

Vurdering av MAREANOs opplegg for grabbprøvetaking av sedimentfauna - Harmonisering med prøvetaking etter Norsk Standard



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Høgskoleringen 9
7034 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Vurdering av MAREANOs opplegg for grabbprøvetaking av sedimentfauna - Harmonisering med prøvetaking etter Norsk Standard	Løpenr. (for bestilling) 6524-2013	Dato 2013.05.16
	Prosjektnr. Undernr. O-12121	Sider Pris 31
Forfatter(e) Bakke, Torgeir Oug, Eivind Andrade, Hector (Akvaplan-niva) Ellingsen, Kari E. (NINA) Norling, Karl	Fagområde Marin Biologi	Distribusjon
	Geografisk område	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Havforskningsinstituttet	Oppdragsreferanse Ordre 32399
--	----------------------------------

Sammendrag

Rapporten vurderer hvorvidt grabbundersøkelser av bunnfauna på MAREANO-lokaliteter i en fremtidig overvåking bør utføres ved bruk av standard for offshoreovervåkingen (5 prøver á 0,1 m²), eller om nåværende opplegg (2 prøver á 0,25 m²) kan beholdes. På grunt vann bør MAREANO benytte Norsk standard på stasjonene som blir med i et overvåkingsnettverk. På stasjoner kun for kartlegging kan nåværende strategi om ønskelig beholdes. Typiske 0,1 m² grabber ansees ikke egnet på større dyp. Det er et behov for en bred diskusjon om hvordan sedimentfauna-overvåking skal foregå på dypt vann: design, redskap, antall paralleller, siktestørrelse og hvilke dyregrupper som skal inngå. Diskusjonen bør tas i en ekspert-workshop. Det anbefales å skille metodisk mellom overvåking på grunt og dypt vann. Færre paralleller på dype stasjoner kan føre til at man oppdager tidsendringer senere enn i grunne områder. Metodeforskjell kan vanskeliggjøre sammenligning mellom grunne og dype områder fordi det kan være vanskelig å skille faunaforskjeller som skyldes miljøfaktorer fra de som skyldes metodikk. Siden det er et klart skille i fauna på 600-800 m dyp utenfor sokkelen, bør grensen for bruk av lettere grabb i overvåkingen settes grunnere, f.eks. på 500 m.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Miljøovervåking	1. Environmental monitoring
2. Bunnfauna	2. Bottom fauna
3. Grabb-prøvetaking	3. Grab sampling
4. MAREANO	4. MAREANO



Torgeir Bakke
Prosjektleder



Morten Schaanning
Forskningsleder



Kristoffer Næs
Forskningsdirektør

Vurdering av MAREANOs opplegg for grabbprøvetaking av sedimentfauna

Harmonisering med prøvetaking etter Norsk Standard

Forord

MAREANOs Programgruppe (PG) har via Havforskningsinstituttet inngått kontrakt med en gruppe av fagpersoner for å få gjennomført en vurdering av hvordan MAREANOs strategi for bunnfaunaundersøkelser kan inngå i et overvåkingsnettverk og harmoniseres med den faunaovervåkingen som foregår i regi av petroleumsindustrien og som gjennomføres etter Norsk standard. Evalueringsgruppen har bestått av Torgeir Bakke (NIVA, koordinator), Hector Andrade (Akvaplan-niva), Kari E. Ellingsen (NINA), Eivind Oug (NIVA) og Karl Norling (NIVA). Gruppen har også mottatt innspill fra Sabine Cochrane (Akvaplan-niva) og Professor Nigel G. Yoccoz fra Universitetet i Tromsø. Det er gjennomført ett heldags arbeidsmøte i prosjektet. Videre samarbeid og utforming av sluttdokument er gjort ved e-post og telefon. Kontaktperson for Oppdragsgiver MAREANO har vært Børge Holte (Havforskningsinstituttet).

