

Mareano kjemiprogram

Metodebeskrivelse for prøvetaking og analyse av havbunnsedimenter

Endelig dokument 20.09.2023

1	INNLEDNING	3
2	PRØVETAKING.....	3
2.1	Utvelgelse av prøvetakingspunktene.....	3
2.2	Prøvetakingsutstyr	3
2.3	Rutiner for loggføring og prøvemerking	7
2.3.1	Merking på tokt	7
2.3.2	Merking av prøver til analyser.....	7
2.4	Kriterier for godkjenning av prøvetaking	9
2.5	Uttak av prøver fra sedimentkjerner	9
2.5.1	Håndtering av sedimentkjerne A (uorganiske analyser)	10
2.5.2	Håndtering av sedimentkjerne B (organiske analyser).....	12
2.5.3	Håndtering av sedimentkjerne C (XRI)	12
2.5.4	Håndtering av sedimentkjernene E og F (analyse av mikroplast)	13
2.6	Uttak av overflateprøver fra bokscorer for nye organiske miljøgifter.....	13
2.7	Prøvehåndtering ved ankomst til havn	14
2.8	Rutiner for arkivering av prøvematerialet	14
3	ANALYSER.....	14
3.1	Preanalyse på NGU: frysetørking	14
3.2	XRI	14
3.3	Fordeling av analyser mellom HI og NGU	15
3.4	Kornstørrelsesfordeling, organisk og totalt karbon, total svovel og metallanalyser	15
3.5	Hydrokarboner, bromerte flammehemmere og klorerte miljøgifter	17
3.6	Nye organiske miljøgifter	17
4	KVALITETSSIKRING	18
5	TILGJENGELIGGJØRING AV DATA.....	19
6	Vedlegg 1: Dekkslogg	21

Figur 1: Arbeidsflyt for Mareano Kjemi-programmet.	3
Figur 2: Multicorer på vei inn etter prøvetaking tatt på tokt mai – juni 2021, stasjon R2669 fra ytre Vestfjorden. Kilde: NGU/Mareano.	4
Figur 3. Multicorer på dekk etter prøvetaking og merking av rørene. Kilde: NGU/Mareano.	5
Figur 4: (a) Bokscorer på vei opp. (b) Overflateprøve tatt med bokscorer. Kilde: NGU/Mareano.....	5
Figur 5: (a) Van Veen grabb. (b) Grabb-prøve fra stasjon R1257. Kilde: NGU/Mareano.....	6
Figur 6: Skisse som viser dimensjoner og relativ plassering (posisjoner) av kjerner på MC. For nærmere beskrivelse mht. anvendelsesområde se Tabell 1.....	6
Figur 7: Eksempel på prøvemerking. Bildet viser opplysninger som følger med prøven samt merking etter registrering ved NGUs laboratorium. Kilde: NGU, ref. analyseoppdrag 2022.0114.	8
Figur 8: Eksempel på prøvemerking. Bildet viser opplysninger som følger med prøven. Kilde: HI.	8
Figur 9: Merking og måling av lengde på sedimentkjerner. Kilde: NGU/Mareano.	10
Figur 10: Kjerner klar for skiving/slicing. Kilde: NGU/Mareano.	11
Figur 11: Overflateprøve for uorganiske analyser. Kilde: NGU/Mareano.	11
Figur 12: Overflate prøve for organiske analyser. Øverste 1 cm av sedimentkjerner stikker opp av kjerneskiver. Kilde: Mareano tokt 2008/ NGU/Mareano.	12

Tabell 1: Merking av sedimentkjerner etter bruksområdet. For beskrivelse av posisjon se Figur 6. Merking gjelder for både MC og BC.	7
Tabell 2. Metoder for karakterisering av sedimenter og analyse av uorganiske grunnstoffer og miljøgifter i MAREANO kjemi-programmet. Ansvarlig for gjennomføring av analyseprogrammet: NGU. ¹⁾ metode akkreditert ved Norsk akkreditering, TEST020.	15
Tabell 3: Metoder for analyse av organiske miljøgifter i MAREANO kjemi-programmet. Ansvarlig for gjennomføring av analyseprogrammet: HI.	17

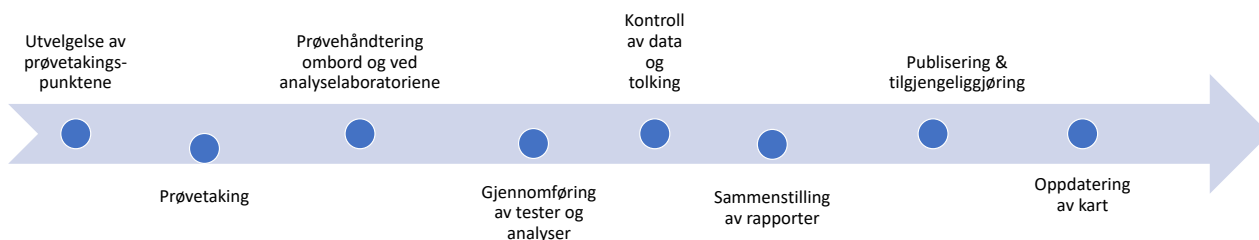
1 INNLEDNING

Havforskningsinstituttet (HI) og Norges geologiske undersøkelse (NGU) foretar prøvetaking av havbunnssedimenter på årlig tokt organisert som del av Mareano Kjemiprogrammet. Ansvar for analyser, tolkning og publisering deles mellom disse instituttene. Kort oppsummert arbeidsflyt vises i Figur 1.

Prøvene analyseres for en rekke fysiske egenskaper og grunnstoffer samt for noen av de mest aktuelle typer organiske og uorganiske miljøgifter og mikroplast (MP). Resultatene publiseres i faglige rapporter og data tilgjengeliggjøres i databaser og kart i www.mareano.no og eksterne databaser som www.vannmiljo.no.

I dette metodedokumentet beskrives prosedyrene for prøvetaking, rutinene for prøvehåndtering, metodene for testing og analyser, samt rutinene for publisering og tilgjengeliggjøring av resultatene og tolkingsrapportene. Dokumentet revideres og ajourføres årlig slik at dette til enhver tid gir en beskrivelse av gjeldende prosedyrer og metoder.

Metodedokumentet gjelder sammen med Mareanos kjemidatabase som dokumentasjon for arbeidet i Mareano Kjemiprogrammet. Disse lagres på <https://mareano.no/kart-og-data/kjemidata>. Mer om tilgjengeliggjøring av data i kap. 5.



Figur 1: Arbeidsflyt for Mareano Kjemiprogrammet.

2 PRØVETAKING

2.1 Utvelgelse av prøvetakingspunktene

Utvelgelse av egnede lokaliteter for prøvetaking på tokt utføres med hjelp av kart fra multi-stråleekkolodd og video, samt informasjon fra grunnseismikk der denne er tilgjengelig. For prøvetaking for kjemiformål fokuseres det på lokaliteter med finkornete sedimenter, fordi disse forekommer i stabile sedimentasjonsområder og vanligvis inneholder de høyeste nivåene av miljøgifter.

