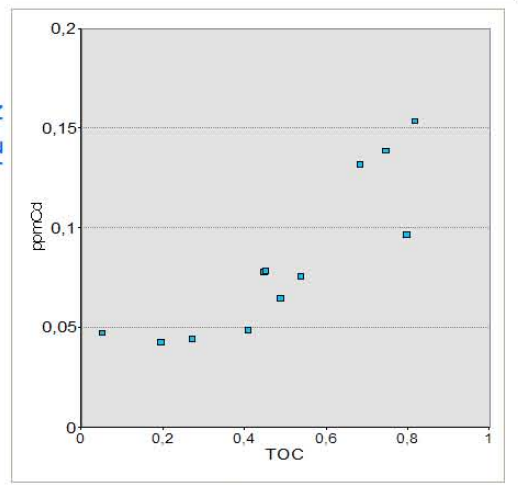
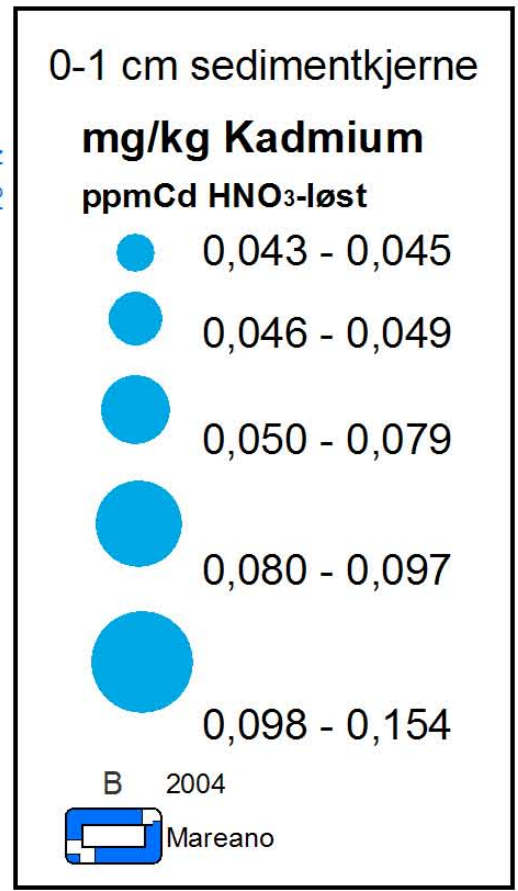
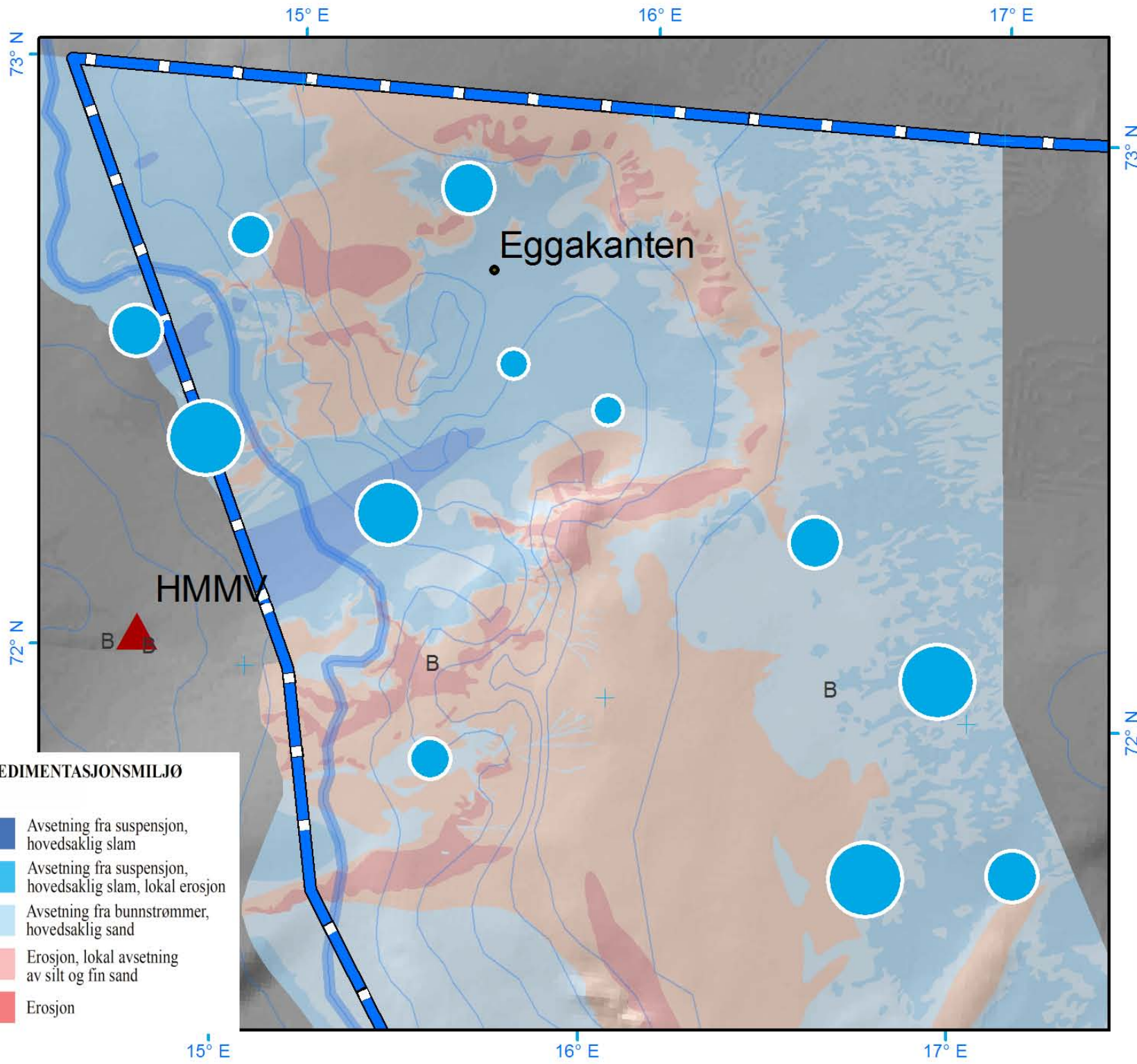


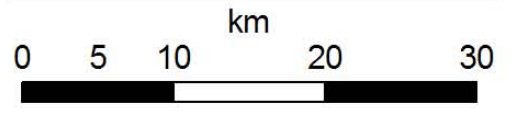
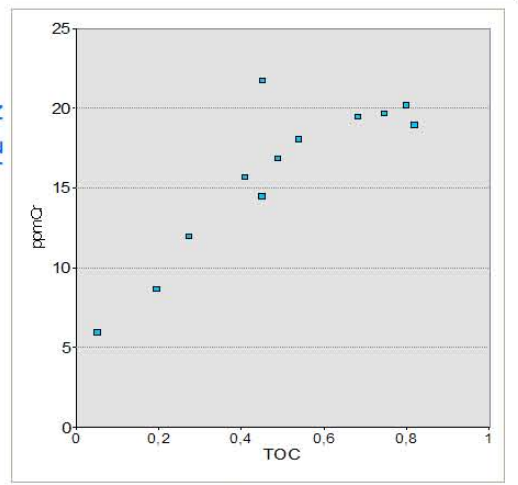
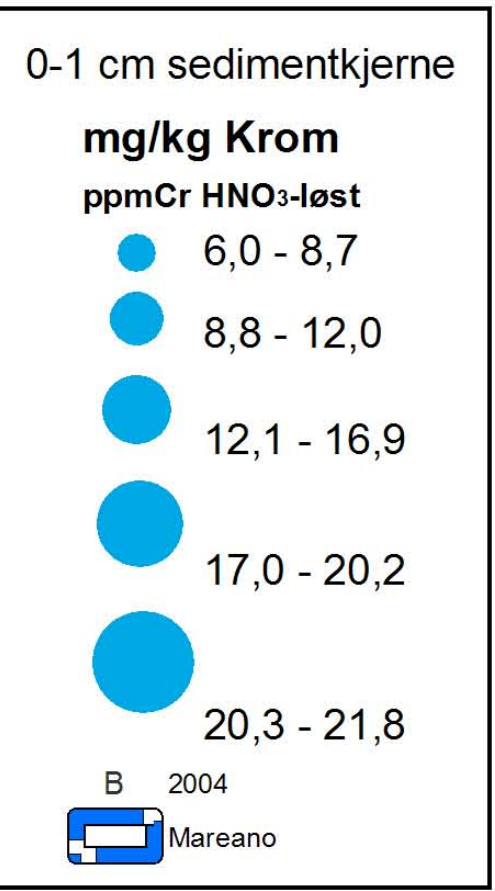