Oslo, 16.05.2013

Torgeir Bakke

Innhold

	1
Sammendrag	5
Summary	7
1. Innledning og målsetting	9
2. Beskrivelse av programmene	11
2.1 MAREANO	11
2.1.1 Formål	11
2.1.2 Prøvetakingsstrategi grabbundersøkelser	11
2.2 Miljøovervåking rundt norske petroleumsinstallasjoner til havs	11
2.2.1 Formål	11
2.2.2 Prøvetakingsstrategi grabbundersøkelser	12
2.3 Andre gjeldende retningslinjer for grabbundersøkelser	13
3. Sammenligning mellom de to prøvetakingsstrategiene	15
3.1 Formålet med en overvåking	15
3.2 Areal pr grabbprøve	16
3.3 Antall parallelle prøver	17
4. Koordinering av MAREANO og offshoreovervåkingen	19
5. Anbefalinger om et fremtidig felles overvåkingsnettverk	21
5.1 Overvåking på grunt vann (kystnære områder og på sokkelen)	21
5.2 Overvåking på dypt vann	21
5.3 Overvåking av tidstrender	22
5.4 Sammenligninger på tvers av dyp	23
6. Konklusjoner og anbefalinger	25
6.1 Overvåking og formål	25
6.2 Prøvetakingsareal	25
6.3 Antallet parallelle prøver	25
6.4 Koordinering av MAREANO og offshoreovervåkingen	26
6.5 Anbefalinger	26
6.5.1 Overvåking på grunt vann	26
6.5.2 Overvåking på dypt vann	26
6.5.3 Overvåking av tidstrender	26
6.5.4 Sammenlikninger på tvers av dyp	26
6.5.5 Sammenfatning av anbefalingene	27
7. Litteraturreferanser	29

Sammendrag

Programgruppen (PG) for MAREANO har ønsket å få vurdert MAREANOs metodikk for innsamling av organismer i bunnsedimentene ved bruk av grabb. Vurderingen skal avklare om framtidig overvåking på MAREANO-etablerte lokaliteter kan og bør utføres som nå eller ved bruk av Norsk standards anbefalte metoder og om man eventuelt bør bruke ulik metodikk for ulike dyp. PG har derfor inngått kontrakt med en uavhengig evalueringsgruppe av fagpersoner med ekspertise på metoder for design, prøvetaking og statistisk analyse av marin bløtbunnsfauna for å gjøre en slik vurdering.

DN ønsker at MAREANO-stasjoner skal kunne benyttes inn i et framtidig overvåkingsnettverk sammen med stasjoner som er tatt i andre sammenhenger og etter spesifikasjonene i norsk standard NS-EN ISO 16665 og standard for offshoreovervåkingen TA-2848/2011. DN ønsker i dette å unngå at man på grunn av forskjellig metodikk ender opp med et eget overvåkingsnettverk av MAREANO-stasjoner. Evalueringsgruppen støtter DNs ønske, men påpeker samtidig at utforming av et overvåkingsnettverk og valg av metodikk vil være helt avhengig av hva som er formålet med overvåkingen.

Evalueringsgruppen gir i denne rapporten følgende konklusjoner:

Det finnes ikke én bestemt prøvestørrelse som er ideell for alle kvantitative sedimentfaunaundersøkelser. Minimumsarealet på 0,1 m² i TA-2848 er et kompromiss mellom stor nok prøve, omfang av prøvebehandling/analyse og kostnad. Man kan forvente at en enkelt prøve på 0,25 m² vil fange flere arter enn en enkelt prøve på 0,1 m² på den samme bunnen fordi den tar et større areal og kanskje dypere prøver. Det er likevel ikke empirisk grunnlag for å si hvor stor eller hvor systematisk denne forskjellen kan være på ulike lokaliteter. Det finnes en del undersøkelser som sammenligner fangst på ulike prøvearealer, men da tatt med ulike redskaper. De viser at ulike redskaper samler ulik fauna, men det er vanskelig å finne noe entydig mønster i forskjellene og heller ikke mulig å skille arealeffekt fra redskapseffekt. For å få mest mulig pålitelig informasjon om hvordan de to ulike grabbstørrelsene fanger faunaen bør det derfor gjøres parallell innsamling, behandling og analyse av prøver fra begge redskaper på flere stasjoner med ulike bunntyper.