Innsamling av prøver til Mareano Kjemiprogrammet omfatter to hovedtyper av prøver:

1. **overflateprøver:** enkeltprøver av det øvre sedimentlaget på havbunnen, som er i kontakt med vannet
2. **kjerneprøver:** sammenhengende kjerner av sedimenter, inntil ca. 50 cm, under vannets kontakt med havbunnen

2.2 Prøvetakingsutstyr

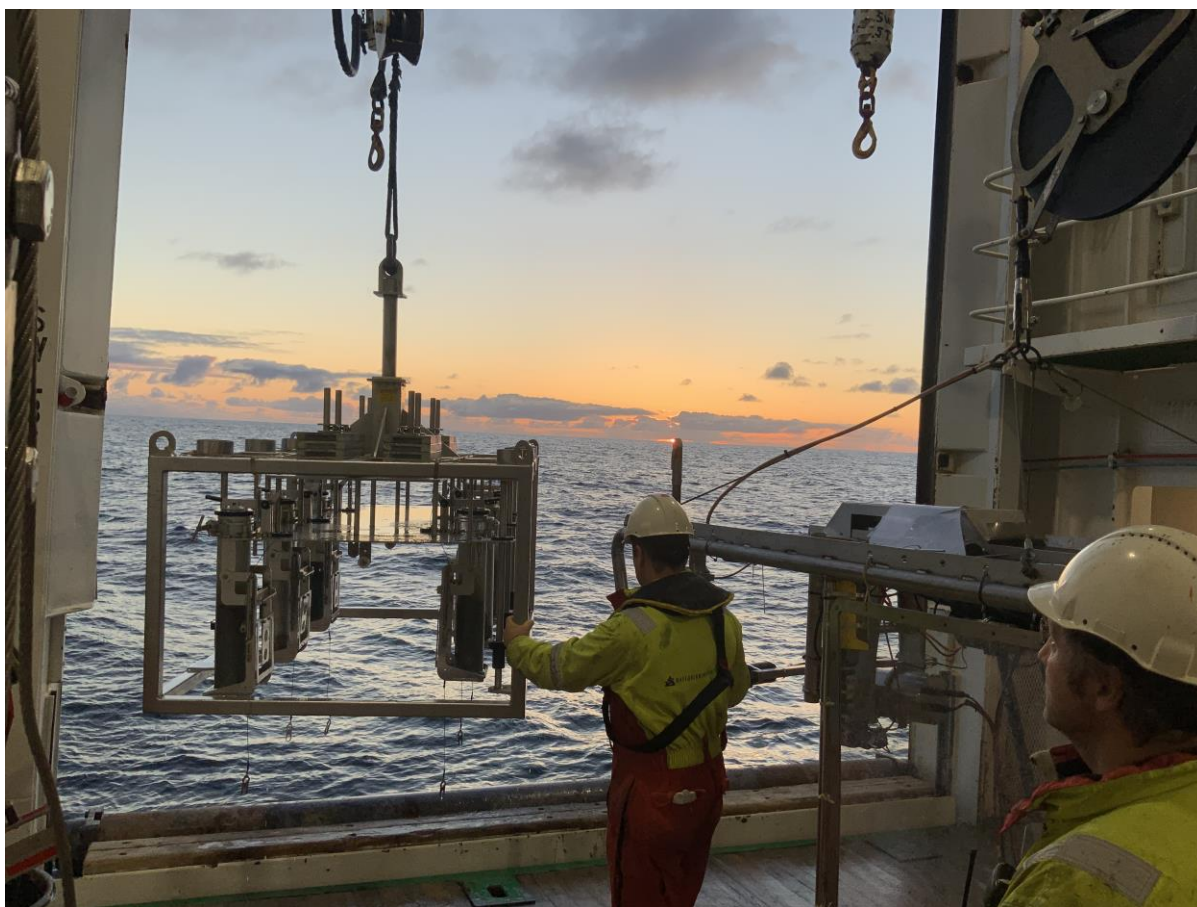
Følgende redskap er tilgjengelige for prøvetaking:

- Multicorer (MC) med fastmonterte rør i plast (4 stk) og stål (2 stk)
- Bokscorer (BC)
- Grabb (GR)

Prøvetaking utføres med sikte på å ivareta prøveintegritet og tilfredsstille kvalitetskontrollkravene ved metodene for testing og analyse. I tillegg er det viktig at det hentes tilstrekkelig prøvemateriale for å kunne gjennomføre planlagte tester og analyser. Rutinene for prøvebehandling tar høyde for eventuelle kontamineringskilder og er nærmere omtalt i kap. 2.5.

Bildet i Figur 2 illustrerer multicorer (MC) på vei inn etter prøvetaking. MC (detaljert bilde i Figur 3), er foretrukket redskap for prøvetaking av sedimentkjerner. Hvis prøvetaking med MC ikke er mulig, benyttes bokscorer (BC) (Figur 4). Med MC er det mulig å hente 6 sedimentkjerner av opptil ca. 50 cm lengde, mens med BC kan man få mellom 4 til 6 kjerner. Bokscorer benyttes også for prøvetaking av prøver til analyse av nye organiske miljøgifter (ref. kap. 2.6). Grabb (Figur 5) er også et alternativt prøvetakingsutstyr dersom hverken MC eller BC kan benyttes.

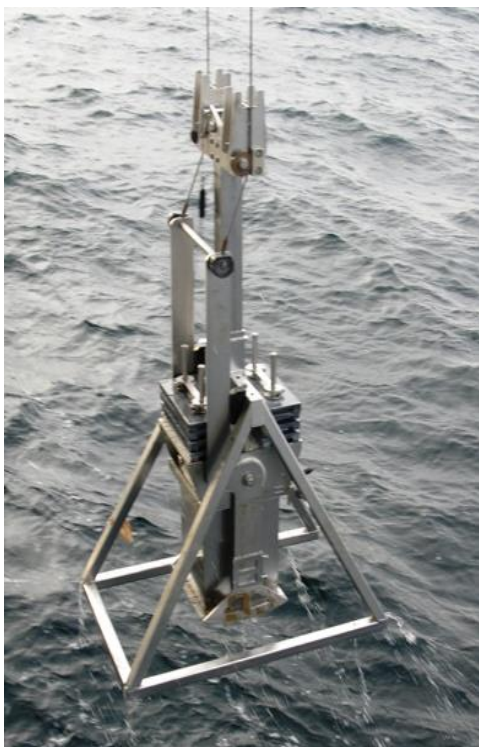
Rutinene for prøvetaking med ulike prøvetakingsutstyr presenteres nærmere nedenfor.



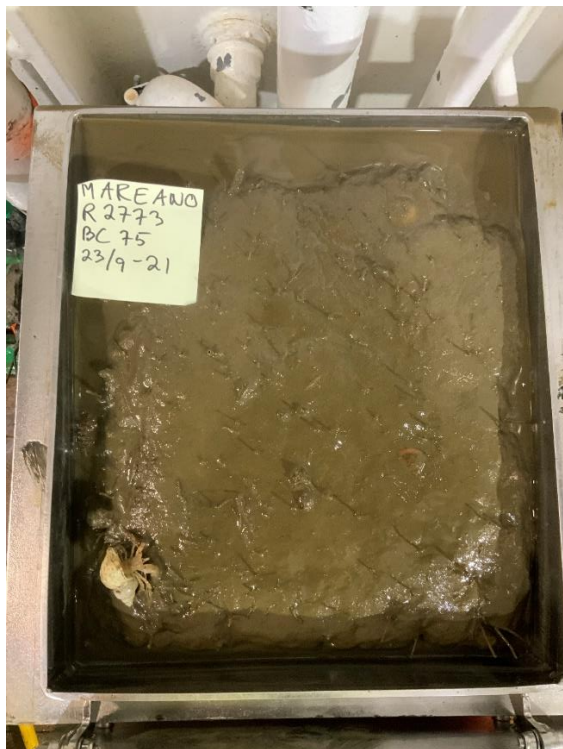
Figur 2: Multicorer på vei inn etter prøvetaking tatt på tokt mai – juni 2021, stasjon R2669 fra ytre Vestfjorden. Kilde: NGU/Mareano.



Figur 3. Multicorerer på dekk etter prøvetaking og merking av rørene. Kilde: NGU/Mareano.