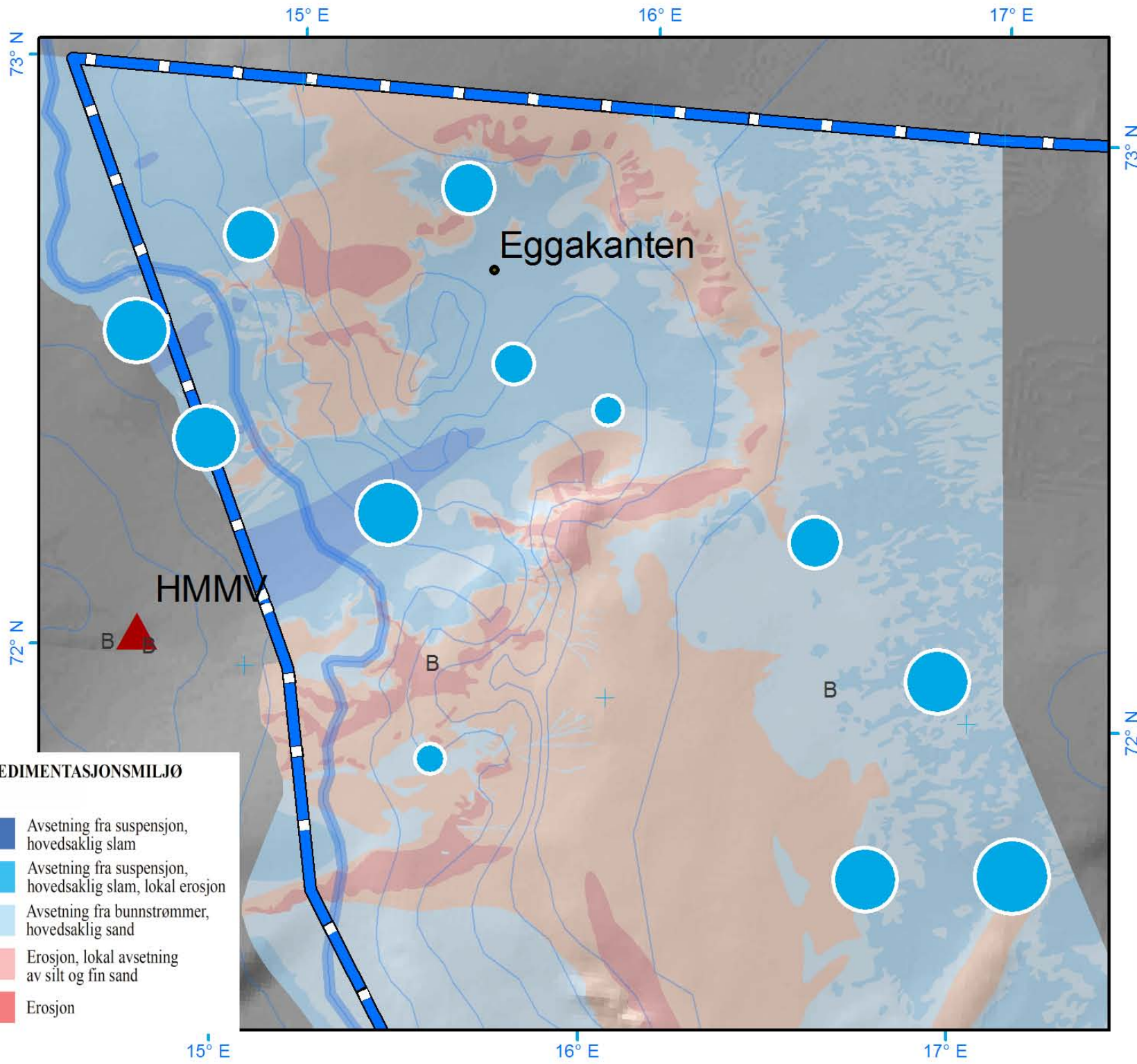
- SEDIMENTASJONSMILJØ**
- Avsetning fra suspensjon, hovedsaklig slam
  - Avsetning fra suspensjon, hovedsaklig slam, lokal erosjon
  - Avsetning fra bunnstrømmer, hovedsaklig sand