Kumulative arts/areal-kurver viser entydig at jo flere parallelle prøver man tar jo bedre dekker man den totale faunaen på en lokalitet. Flere forfattere hevder at et stort antall små prøver er å foretrekke fremfor et mindre antall større prøver siden de dekker et større spekter av habitatet for samme innsats. Statistiske analyser krever også replikasjon, og jo flere paralleller jo bedre presisjon i analysene. Dette medfører at replikasjon kreves når overvåkingsformålet er å kunne fastslå og forklare endringer over tid/rom gjennom statistisk signifikans. Som for prøveareal vil antallet paralleller være et kompromiss mellom det ønskelige og det praktisk og kostnadmessig mulige.

Grunnlagsundersøkelsene i offshoreovervåkingen og kartleggingen i MAREANO vil kunne fylle det samme formålet i et overvåkingsnettverk. De vil blant annet gi grunnlag for valg både av fremtidige referansestasjoner og stasjoner som potensielt vil utsettes for en miljøpåvirkning. Nye MAREANO-stasjoner kan fungere som regionalstasjoner for dagens offshoreovervåking om de undersøkes på samme måte, og motsatt: regionalstasjonene vil kunne fungere som referansestasjoner under

MAREANOs og DN's målsetting. I et slikt mønster er det viktig at overvåkingen gjøres på samme måte og til samme tid på stasjoner som skal sammenlignes, og at metodikken ikke endres over tid uten tilfredsstillende metodesammenlikning.

I kystnære områder og på norsk sokkel bør MAREANO kunne benytte ulike prøvetakingsstrategi avhengig av om stasjonene inngår i et overvåkingsnettverk eller ikke. Valg av redskap og strategi må knyttes til formålet med den enkelte stasjon. På kartleggingsstasjoner som ikke skal gå inn i et senere overvåkingsnettverk, bør dagens praksis med bruk av 2 x 0,25 m² grabb kunne fortsette om MAREANO ønsker det. For etablerte og nye MAREANO-stasjoner som vil inngå i senere overvåking (både referansestasjoner og potensielt påvirkede) bør TA-2848 følges når overvåkingen begynner. For de etablerte bør man bedømme om det er behov for ny grunnlagsundersøkelse etter TA-2848, eller om man skal gå over til TA-2848 først når overvåkingen starter.

På dypt vann (kontinentalskråningen) gjelder også at stasjoner som skal sammenliknes, bør undersøkes samtidig og på samme måte, og at opplegget ikke endres over tid uten tilfredsstillende metodesammenlikning. De typiske 0,1 m² grabbene som er i bruk ansees ikke egnet på større dyp. Evalueringsgruppen mener at det er et behov for en bred diskusjon om hvordan overvåking skal foregå på dypt vann: design, redskap, antall paralleller, siktestørrelse og hvilke dyregrupper som skal inngå, og anbefaler at diskusjonen gjøres i en ekspert-workshop. Utgangspunktet for diskusjonen bør være at metodikken både for MAREANO og offshoreovervåkingen kan endres.

Presisjonen i overvåkingen av tidstrender for fauna øker med antallet parallelprøver. Jo flere paralleller man tar jo sikrere vil man statistisk sett kunne fastslå faunaendringer over tid. En praksis med færre paralleller på dype stasjoner kan føre til at man oppdager tidsendringer i grunne områder, men ikke i dype områder selv om de i virkeligheten har skjedd i alle dyp. Det bør avklares om denne usikkerheten er viktig i en forvaltningssammenheng og i så fall hva det praktisk vil innebære å kreve samme utsagnskraft til overvåking i alle dyp.

Det anbefales å skille metodisk mellom overvåking på grunt og dypt vann ut fra hensyn til å sikre høy prøve kvalitet samtidig som ulike mål ved overvåkingen kan ivaretas. Dette kan imidlertid vanskeliggjøre sammenlikning mellom grunne og dype områder fordi det kan være vanskelig å skille faunaforskjeller som skyldes miljøfaktorer fra de som skyldes metodikk. Her anbefales kalibreringsstudie. Nyere undersøkelser på kontinentalskråningen har indikert at det er et betydelig skille i bunnfauna på 600-800 m dyp. Man bør derfor vurdere å sette grensen for bruk av Norsk Standard med 0,1 m² grabb grunnere enn dette, f.eks. grunnere enn 500 m.