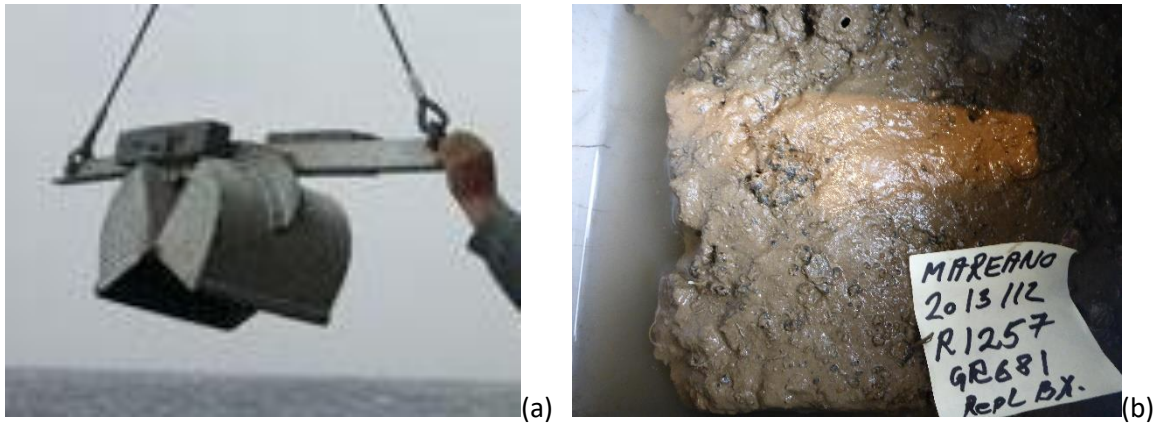


(a)



(b)

Figur 4: (a) Bokscorer på vei opp. (b) Overflateprøve tatt med bokscorer. Kilde: NGU/Mareano.



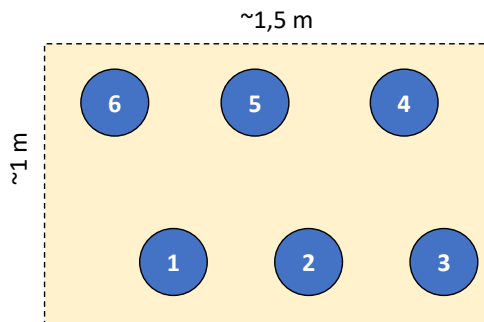
Figur 5: (a) Van Veen grabb. (b) Grabb-prøve fra stasjon R1257. Kilde: NGU/Mareano.

Multicorer

På toktene i 2006 og 2007 var det brukt en MC produsert ved NGU med 100 mm indre diameter på rørene. Fra 2008 benyttes en MC fra KC-Danmark (MODEL 73.000) (Figur 3). Denne MC har 6 rør med 106 mm indre diameter (110 mm ytre diameter), slik at det er mulig å få 6 sedimentkjerner på en stasjon valgt ut for kjemiske analyser. Posisjonene på MC, merket fra 1 til 6, tilsvarer dekskloggens nummer 1-6 i skjema for deksklogg i Vedlegg 1: Dekkslogg:

- 4 transparente PVC-rør plassert på posisjonene 1, 3, 4 og 6 i Figur 6
- 2 rør i stål (siden 2020), plassert på posisjonene 2 og 5 i Figur 6

Tabell 1 gir en oppsummering av rutine for rørmerking, utvelgelseskriterier, bruksområdet og ansvarsdeling mellom NGU og HI. Eksempel på rørmerking vises i Figur 3. Sedimentkjernene i PVC-rør merkes etter bruksområdet med bokstav fra A til D; utvelgelseskriteriene er beskrevet i Tabell 1. Sedimentkjernene i stålrør merkes med bokstavene E og F.



Figur 6: Skisse som viser dimensjoner og relativ plassering (posisjoner) av kjerner på MC. For nærmere beskrivelse mht. anvendelsesområde se Tabell 1.

Bokscorer

Bokscorer (Figur 4) anvendes for:

- prøvetaking av sedimentkjerner dersom det ikke er mulig å bruke MC. For å få sedimentkjerner fra bokscorer, brukes det MC-rør som presses ned i sedimentene, slik at det tas minimum 2 sedimentkjerner. Disse blir så merket og opparbeidet på samme måte som MC sedimentkjerner, som beskrevet i Tabell 1 og kap. 2.5. Det kan fås opptil 6 kjerner fra en BC. Bokscoreren, en KC Denmark modell 80.100 tar prøver på et 0,1 m² areal (34,5 cm × 29 cm) og kan ta inntil 40 cm tykke sedimentprøver.
- prøvetaking for nye organiske miljøgifter i overflateprøver (se kap. 2.6).

Van Veen grabb.

Van Veen grabb (Figur 5) anvendes til innsamling av overflateprøver i noen få tilfeller der det ikke er mulig å bruke annet redskap. Det anvendes 0,1 m² van Veen grabb på havdyp mindre enn 500 m, og 0,25 m² van Veen grabb på havdyp større enn 500 m.

Tabell 1: Merking av sedimentkjerner etter bruksområdet. For beskrivelse av posisjon se Figur 6. Merking gjelder for både MC og BC.

Merking	Utvelgelses-kriteriet	Rør	Posisjon v/MC	Bruksområde	Forbehandling	Eier
<u>Kjerne A</u>	lengste kjerne	PVC	1; 3; 4; 6	uorganisk kjemi, sediment-karakteristikk inkl. kornstørrelse, datering ved hjelp av ²¹⁰ Pb og ¹³⁷ Cs, og evt. ¹⁴ C	Skives om bord og fryses v/-20° C. Frysetørkes ved ankomst ved laboratoriet	NGU
<u>Kjerne B</u>	nest-lengste kjerne	PVC	1; 3; 4; 6	organisk kjemi	skives om bord og fryses v/-20° C. Lufttørkes ved ankomst til laboratoriet.	HI
<u>Kjerne C</u>		PVC	1; 3; 4; 6	XRI og evt. kjerneskaning (gamma og magnetisk susceptibilitet)	Forsegles og oppbevares hel med vannsøyle opp til overkanten av prøverøret. Kjernen brukes til røntgenanalyser v/NGU	NGU
<u>Kjerne D</u>		PVC	1; 3; 4; 6	NGU reserve	Denne kjerne blir ikke brukt (se i kap. 2.4)	NGU
<u>Kjerne E</u>		Stål	2; 5	mikroplast-analyse	Forsegles og oppbevares hel (se i kap. 2.5.4)	NGU
<u>Kjerne F</u>		Stål	2; 5	mikroplast-analyse	Forsegles og oppbevares hel (se i kap. 2.5.4)	NGU

2.3 Rutiner for loggføring og prøvemerking

2.3.1 Merking på tokt

Alle relevante opplysninger noteres i dekklogg, som består av flere skjemaer for MC, BC og GR. Eksempler på utfylte skjemaer fra tidligere tokt vises i Vedlegg 1: Dekkslogg. Denne identifikasjonen beholdes gjennom logging, prøvemerking og rapportering. Ved bruk av bokscorer gjelder samme prosedyre for merking, men nummerering av kjernene følger ikke samme opplegg som for multicorer med nummer.

Rutiner for arkivering av dekklogg er beskrevet i kap. 2.7.

2.3.2 Merking av prøver til analyser

NGU

Opplysninger som alltid følger med prøvene, er:

- toktnummer (format ååååNNN, hvor NNN er løpenr. for tokt. Eksempel MARENO 2022708 i Figur 7)
- stasjonsnummer (for eksempel R2969 i Figur 7)

- redskap/løpenummer fra skipslogg/kjernenummer (for eksempel MC05 Core A i Figur 7)



Figur 7: Eksempel på prøvemerking. Bildet viser opplysninger som følger med prøven samt merking etter registrering ved NGUs laboratorium. Kilde: NGU, ref. analyseoppdrag 2022.0114.