  - Erosjon, lokal avsetning av silt og fin sand
  - Erosjon



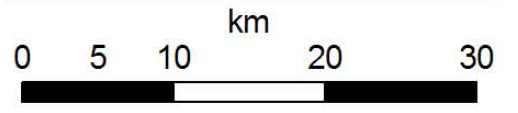
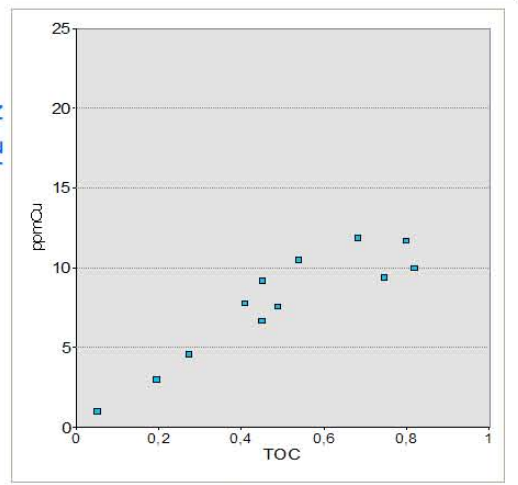
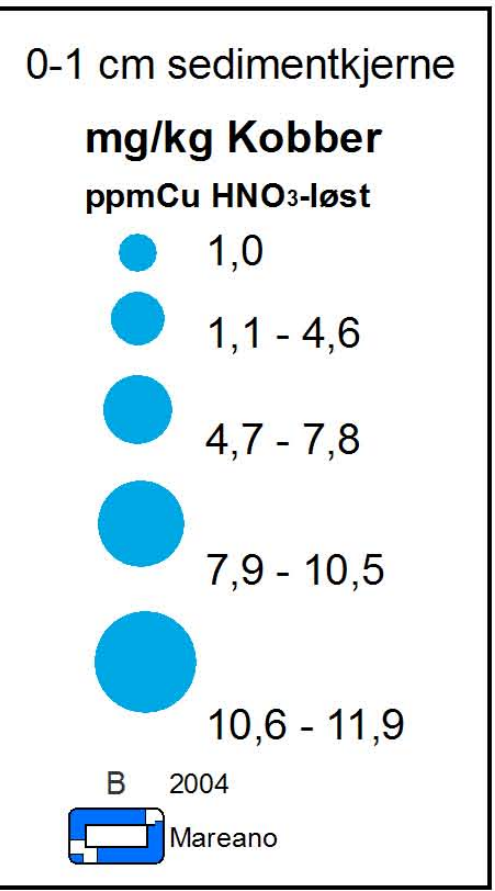
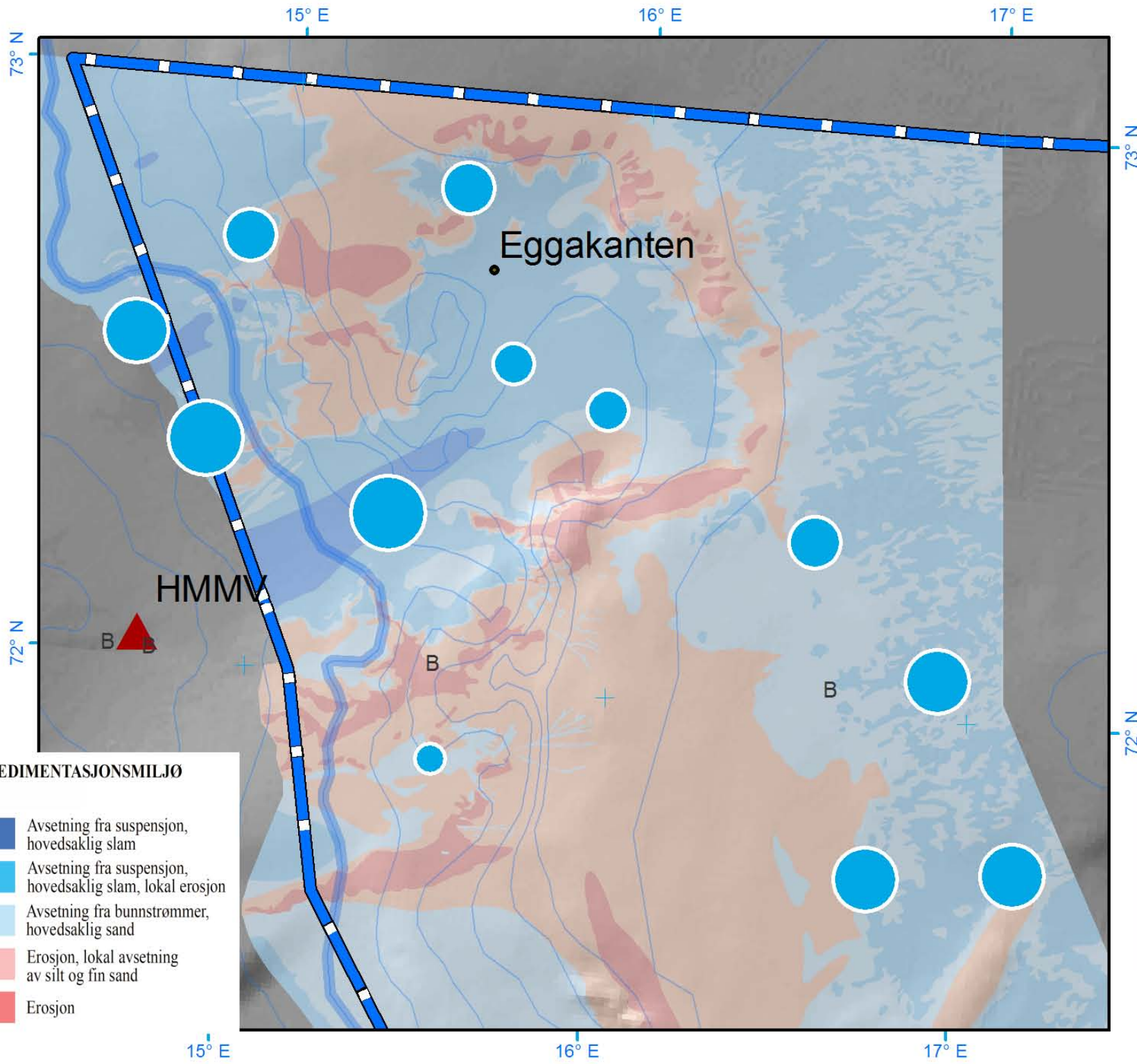