Summary

Title: Evaluation of the MAREANO design for grab sampling of sediment fauna – Harmonization with sampling done according to Norsk Standard

Year: 2013

Author: T. Bakke, H. Andrade, K.E. Ellingsen, K. Norling, E. Oug

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6259-9

The MAREANO Program Group (PG) wishes to evaluate the MAREANO method for sampling of sediment organisms by use of bottom grab. The evaluation shall clarify if future monitoring of sediment macrofauna by use of grab at MAREANO sites should be conducted in accordance with the present practice or with the recommendations given by Norsk Standard, and also if different sampling procedures have to be used at different depths. The PG has contracted an independent Evaluation Group (EG) to do the evaluation. The EG consists of experts on the design, sampling and statistical analysis of marine soft bottom fauna.

The Norwegian Directorate for Nature Management (DN) wants MAREANO stations to be included in a future monitoring network together with stations covered by other programs and according to the Norsk Standard NS-EN ISO 16665 specifications, and the Climate and Pollution Agency (Klif) Guidelines TA-2848/2011 for monitoring around petroleum installations (offshore monitoring). DN wants to avoid a separate monitoring network of MAREANO stations due to differences in methodology. The EG supports this, but also points out that the development of a monitoring program and choice of methods will depend entirely on the purpose of the monitoring.

The EG gives the following recommendations:

There is no single sample size that is ideal for all quantitative sediment fauna investigations. The minimum sample area of 0,1 m² in TA-2848 is a trade-off between large enough sample, workload of sample analysis, and cost. One may expect that one single 0,25 m² sample (the MAREANO grab type) will catch more species than one sample of 0,1 m² at the same bottom simply because it covers a larger area and probably takes a deeper part of the sediment. Still there is no empirical basis for assessing how large or systematic the difference is. Some publications compare different sample areas, but the by use of different sampling gears. These show that different gears catch different fauna, however, with no apparent systematic trends in the differences. Also differences in areal catch cannot be separated from difference in gear performance. Parallel sampling by both grabs on a range of bottom types is needed to generate reliable comparative information on the effect of grab size.

Cumulative species-area curves show that the fraction of the total fauna caught increase with number of replicate samples. Several authors claim that a large number of smaller samples are preferable rather than fewer and larger samples since they cover a larger range of habitats with the same effort. Statistical analysis also demands replication, and in general the precision of the analyses increase with number of replicates. This implies that replication is needed when the purpose is to detect and explain spatial and temporal changes with statistical confidence. As with sample size the number of replicates will be a compromise between statistical needs, and practical and economical limitations.

Baseline investigations in the offshore monitoring and the MAREANO mapping should cover the same role in a monitoring network reflecting the natural environmental conditions prior to the perturbations one wants to follow. Such investigations will form the basis for future selection of reference stations and stations potentially exposed to an impact source. New MAREANO stations may act as regional (i.e. reference) stations in the offshore monitoring. Vice versa the regional stations in the offshore monitoring may act as reference stations for the monitoring purpose of MAREANO and DN. In this context it is important that the monitoring is harmonized with respect to sampling design and timing and that these aspects are not changed without satisfactory comparison of methodology.

In coastal areas and shelf regions MAREANO may use different sampling strategy depending on whether the stations are included in a monitoring network or not. Choice of gear and design should be closely coupled to the role and purpose of each station. At pure mapping stations that will not be part of a monitoring network, the present MAREANO design could be continued if MAREANO so wishes. At stations in a network with other programs (both reference stations and stations in risk of being impacted) TA-2848 should be used from the onset of the monitoring. For already established MAREANO stations one will have to judge if a new baseline investigation according to TA-2848 is needed prior to the onset of monitoring.