HI

Opplysninger som alltid følger med prøvene, er:

- fartøynavn og toktnummer (format AAAåååNNN, hvor AAA er forkortelse for fartøynavn, ååå er årstallet, og NNN er løpenr. for tokt. Eksempel GOS2022708 i Figur 8)
- stasjonsnummer (for eksempel R2940 i Figur 8).
- redskap/løpenummer fra skipslogg/kjernenummer (for eksempel MC03 sed.kj. B i Figur 8)



Figur 8: Eksempel på prøvemerking. Bildet viser opplysninger som følger med prøven. Kilde: HI.

Avhengig av prøvetype og krav ved prøveeier (NGU eller HI) kan det være aktuelt med å inkludere ekstra opplysninger. Disse er spesifisert i kap. 2.5.

2.4 Kriterier for godkjenning av prøvetaking

Den ansvarlige for prøvetaking sjekker resultatene av grabb og evt. bokscorer, før multicorer settes ut. Resultatene av prøvetaking med grabb og bokscorer føres i dekkloggen. Resultatene fra prøvetakingen med disse redskap brukes som beslutningsgrunnlag for om multicoreren skal brukes eller ikke. Dersom bokscorer-prøven er av tilfredsstillende kvalitet, skal den bli stående på dekk, slik at det kan tas sedimentkjerner fra bokscorer. Dette gjøres dersom prøvetaking med multicorer er mislykket og stasjonen vurderes som viktig for miljøanalyser.

Når multicoreren er kommet opp, vurderes tilstanden for de 6 rørene og behovet for flere hiv. Vurderingen gjøres av den ansvarlige geolog/kjemiker som er på vakt. Viktig å få lukket topp og bunnlokk, dersom disse ikke har lukket skikkelig når multicoreren kommer opp på dekk.

Minstekravet for vellykket prøvetaking er 5 godkjente prøverør (tilsvarende kjernene A, B, C, E og F i Tabell 1). Det er nødvendig å ha mer prøvemateriale til MP-analysene enn til de andre kjemianalysene. Er det 4 godkjente sedimentkjerner eller færre må det gjøres en ny prøvetaking med multicorer. Det er ikke aktuelt å erstatte multicorer med boxcorer for mikroplast formål, pga. risiko for kontaminering.

Rekkefølgen A-B-C-D av sedimentkjernene i PVC-rør er på basis av kvalitet og lengde, og hvor samtlige 4 sedimentkjerner er godkjente (uforstyrrede sediment og med vannsøyle over sedimentene). Kriteriene for godkjenning av kjerner i PVC-rør kan ikke benyttes for rørene i stål.

Kriterier for godkjenning av stålrørene er: (1) det er vann helt til toppen av røret og (2) bunnlokk har lukket skikkelig under røret.

Er det ufullstendig prøvetaking settes ut MC for ny prøvetaking. Hvis årsaken kan knyttes til mulige farefaktorer, som for eksempel havbunnens tilstand (stein/grus eller grov sand), eller dårlig vær, kan det være aktuelt å avslutte prøvetaking med en gang for å unngå skade på utstyret. Dette skal man vurdere fra gang til gang. Man kan gjøre opp til 3 forsøk (hiv) per stasjon.

2.5 Uttak av prøver fra sedimentkjerner

- Prøverørene vaskes utvendig mens de er i multicoreren, for å oppnå tilstrekkelig gjennomsyn og for å unngå søl under slicing av sedimentkjernen.
- Lengder på sedimentkjernene måles og føres i dekkloggen (se Vedlegg 1: Dekkslogg).
- Basert på lengdemåling, tildeles hver kerne en posisjon i rekkefølgen fra A til F, og midlertidige merkelapper med stasjons- og redskapsnummer, toktnummer, dato, og rekkefølgenummer A-F settes på kjernene.
- Det tas bilde av hvert av multicorerens prøverør med sedimentkerne og med vann over sedimentene, og med merkelappen og tommestokk fra bunn av rør og rørposisjonsmerking synlig i bildet, som vist i Figur 9.
- Prøverør med sedimentkjernene tas ut av multicoreren og håndteres som beskrevet i kap. 2.5.1 - 2.5.3 nedenfor.

Under prøveuttak kan det oppstå prøvekontaminering fra:

- Utstyr til splitting
- Rekvisita til merking og pakking av prøver
- Omgivelser
- Klær
- Hud- og hårpleie produkter

Det er spesielle forbehold å ta hensyn til ved uttak av prøver til mikroplast-analyse og nye organiske miljøgifter, for å unngå kontaminering fra omgivelsen. Disse er nærmere beskrevet i hhv. kap. 2.5.4 og 2.6.



Figur 9: Merking og måling av lengde på sedimentkjerne. Kilde: NGU/Mareano.

2.5.1 Håndtering av sedimentkjerne A (uorganiske analyser)

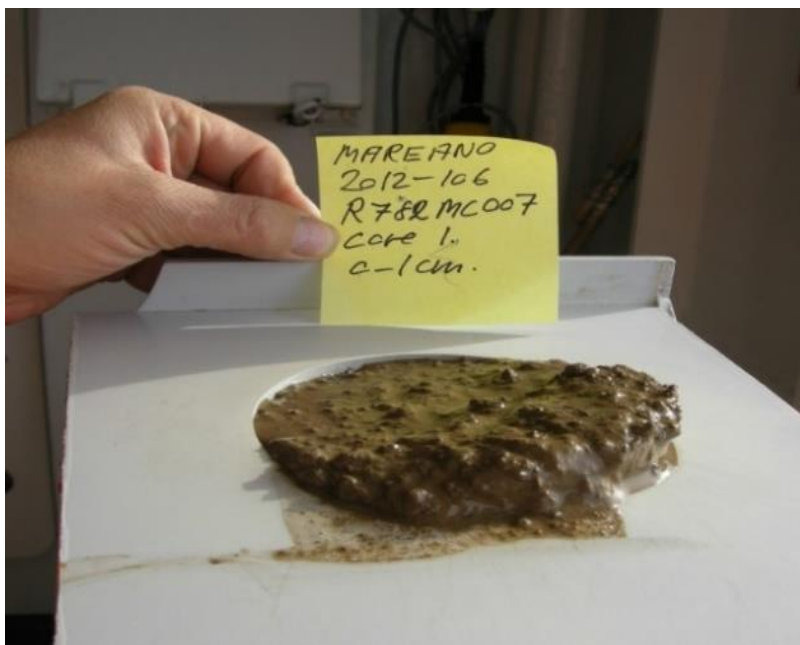
Sedimentkjerne A skives for uorganiske analyser iht. følgende prosedyre:

- a) Kjernen settes opp på stampelet for utskyving
- b) Den målte lengden føres i prøvetakingsskjema sammen med opplysninger om sedimentets konsistens og andre opplysninger.
- c) Kjernen sveives forsiktig opp til åpningen av skiveren, slik at overflaten ikke er/blir forstyrret. Øverste sedimentlag, 1 cm tykk, skal komme ut i åpningen.
- d) Overflaten fotograferes med nummer for tokt, stasjon og rør anført på gul lapp. (Figur 10).
- e) Kjernen skives i 1,0-cm tykke snitt. Det brukes brett i plast, ikke metall!
- f) Sedimentene beskrives og notatene føres i dekskloggen under skivingen.
- g) Prøven skyves direkte i en plastpose med lynlås som lukkes med minst mulig luft i posen.
- h) Merking av prøveposene gjøres med etiketter bestående av vannfast material og vannfast blekk i printeren. Følgende informasjon føres på posene (se Figur 7):
 - toktnummer
 - stasjonsnummer
 - redskap|redskapnummer|kjernenummer
 - «fra dyp»-«til dyp» in duplo (9-10cm)
 - NGU-unik nummerering av samtlige prøver.
- i) Plastposer med prøvene samles opp i en pappeske/en eske.
- j) Merking av pappesken følger samme prinsipp som ved merking av prøvene. Følgende informasjon føres på eskene:

- toktnummer
 - stasjonsnummer
 - redskap|redskapnummer|kjernenummer
- k) Pappeskene lagres på fryserom ombord. Der samles alle eskene med prøvene som skal senere tas til NGU. Hvis det er plass legges skivene fra to kjerner i hver eske, og kjernene adskilles med et papir mellom posene til de to kjernene.
- l) Antall prøver føres i dekkloggen



Figur 10: Kjerne klar for skiving/slicing. Kilde: NGU/Mareano.