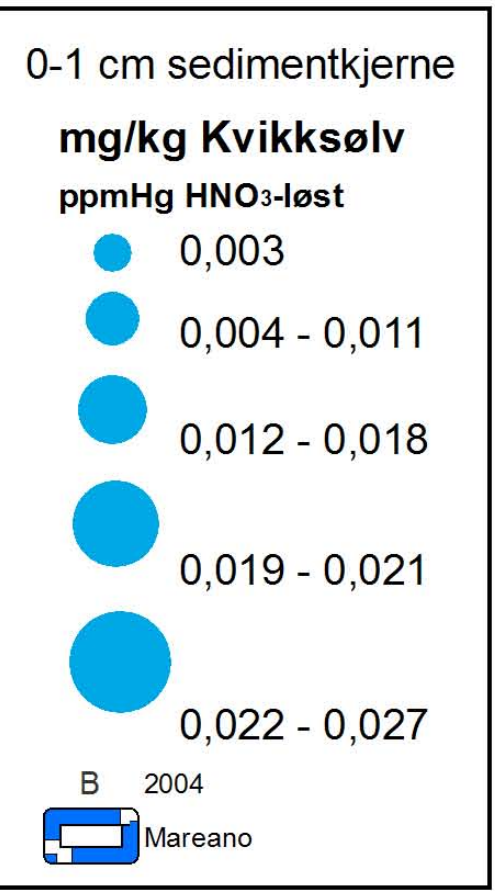
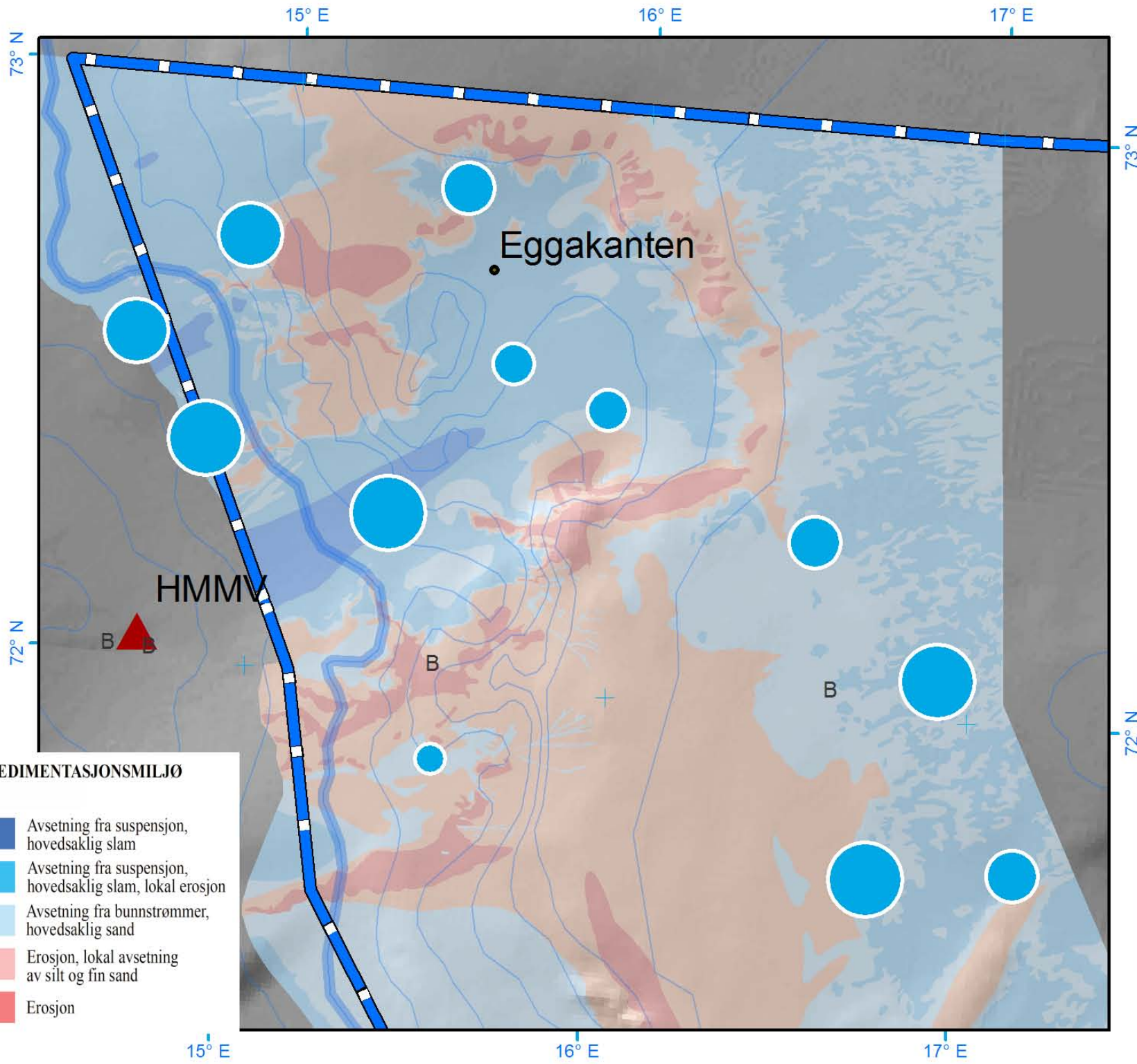




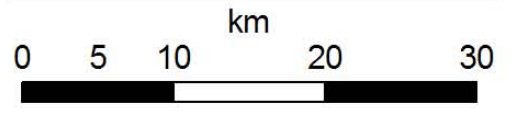
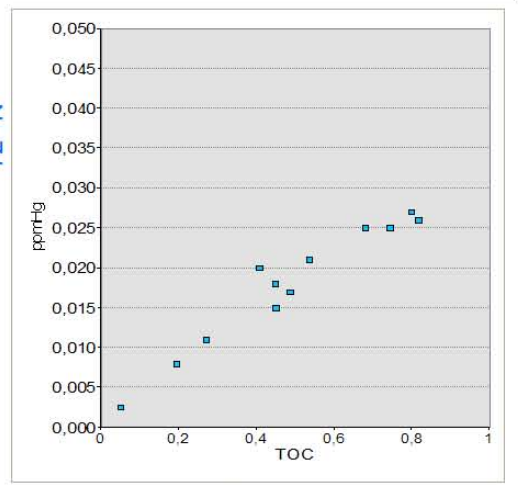




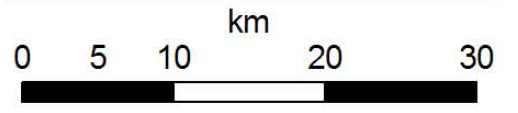
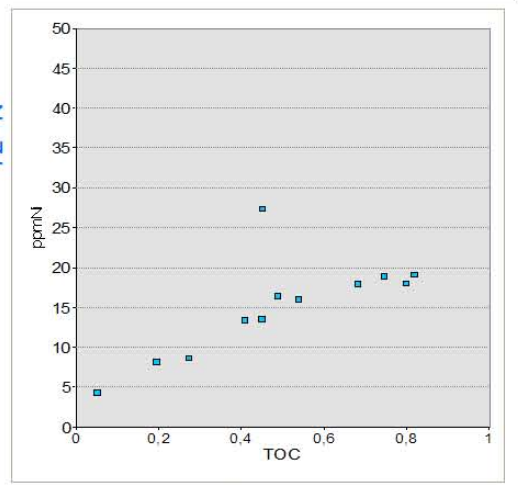