Also at deeper bottoms (the continental slope) stations to be compared should be monitored in the same way, and a change in method should only be allowed provided sufficient method comparisons in advance. The commonly used 0,1 m² grabs are not considered suitable in deeper waters. The EG sees the need for a thorough discussion on the strategy of deep-water sediment fauna monitoring: design, gears, replication, sieving mesh size, and what fauna groups should be covered, and recommends these aspects to be treated in an expert workshop. A presumption must be that both the MAREANO and offshore monitoring scheme is open for amendments.

The precision in temporal trend monitoring of fauna increases with increased replication. The more replicates taken the more precise will any fauna changes over time be determined. With a design using lower replication at deeper stations one may have the situation where temporal changes are identified in shallow regions but not in deep regions even if the real changes have been the same in both. One should clarify if this weakness is of significance in environmental management, and if so, what would be the practical consequence of demanding the same statistical precision for all depths.

The EG recommends a differentiation of sampling methods in shallow and deep regions in order to ensure high sample quality and suitability to different monitoring purposes in both. This may, however, hamper comparison between shallow and deep areas since differences in fauna caused by environmental factors may not easily be separated from differences caused by different sampling methods. A methods calibration exercise is recommended to overcome this weakness. Recent studies on the Norwegian continental slope have shown that there is a strong change in bottom fauna composition at 600-800 m depth. One should therefore consider placing the depth limit for use of Norsk Standard with 0,1 m² grab shallower than this, e.g. at 500 m.

1. Innledning og målsetting

Klif's ekspertgruppe for evaluering av miljøovervåkingen offshore ble i 2012 bedt av MAREANO via Klif om å gjøre en vurdering av det opplegget for undersøkelse av sedimentfauna som brukes i MAREANO og hvordan dette er sammenlignbart med tilsvarende opplegg for overvåking av sedimentfauna rundt installasjoner på norsk sokkel. Et notat om dette ble overlevert MAREANO den 15.03.2012. Det var utformet av seniorforsker og koordinator for ekspertgruppen Torgeir Bakke, med innspill fra fagekspertise på NIVA på metoder for design, prøvetaking og statistisk analyse av marin bløtbunnsfauna: Brage Rygg, Karl Norling og Eivind Oug.

I Programgruppe-møte den 8.5.2012 påpekte Direktoratet for naturforvaltning (DN) at notatet i sin konklusjon sier at ulike metoder for prøvetaking ikke bør blandes ved overvåking over tid på samme prøvepunkt (stasjon). DN mener at en eventuell fremtidig prøvetaking på en MAREANO-lokalitet til overvåkingsformål ved bruk av Norsk standards anbefalte metode, betyr at metoder blandes "*i tidsovervåking av samme lokalitet*", og at dette ifølge vurderingsgruppen ikke er ønskelig. DN har begrunnet sitt synspunkt nærmere i en skriftlig innsigelse hvor det uttrykkes ønske om at MAREANOs stasjoner skal kunne benyttes inn i et framtidig overvåkingsnettverk.

På bakgrunn av dette har MAREANOs Programgruppe (PG) kommet tilbake med oppfølgende spørsmål. Rent konkret ønsker PG å få vurdert nærmere hvorvidt senere overvåking på MAREANO-etablerte lokaliteter bør utføres ved bruk av Norsk standards anbefalte metoder for overvåking av biologi og kjemi. PG har derfor inngått kontrakt med en uavhengig gruppe av fagpersoner med ekspertise på metoder for design, prøvetaking og statistisk analyse av marin bløtbunnsfauna for å gjøre en slik vurdering av biologiovervåkingen. Gruppen består av Torgeir Bakke (koordinator, seniorforsker), Eivind Oug (forsker) og Karl Norling (forsker) fra NIVA, Hector Andrade (rådgiver) fra Akvaplan-niva og Kari E. Ellingsen (seniorforsker) fra NINA. Gruppen er heretter kalt Evalueringsgruppen. Gruppen har også mottatt innspill fra Sabine Cochrane (seniorforsker) i Akvaplan-niva. Professor Nigel G. Yoccoz fra Universitetet i Tromsø har gitt verdifulle innspill til det endelige rapportutkastet fra Evalueringsgruppen. Yoccoz er biostatistiker med spesiell kompetanse på design, overvåking, statistikk og biodiversitet.