Figur 11: Overflateprøve for uorganiske analyser. Kilde: NGU/Mareano.

2.5.2 Håndtering av sedimentkjerne B (organiske analyser)

Sedimentkjerne B skives for organiske analyser iht. følgende prosedyre:

- a) Kjernen settes opp på stampelet for utskyving.
- b) Kjernen sveises forsiktig opp til åpningen av kjerneskiveren, slik at overflaten ikke er forstyrret. Øverste sedimentlag, 1 cm tykk, skal komme ut i åpningen.
- c) Overflaten fotograferes med nummer for tokt, stasjon og rør anført på gul lapp. (Figur 10).
- d) Kjernen skives i 1,0-cm tykke snitt. Det brukes brett i metall, ikke plast!**
- e) De snittede prøvene pakkes i aluminium folie hver for seg selv. Det anbefales å pakke prøvene så tett og små som mulig i folien, men ikke gjøre det for flatt, siden prøve lett kan komme ut pga. mye væske, særlig i overflateprøvene. Det er viktig å ikke miste noe av prøven.
- f) Et klistremerke (etikett) settes på aluminiumfolien som prøven er pakket i, med følgende opplysninger printet på lappen (se Figur 8):
 - fartøynavn og toktnummer
 - -stasjonsnummer og redskapsnummer
 - dato
 - nummeret til kjernen (B)
 - nummeret til snittet («fra dyp»-«til dyp», for eksempel, 0-1 cm, 1-2 cm, osv.)
 - Den merkede prøven settes i en liten plastpose. Denne avmerkes ikke.
- g) De små plastposene med prøver samles så i en større pose, så mye som det er plass til (ca. 10 stykker). På posen skriver man alle de samme opplysningene som på hver enkel prøve, bortsett fra snittnummer.
- h) Når posen er full, legger man de neste prøvene i en annen pose.
- i) Plastposer med prøvene samles opp i en avmerket kasse som så lagres på fryserommet. Der samles alle kassene med prøvene som skal senere sendes til HI. Kassene merkes med «MAREANO-Miljøkjemi», toktnummeret, og kontaktopplysninger på His Kjemilaboratoriet.
- j) Antall prøver noteres i dekkloggen



Figur 12: Overflateprøve for organiske analyser. Øverste 1 cm av sedimentkjerne stikker opp av kjerneskiver. Kilde: Mareano tokt 2008/ NGU/Mareano.

2.5.3 Håndtering av sedimentkjerne C (XRI)

Sedimentkjerne C oppbevares hel. Dette forsegles, merkes og oppbevares iht. prosedyren nedenfor:

- Kjernen forsegles med plastlokk og grå tape og registreres i prøvetakingsskjema
- Kjernen lagres i loddrett stilling på dekk, sikret mot fall og tilgrising, og så kjølig som mulig
- Kjernene må ikke sendes på fryserommet da det kan ødelegge struktur i sedimentet

- Det er viktig å ha full vannsøyle over sedimentene for å unngå forstyrrelser, da redusert vannsøyle gir mer turbulens og dermed omrøring av sedimentene spesielt i overflaten, mens en full vannsøyle i høyere grad er med på å stabilisere sedimentene i kjernen.
- Merking av sedimentkjerner følger samme prinsipp som ved prøvemerkning, beskrevet i kap. 2.5.1. Følgende informasjon skrives på lokket:
 - toktnummer
 - stasjonsnummer
 - rørnummer

2.5.4 Håndtering av sedimentkjernene E og F (analyse av mikroplast)

Sedimentkjernene E og F samles i rustfrie stålrør og oppbevares hele. Det er spesielle forbehold å ta hensyn til ved uttak av prøver til mikroplast-analyse for å unngå kontaminering av prøven med mikroplast-partikler som kan befinne seg i luften. Dette setter bl.a. krav til bekledningen under prøvetakingen, og begrensnig på hvem som kan nærme seg prøven under prøveuttaket (færrest mulig personer).

- Det er viktig at det går minst mulig tid fra fjerning av multicorer-topplokket til lokket settes på. Dette er pga. mulighet for kontaminering fra partikler i luft og fra tekstiler til de som jobber med sedimentkjernene. Om mulig så la rør stå i multicoreren når dette gjøres, slik at det er minst mulig håndtering og tid før sedimentkjernene til mikroplast er forseglet og satt til side.
- Klær: syntetiske stoffer i tekstiler bør unngås. Foretrukne tekstiler er enten bomull eller ull. Fleece klær må unngås. Bruk gjerne vanlig oljehyre og sikkerhetshjelm, selv om dette er plastbasert. Antakelsen er at oljehyr ikke frigir så mye fibre som syntetiske klær som eksempelvis fleece og nylonstoffer gjør.

Følgende protokoll benyttes:

- Topplokket på kjernen åpnes og kjernen dekkes umiddelbart med forhåndsforberedt plastlokk.
- Kjernen tas etterpå ut av multicoreren med hjelp av metallspade på bunnen, og settes i forhåndsforberedte plastlokk på topp og bunn.
- Kjernen forsegles deretter med tape, registreres i prøvetakingsskjema og lagres i loddrett stilling på dekk på samme måte som kjerne C (kap. 2.5.3).

All håndtering av sedimentkjerner til mikroplast frem til og med forseglingen må skje i hangaren eller på dekk hvor multicoreren blir plassert etter prøvetakingen. Alle lukkede rom må antas å ha luft full av mikropartikler og må derfor anses som mulig kontamineringskilde.

2.6 Uttak av overflateprøver fra bokscorer for nye organiske miljøgifter

Til analyse av nye organiske miljøgifter samles det inn egne prøver av overflatesediment. En bokscorer blir tatt på samme lokaliteter som multicorer.

For å fange opp eventuelle kontamineringskilder under prøvetaking benyttes feltblankprøver. Testen er stikkprøvebasert, som i praksis betyr det gjøres ved utvalg av stasjoner. Feltblankprøvene leveres av analyselaboratoriet (NILU) og oppbevares kjølig ved 2 - 4°C. Feltblankprøven behandles lik prøvene, dvs. at dette åpnes ved siden av bokscoreren samtidig som bokscoreren åpnes og eksponeres til omgivelsene like lenge som prøven, og blir senere lagret på frys sammen med prøvene

Det er spesielle forbehold å ta hensyn til og tilrettelegge for før bokscoreren åpnes:

- Bokscoreren tas til side og skjermes fra all personale om bord unntatt prøvetakeren.

- Prøvetakeren skal ikke ha vært eksponert til noen form for såpe, kosmetikk og andre materialer som kunne inneholde siloksaner, 24 timer før prøvetaking.

Framgangen for prøvetaking:

- Vannet fjernes fra overflaten med hjelp av gummislange med glasspipette satt inn i den ene enden, slik at kun glassdelen kommer i kontakt med vannet.
- Overflaten i bokscoreren fotograferes sammen med nummer for tokt, stasjons- og redskapsnummer anført på gul lapp.
- Tre overflateprøver (ca. 0-2 cm) samles inn med spade av rustfritt stål og oppbevares i vasket og glødet glass, dekket med aluminium-folie, deretter med skrulokk.
- Beholderen med feltblankprøven lukkes og plasseres sammen med prøvene.
- Prøvene merkes A, B, og C, i tillegg til de andre opplysningene i likhet med andre kjemiprøver som vist i Figur 8, mens feltblankprøven beholder sin opprinnelige markering fra NILU.