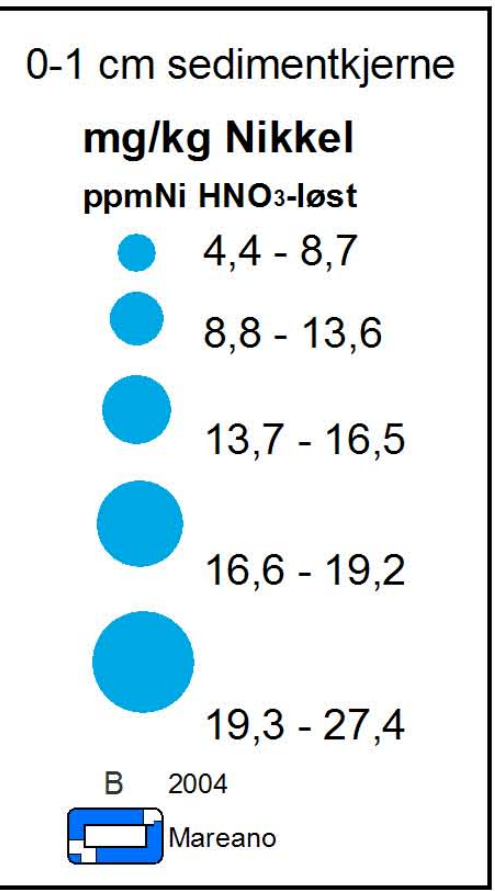
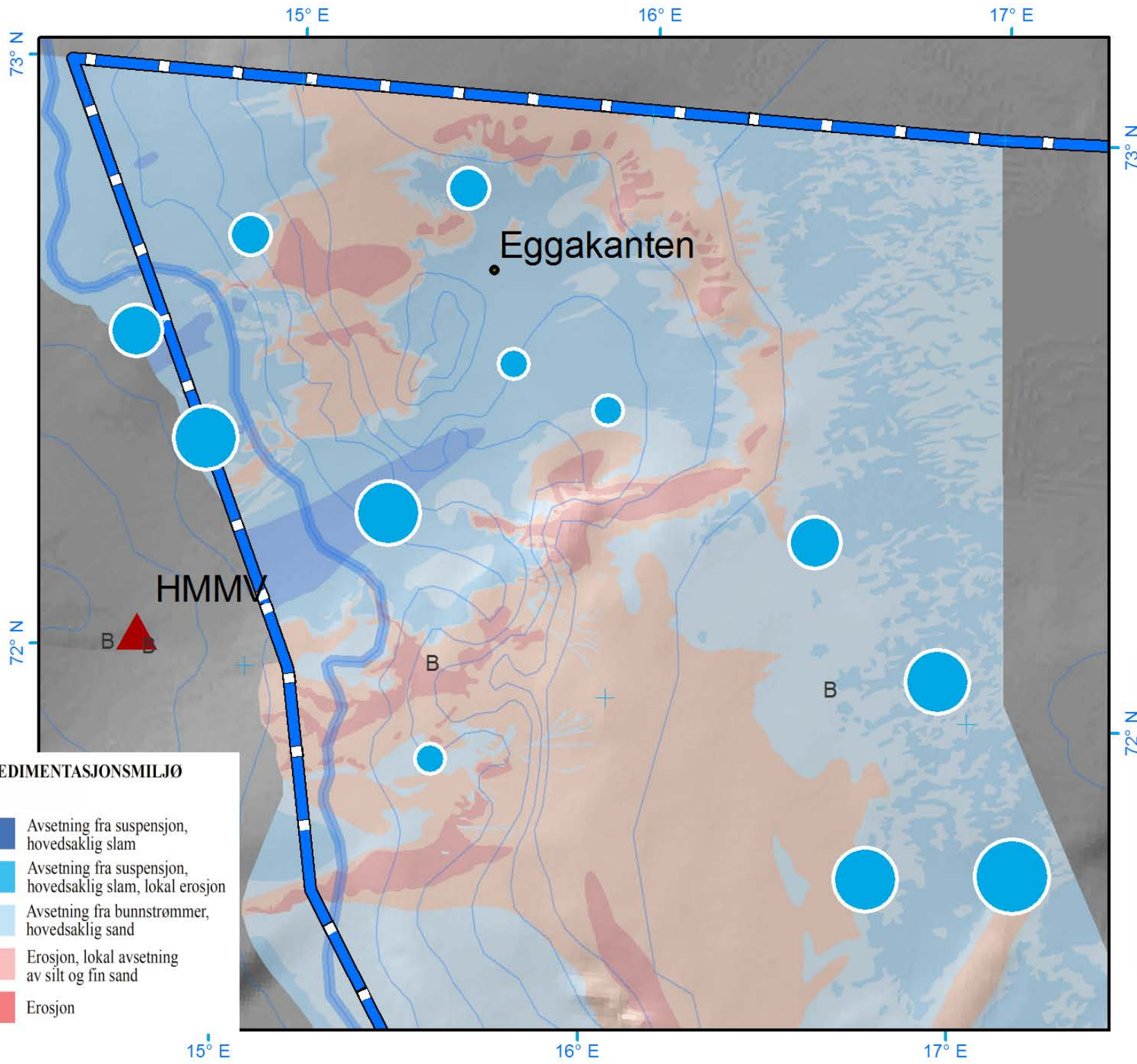


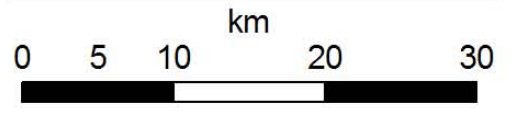
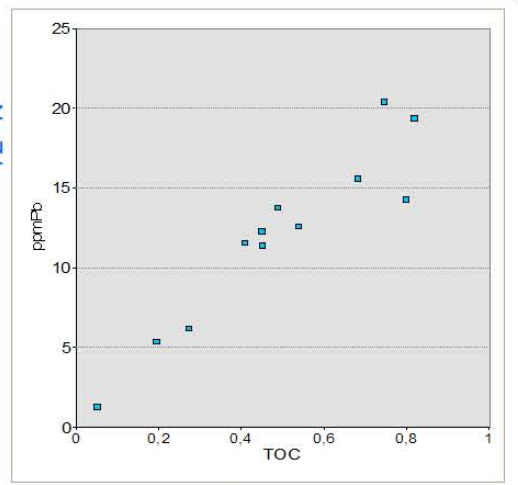
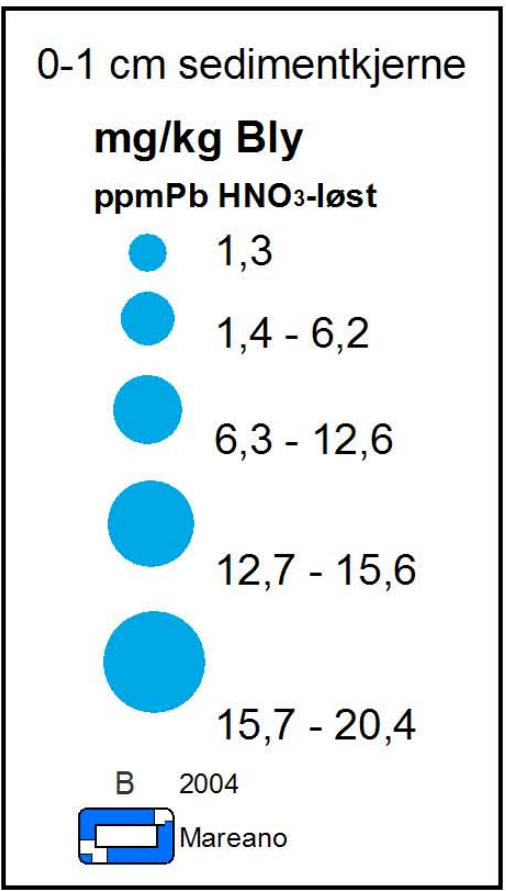