Etter fullført prøvetaking:

- I prøvetakingsloggen noteres det om det ble brukt feltblankprøve og i så fall hvilket nummer. Dette må gjøres etter avsluttet prøvetaking for å unngå kontaminering.
- Prøvene oppbevares ved -20°C på samme måte som MC-prøvene.

2.7 Prøvehåndtering ved ankomst til havn

Ved ankomst til havn:

- Kassene med prøver fra sedimentkjerne A sendes til NGU i frossen tilstand.
- Kassene med prøver fra sedimentkjerne B samt overflateprøvene C fra bokscorer sendes til HI i frossen tilstand.
- Kassen med overflateprøvene A, B fra bokscorer og feltblankprøvene sendes til NILU i frossen tilstand.
- Alle helkjerner sendes til NGU i stående posisjon uten frysing.

Ferdig utfylt prøvetakings skjema (dekklogg) arkiveres på NGU og kopi sendes HI sammen med tilsvarende skjema fra andre stasjoner umiddelbart etter at toktet er avsluttet.

2.8 Rutiner for arkivering av prøvematerialet

Restmateriale fra kjerne A og C (se Tabell 1) arkiveres i NGUs borekjernelager på Løkken utenfor Trondheim.

3 ANALYSER

3.1 Preanalyse på NGU: frysetørking

Prøver som er skivet om bord blir frysetørket etter ankomst NGU før uttak av prøver til kjemisk analyse. Måling av fuktinnhold blir gjort ved veiing av prøver før og etter frysetørkingen. Den reduserte vekten svarer til mengden vann i prøven. Dermed kan vanninnholdet beregnes som prosent av prøven. Disse data brukes til dateringsanalysene (^{210}Pb og ^{137}Cs analyser).

3.2 XRI

Røntgeninspeksjon (XRI) av sedimentkjerner utgjør en del av rutinene for utvelgelse av sedimentkjerner for kjemisk analyse og dateringsanalyser. Dette utføres på et Geotek Instrument på

NGU. XRI analysene viser først og fremst strukturer i sedimentkjernene, spor av gravende bunnlevende dyr (bioturbasjon) og større sedimentære partikler som grus og skjell.

I tilfelle det er et større antall sedimentkjerner til disposisjon enn det som er satt opp for analyse, må det velges ut de beste sedimentkjerner til analyse: Dette gjøres på basis av XRI, sedimentbeskrivelse fra dekklogg, lengde på sedimentkjerner og annen tilgjengelig informasjon fra video og grunn seismikk.

3.3 Fordeling av analyser mellom HI og NGU

Analysene på prøvene av havbunnsedimenter som er tatt ut fordeles mellom HI og NGU som følgende:

- Hydrokarboner (PAH og totalt hydrokarbon innhold - THC), PBDE, klorerte miljøgifter (PCB og plantevernmidler) og alkylfenoler (inkludert alkylfenol etoksyler og bisfenol A) analyseres på HI,
- Nye organiske miljøgifter (PFAS, PFR, siloksaner, klorparafiner, dekloraner) bestilles av HI fra NILU;
- Uorganiske forbindelser (hoved- og sporelementer inkl. tungmetaller og barium) samt sediment karakteristikk (kornstørrelse, totalt karbon innhold – TC, totalt organisk karbon innhold – TOC, totalt svovel innhold – TS) analyseres på NGU.
- Analyse av ²¹⁰Pb og ¹³⁷Cs, brukt for datering av sedimentene, bestilles av NGU fra Gamma Dating Centre (GDC) ved København Universitet.
- Analyse av ¹⁴C, brukt for datering av sedimentene, bestilles av NGU fra ¹⁴CHRONO Centre (14CC) ved Queen's University i Belfast.

3.4 Kornstørrelsesfordeling, organisk og totalt karbon, total svovel og metallanalyser

Disse analysene gjennomføres av laboratoriet ved NGU og det brukes akkrediterte metoder.

Klargjøring av prøver til analyser omfatter frysetørking. Vanninnholdet blir registrert for hver prøve. Det tas ut prøvemateriale fra det frysetørkede prøvemateriale til kornstørrelsesanalyse, LECO analyse (TOC, TC og TS), syreekstraksjon og etterfølgende elementanalyse med bruk av ICP-OES og CV-AAS. Oversikt over metodene for uorganisk kjemiske analyser ved NGU er vist i Tabell 2.

Det tilsettes to/tre naturlige standarder for hver 30. prøve til prøveserien for samtlige analyser for å gi bedre sammenligningsgrunnlag for analyseresultatene fra år til år.

Tabell 2. Metoder for karakterisering av sedimenter og analyse av uorganiske grunnstoffer og miljøgifter i MAREANO kjemiprogrammet. Ansvarlig for gjennomføring av analyseprogrammet: NGU. ¹⁾ metode akkreditert ved Norsk akkreditering, TEST020.

Analysemetode	Parameter	Forbehandling	Utstyr	Ref. analysemetode	Analyseinstrumenter
Frysetørking	Bestemmelse av vekttap originalt materiale til analyser	Frysing	Frysetørker Labconco FreeZone 6L med FreeZone Bulk Tray Dryer (-55°C)	Gravimetrisk	Akkreditert vekt
LECO	Totalt karbon (TC)			LABdok_G03	LECO SC-632

Analysemetode	Parameter	Forbehandling	Utstyr	Ref. analysemetode	Analyseinstrumenter
	Totalt organisk karbon (TOC)	syrebehandling	Varmeplate og varmeovn kontrollert etter akkreditert metode	LABdok_G04	LECO SC-632
	Total svovel (TS)			LABdok_G05	LECO SC-632
Kornstørrelsesanalyse	Kornfordelingsanalyse basert på våtsikting		sikter		Sikter & akkreditert vekt
	Kornfordelingsanalyse basert på LPS	desintegrering	Soniprep 150 Plus Digital Disintegrator	LABdok_K01	Beckman Coulter LS 13320
ICP-OES	As, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn, Li, Ba og 25 hoved- og sporelementer	Oppslutning i 7 M HNO ₃ i autoklav iht. NS-4770 (ref. intern metode LABdok_P03)	Certoclave CV-EL 18LGS	LABdok_G09	Agilent 5110 VDV
CV-AAS	Hg	Oppslutning i 7 M HNO ₃ i autoklav iht. NS-4770 (ref. intern metode LABdok_P03)		LABdok_G10	Teledyne Leeman Labs QuickTrace® M-7600
XRI	bilde			Metoden kan benyttes for helkjerner (0°-45°-90°) og halvkjerner (0°).	Geotek X-ray core imaging system (MSCL-XCT, SN 165) med tilhørende programvare
Datering	²¹⁰ Pb	Ekstern		Kvalitetsdokumentasjon er basert på publiserte artikler i internasjonale tidsskrift.	Canberra ultralow-background Ge-detector
	¹³⁷ Cs				
	¹⁴ C datering				
Saltmettet løsning for utseparering av lette partikler	Mikroplastanalyse	Ekstern		Nei ²	
Mikroskopi	Identifikasjon av mikroplast partikler	Ekstern		Metoden følger internasjonal veileder for visuell bestemmelse av mikroplast med mikroskop	Mikroskop Nikon SMZ745T, forstørring x20)
Raman spektrometri ²	Mikroplast identifikasjon av plasttype.	Ekstern		Metoden følger internasjonalt etablerte rutiner for identifikasjon av mikroplast	

Analyse-metode	Parameter	Forbehandling	Utstyr	Ref. analyse-metode	Analyse-instrumenter
FT-IR mikroskopi ³	Mikroskopisk analyse av mikroplast	Ekstern		Analyse av individuelle partikler og med et bibliotek med forskjellige typer plast.	PerkinElmer Spotlight 400 μ FTIR spektrometer analyse

¹Detaljerte metodebeskrivelser for de akkrediterte metodene finnes i datavedleggene til rapportene fra NGU (<http://www.mareano.no/resultater/geokjemirapporter>)

² van Cauwenberghe L., Vanreusel A., Mees J. and Janssen C. R., 2013. Microplastic pollution in deep-sea sediments. Environmental Pollution vol. 182, pp. 495 – 499.

³Jensen H. K. B. og Bellec V., 2021. NGU-rapport 2021.028, inkl. NGI mikroplast rapport 20190278-01-R, 70 sider og vedlegg.

3.5 Hydrokarboner, bromerte flammehemmere og klorerte miljøgifter

Disse analysene gjennomføres på HI. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) analyseres i hele sedimentkjerne mens totalt hydrokarbon innhold (THC) analyseres kun i overflateprøver med akkrediterte metoder. Bromerte flammehemmere av type polybromerte difenyletere (PBDE) samt klorerte miljøgifter (PCB og enkelte plantevernmidler) analyseres kun i et utvalg av overflateprøver.

Prøvene tørkes i luften ved romtemperatur. Interne standarder tilsettes prøvene for kvantifisering i tilfellet PAH (7 deutererte PAH av forskjellig mol-vekt), PBDE (PBDE-139 og ¹³C-merket PBDE-209) og klorerte miljøgifter (10 ¹³C-merkete forbindelser) mens THC kvantifiseres med ekstern standard (baseolje-HDF 200). Sedimentet ekstraheres med bruk av ASE (accelerated solvent extraction), behandles med kobber for å fjerne svovel og renses opp på silica fastfaseekstraksjon-kolonner. For analyse av PBDE og PCB foregår ekstra opprensing direkte i ASE-cellen med hjelp av alumina. Etter opprensing tas ekstraktene til analyse beskrevet i Tabell 3. Etter at analysene er ferdige, settes resultatene sammen med resultater fra NGU for å få helhetlig tolkning.

3.6 Nye organiske miljøgifter

Denne gruppen miljøgifter omfatter seks stoffgrupper, hvorav én (alkylfenoler) analyseres på HI og resten analyseres eksternt (NILU). For alkylfenol-analyse følger man samme prøveforberedelse- og ekstraksjonsprosedyre som beskrevet ovenfor, med 6 ¹³C-merkete og deuterium-merkete interne standarder tilsatt. Etter ekstraksjon og kobberbehandling derivatiseres prøvene med pentafluorobenzoyl klorid og tas til analyse beskrevet i Tabell 3.

Tabell 3: Metoder for analyse av organiske miljøgifter i MAREANO kjemiprogrammet. Ansvarlig for gjennomføring av analyseprogrammet: HI.

Analyse-metode	Målte parametere	Ansvarlig lab	Instrument	Metodebeskrivelse	Akkreditering
GC-MS	PAH (49 forbindelser)	HI	Dionex ASE300; GC HP-6890 med Agilent N-5975 massespektrometer (EI-SIM modus)	HI metode 452 ¹	Ja
GC-FID	Totalt hydrokarbon innhold (THC)	HI	Dionex ASE300; GC HP-6890 med flamme-	HI metode 453 ¹	Ja

Analysemetode	Målte parametere	Ansvarlig lab	Instrument	Metodebeskrivelse	Akkreditering
			ionisasjonsdetektor (FID)		
GC-MS	Bromerte flammehemmere (26 PBDE forbindelser)	HI	Dionex ASE300; GC HP-6890 med Agilent N-5973 massespektrometer (NCI-SIM modus)	ASE ekstraksjon etterfulgt av SPE-opprensing og GC-MS analyse ¹	Nei
GC-ECD	PCB (10 forbindelser), HCH (3 isomerer), HCB, TNC, DDT (3 forbindelser)	HI	Dionex ASE300; GC HP-6890 med mikro-ECD detektor	ASE ekstraksjon etterfulgt av SPE-opprensing og GC-MS analyse ¹	Nei
GC-MS	Alkylfenoler, alkylfenol etoksylder og bisfenol A	HI	Dionex ASE300; GC HP-7890 med Agilent 7010 trippel-quadrupol massespektrometer	ASE ekstraksjon etterfulgt av SPE-opprensing, derivatisering og GC-MS/MS analyse ¹	Nei
Varierte teknikker	PFAS, PFR, siloksaner, dekloraner, klorparafiner	Ekstern – NILU		Nei ²	Nei

¹Detaljerte metodebeskrivelser finnes i rapportene fra HI (<http://www.mareano.no/resultater/geokjemirapporter>)

²PFAS-metoden er detaljert beskrevet i Hanssen et al. 2013. Partition of perfluoroalkyl substances (PFASs) in whole blood and plasma, assessed in maternal and umbilical cord samples from inhabitants of arctic Russia and Uzbekistan. Science of Total Environment 447, 430-437. Andre metoder er kort beskrevet i rapportene fra HI på <http://www.mareano.no/resultater/geokjemirapporter>

4 KVALITETSSIKRING

NGU

Kvalitetskontroll for de akkrediterte metodene som brukes på NGU utføres etter krav gitt av Norsk Akkreditering (**NS-EN ISO/IEC-17025**). Metodene brukt for de uorganisk kjemiske metodene som er akkreditert i henhold til Norsk Akkreditering er: LABdok_P03; LABdok_G03; LABdok_G04; LABdok_G05; LABdok_G09 og LABdok_K01. Metode for Hg-analyse v/CV-AAS er ikke akkreditert per dagens dato. For ikke-akkrediterte metoder følges de samme prinsippene for kvalitetskontroll som gitt for akkrediterte metoder:

- Bruk av sertifiserte referanse materialer til kontroll av analyseprosessen
- Bruk av hus-standarder
- Deltakelse i sammenlignende laboratorieprøvinger (SLP)
- Sammenlikning med andre laboratorier som benytter liknende analysemetoder
- Sjekk av mulige kontaminasjonskilder ved bruk av blankprøver som følger hele analyseprosessen sammen med ukjente prøver.
- Reanalyse av prøver

De uorganiske analysene ved NGU og de eksterne dateringsanalysene blir gjennomgått av ansvarlig forsker før rapportering av resultatene i årlige fagrapporter(<https://mareano.no/resultater/geokjemirapporter>). For å sikre at dataene er reproduserbare fra år til år brukes det to/tre naturlige standarder (marine sedimenter fra Trondheimsfjorden og godt egnete jordprøver fra Nordkynn i Finnmark) som settes inn i prøveseriene for samtlige typer analyser for å sikre at de målte konsentrasjonene er sammenliknbare for et sett med prøver fra et år til det neste sett med prøver etterfølgende år. De

naturlige standardprøvene settes etter 30 prøver. Med det reduserte antall prøver pr. kjerne til 7 prøver pr. kjerne fra 2017 settes fremover naturlige standardprøver etter 15 – 20 prøver.

Dateringsanalysene vurderes opp mot andre uorganisk geokjemiske data og annen tilgjengelig informasjon (video, grunn seismikk, XRI). De kombinerte data og informasjon gjør det mulig å vurdere kvaliteten av dateringsanalysene.