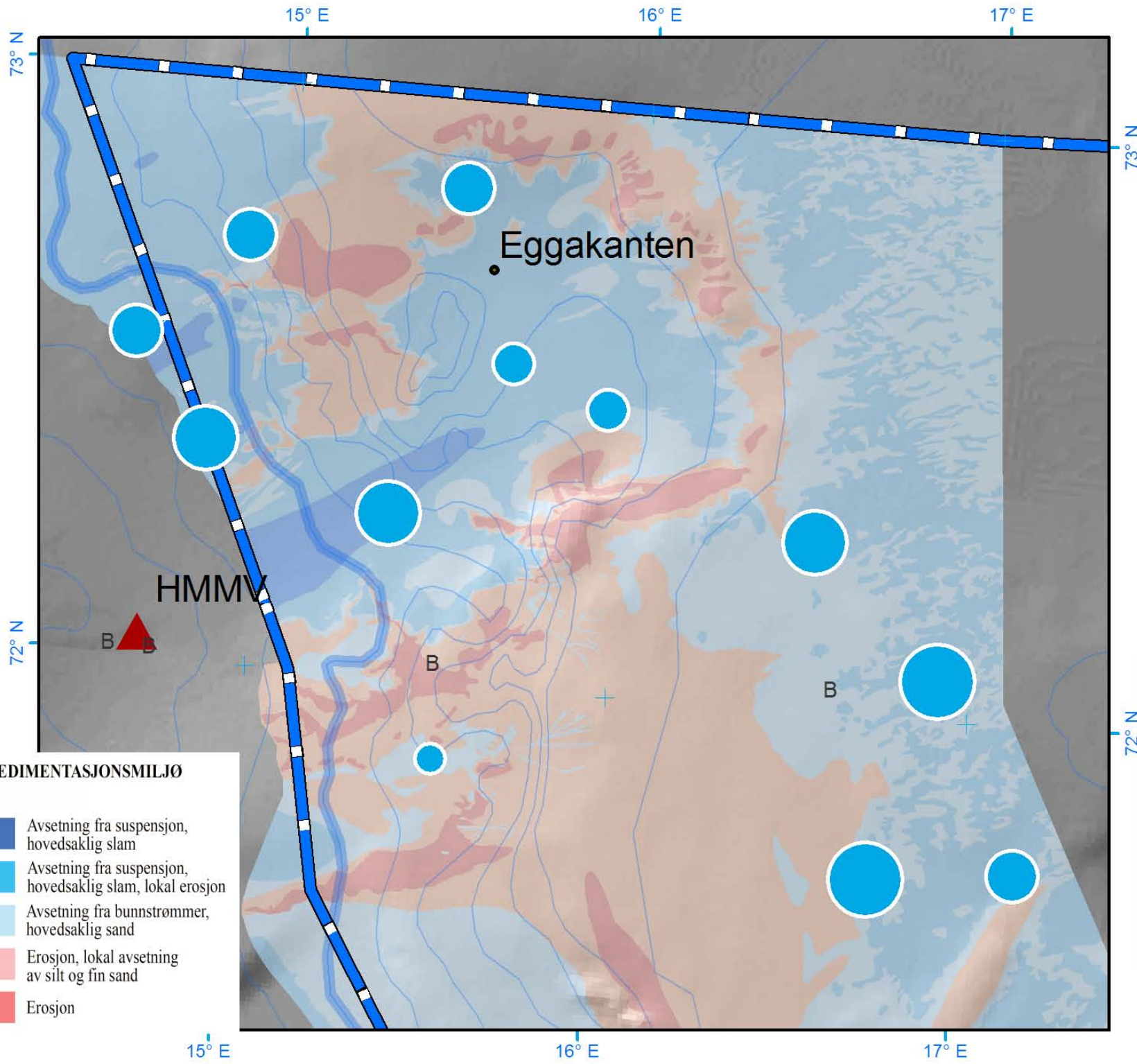


- SEDIMENTASJONSMILJØ**
- Avsetning fra suspensjon, hovedsaklig slam
  - Avsetning fra suspensjon, hovedsaklig slam, lokal erosjon
  - Avsetning fra bunnstrømmer, hovedsaklig sand