HI

Kvalitetskontroll for de akkrediterte metodene som brukes på HI utføres etter krav gitt av Norsk Akkreditering (**NS-EN ISO/IEC-17025**). For ikke-akkrediterte metoder følges de samme prinsippene for kvalitetskontroll som gitt for akkrediterte metoder. Dette innebærer følgende:

- Regelmessig deltakelse i sammenlignende laboratorieprøving (SLP) arrangert av Quasimeme 2 ganger per år for PAH, PBDE og klorerte miljøgifter i sedimenter, og av Setoc 2 ganger per år for THC i sedimenter. Resultatene av SLP-øvelsene skal ikke overskride metodens usikkerhet.
- Regelmessige analyser av NIST-sertifisert referansemateriale (SRM) for utvalgte forbindelser av PAH og klorerte miljøgifter i sediment, med resultatene ført i kontrollkort. Resultatene skal ikke avvike fra sertifisert verdi mer enn metodens måleusikkerhet tilsier.
- Eget internt referansemateriale for kjemilaboratoriet (LRM) – sedimentprøve analysert på nytt for alle rapporterte forbindelser sammen med hver prøveserie eller ved hver ny opparbeiding. Resultatene føres i et kontrollkort og skal over tid ikke avvike fra etablert snittnivå med mer enn 3 standardavvik for hver kjøring.
- Resultatene kontrolleres og eventuelt korrigeres for nivåer i blankprøver som analyseres sammen med prøveseriene.

I tillegg gjennomgås endelige resultater rapportert fra laboratoriet av ansvarlig forsker før rapportering av resultatene.

5 TILGJENGELIGGJØRING AV DATA

mareano.no

Dataene legges inn og gjøres tilgjengelig i MAREANO sin kjemidatabase i <https://mareano.no/kart-og-data/kjemidata>. Dette inneholder oversikt over tokt og fagrapporter fra NGU og HI. Geografiske koordinater følger med prøvepunktene. Oppdatering gjøres fortløpende, etter at dataene er beskrevet i rapporter.

Kjemidatabasen består av en nedlastbar [Excel-fil](#) og inkluderer alle analyser gjennomført på prøver av havbunnsedimenter samlet inn i regi av MAREANO, pluss data på tilsvarende prøver samlet inn av HI i 2003-2004, dvs. før MAREANO startet formelt i 2005.

Kjemidatabasen inneholder også et INFO-ark med detaljerte metadata om alle analyser som anvendes i Kjemiprogrammet. Alle kjemidata kan knyttes opp mot spesifikke fagrapporter utarbeidet av enten NGU eller HI.

Data blir anvendt i rapportering av miljøstatus for de norske havområdene gjennom bidrag til Overvåkingsgruppens arbeid. De norske havområdene er delt inn i tre regioner: Barentshavet med Lofoten, Vesterålen og Senja; Norskehavet; og Nordsjøen med Skagerrak.

Miljødirektoratets database

Utvalgte data leveres til Miljødirektoratets database for forurensingsdata i det marine miljøet www.vannmiljo.no.

EMODNET

²¹⁰Pb-baserte sedimentasjonsratedata leveres til det europeiske datasamarbeidet EMODNET (<https://www.emodnet-geology.eu/>).

Andre distribusjonskanaler

Tolkede data leveres til de respektive forvaltningsplanene for Barentshavet og Lofoten/Vesterålen/Senja samt Norskehavet og Miljøstatus.no (<https://www.miljostatus.no/>). I tillegg er det henvendelser fra forskere som ønsker tilgang til data og invitasjoner til å delta i forskningsprosjekter (for eksempel NFR finansierte CLIMESEAFOOD – 2022-2026 <https://www.hi.no/hi/nyheter/2022/januar/skal-finne-ut-om-klimaendringar-kan-paverke-framtidas-sjomat>)).

6 Vedlegg 1: Dekkslogg

Skip/Vessel	G.O. Sars	Tokt/Cruise	MAREANO 2023105 30.mars-12.apr.
--------------------	-----------	--------------------	---------------------------------

Van Veen grab sediment description

År/Year YYYY	Mnd/month MM	Dag/day DD	Tid/Time UTC HH:mm	Stasjon/Station (R GR)
2019	04	10	14:05	R1965 GR18-22

Sign. Beskriv.	R. Bøe	Sign. digital versjon	Frank J.
-----------------------	--------	------------------------------	----------

(Prøvetakings- og sedimentbeskrivelse)/(Sampling and) sediment description:

Sandy mud 0-20 cm

Foto/Photo:
100-0967

Annet/Other remarks:

No geograb at this station. Samples taken from bio/chemical equipment.
Hand sample from biograbb (GR18-22)

Box-corer sediment description

År/Year YYYY	Mnd/month MM	Dag/ day DD	Tid/Time UTC HH:mm	Stasjon/Station (R BC)
2019	04	10	c. 17:00	R1965 BC02

Sign. Beskriv.	Frank J.	Sign. digital versjon	Frank J.
-----------------------	----------	------------------------------	----------

(Prøvetaking- og sedimentbeskrivelse)/(Sampling and) sediment description:

Foto/Photo:

Annet/Other remarks:

Sample in bag for analysis 0-5 cm

H Jensen/TE Finne2013	Navngi fil/Name file DekksloggR0000XX000.doc; XX=GR BC MC etter siste prøve.
-----------------------	---

Skip/Vessel	G.O. Sars	Tokt/Cruise	MAREANO 2023105 30.mars-12.apr.
--------------------	-----------	--------------------	---------------------------------

NGU multikjerne Dekkslogg

År/Year YYYY	Mnd/month MM	Dag/ day DD	Tid/Time UTC HH:mm	Stasjon/Station (R MC)
2019	04	10	18:02	R1965 MC02

Sign. Beskriv.	Frank J.	Sign. digital versjon	Frank J.
-----------------------	----------	------------------------------	----------

TEKNISKE NOTATER/TECHNICAL NOTES

Posisjon/ Position	01 [110mm]	02 stålrør [110mm]	03 [110mm]	04 [110mm]	05 stålrør [110mm]	06 [110mm]	NGUnik-nr
Lengde /Length	40 cm	38 cm	36 cm	36 cm	36 cm	38 cm	
Eier/ Owner	A – NGU	B - IMR	C - NGU	E - NGU	F - NGU	D - NGU	
#Skiver/ #slices	38	37	Forsegles	Forsegles	Forsegles	Forsegles	
	Slices NGU NGU-nr. 139101 - 139139	Slices IMR	Lagres NGU NGU- nr.139146	Mikroplast NGU-nr. 139144	Mikroplast NGU-nr. 139145	Lagres NGU NGU-nr. 139147	

A	NGU Lengste kjerne skives hver cm. Plast redskap/innpakning	D	NGU Tømmes om C er godkjent
B	IMR Nest lengste kjerne skives hver cm. Metall redskap/innpakning	E	NGU Forsegles m/full vannsøyle. Stålrør (mikroplast)
C	NGU 3. beste kjerne forsegles m/full vannsøyle	F	NGU Tømmes om E er godkjent. Stålrør (mikroplast)

KJERNEBESKRIVELSE – LOGG FRA NGU SKIVET KJERNE NR/

(CORE DESCRIPTION – log from NGU sliced core No)

Fra/ From cm	Til/ To cm	Tekstur/Texture	Strukturer/Structures	Farge/colour	Bioturbasjon/ bioturbation	Annet: Lukt, gass, div/ Other: Smell, gas, etc.
0	10	Massive sM		Brown/Olive grey	Some	none
10	20	Denser	Some black mottles	Olive grey	Some	None
20	30	Denser, less water content	Black mottles	Olive grey	Some	None
30	37	sM	Black mottles	Olive grey	Some	sulfur

Bemerkninger/remarks:

Photos: 01_CSC_91xx to 39_CSC_91xx

H Jensen/TE Finne2013	Navngi fil/Name file DekksloggR0000XX000.doc; XX=GR BC MC etter siste prøve.
-----------------------	---