  - Erosjon, lokal avsetning av silt og fin sand
  - Erosjon

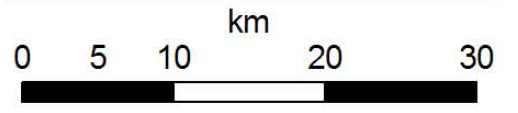
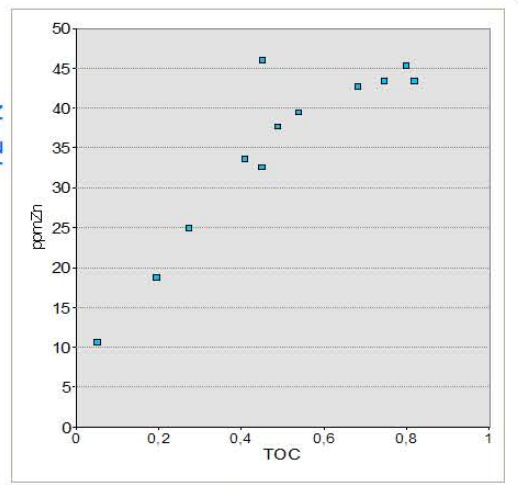
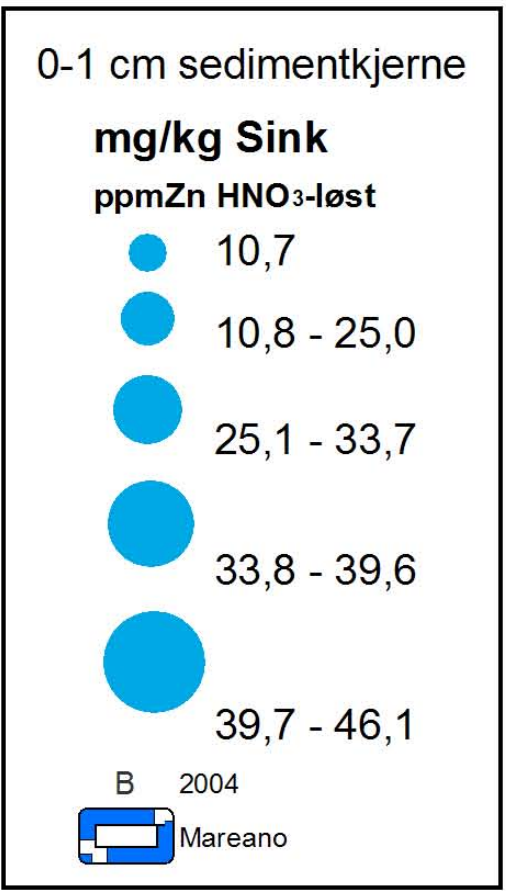
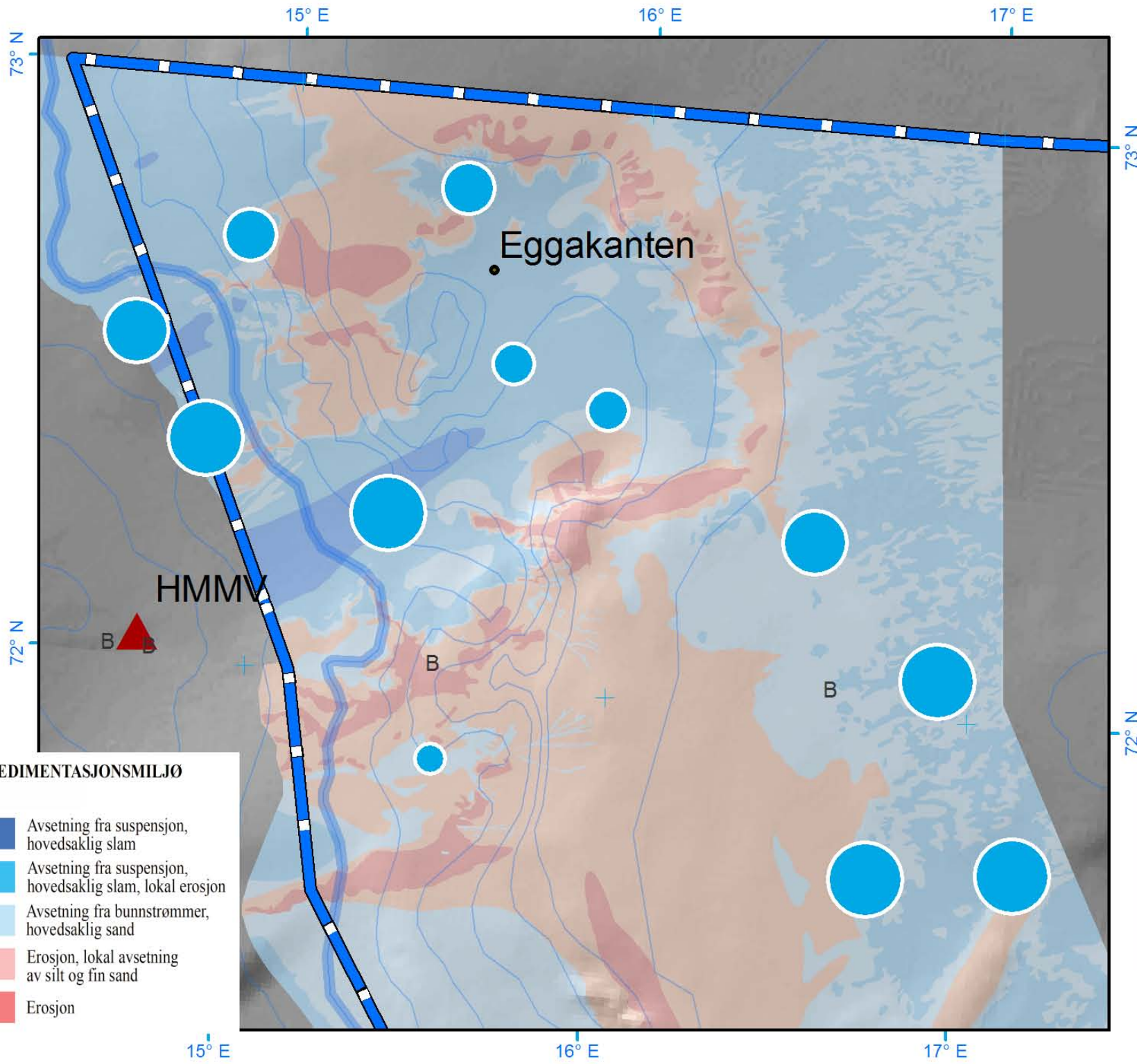












## **Vedlegg 5**

Geokjemiske profiler for 4 analyserte sedimentkjerner.  
Parametrene omfatter: TOC (%), <63µm fraksjon (%),  
karbonatandel (%), As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn (alle ppm)  
og med <sup>210</sup>Pb-datertering.