Oppdragsgiver har spesifisert tre arbeidsoppgaver i prosjektet:

1. *Evalueringsgruppen skal vurdere hvorvidt MAREANOs ovennevnte metoder innen biologi (nærmere bestemt innsamling av sedimentlevende fauna med bruk av bunngrabb) er hensiktsmessig innen MAREANOs pågående grunnlagskartlegging. Videre hvorvidt denne prøvetakingen er hensiktsmessig i forhold til eventuell fremtidig overvåking på MAREANOs prøvetakingspunkter.*

2. *Det skal vurderes hvorvidt MAREANOs innsamlingsmetoder innen biologisk sedimentfauna ved bruk av grabb bør være ulike mellom ulike dyp. Dette evalueres opp mot behovet for lik prøvetaking innen samme prosjekt (jf. evalueringsgruppens konklusjon av 15. mars), og spørsmålet knyttet til metodeavvik mellom grunnlagsundersøkelser og overvåking (jf. evalueringsgruppens konklusjon og DN's metodeinnsigelse).*

3. *Evalueringen av MAREANOs grabbmetodikk for fangst av sedimentfauna gjennomføres ved vurdering av ovennevnte spørsmål fra DN knyttet til fremtidig eventuell overvåking på MAREANOs prøvepunkter.*

Bakgrunnen for DNs metodeinnsigelse og PGs oppfølgende spørsmål var konklusjonen i notatet av 15.03.2012 at «.. metodene bør ikke blandes i samme undersøkelse (f.eks. på nærliggende stasjoner eller i tidsovervåking av samme lokalitet)». Det ønskes derfor avklart hvorvidt senere koordinert overvåking kan utføres etter Norsk Standards anbefalte metoder. I praksis innebærer det en vurdering av i hvilken grad faunabeskrivelse etter MAREANOs opplegg vil være sammenlignbar med faunabeskrivelse basert på gjeldende retningslinjer for prøvetaking på norsk sokkel forøvrig (Norsk standard NS-EN ISO 5667-19: 2004: *Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder*, Norsk standard NS-EN ISO-16665:2005: *Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna* og spesifikt for offshoreovervåkingen: Klifs retningslinjer TA-2848/2011). Med sammenlignbarhet mener Evalueringsgruppen likhet i artsantall, artssammensetning, individtetthet og følgelig også i faunaindeksverdier.

2. Beskrivelse av programmene

2.1 MAREANO

2.1.1 Formål

MAREANO har som formål å kartlegge og gjennomføre grunnleggende studier av havbunnens fysiske, biologiske og kjemiske miljø. Programmet genererer viktig kunnskap for forvaltningen gjennom å kartlegge topografi og bunntyper, artsmangfold og naturtyper, miljøgiftinnhold i sedimenter og virkninger av fiskeri på havbunnen. Det har en klar målsetting om å kunne beskrive og gjøre sammenlikninger på tvers av ulike regioner og ulike dyp. Dette er grunnleggende data som er nyttig i forvaltningens vurdering av arealbruk og tilrettelegging for ulike næringsaktiviteter i området.

MAREANO er i dag et kartleggingsprogram der norske bunnmiljøer kartlegges ved bruk av en rekke ulike redskaper inklusive bunngrabb. Artsmangfold/diversitet, biomasse og bentisk produksjon er hovedelementer i kartleggingen. På basis av MAREANOs toktrapper 2006-2011 har evalueringsgruppen funnet at det er samlet inn prøver på 174 grabbstasjoner fra ca. 30 til 2700 m dyp; 30 % av disse stasjonene er på dyp > 500 m, 27 % av stasjonene er på dyp > 600 m (enkelte stasjoner fra 2012 er inkludert i rapporten fra 2011). Kartleggingen er i prinsippet en parallell til grunnlagsundersøkelsene offshore som skal beskrive faunatilstanden før en eventuell påvirkning fra petroleumsvirksomheten (kap 2.2).

2.1.2 Prøvetakingsstrategi grabbundersøkelser

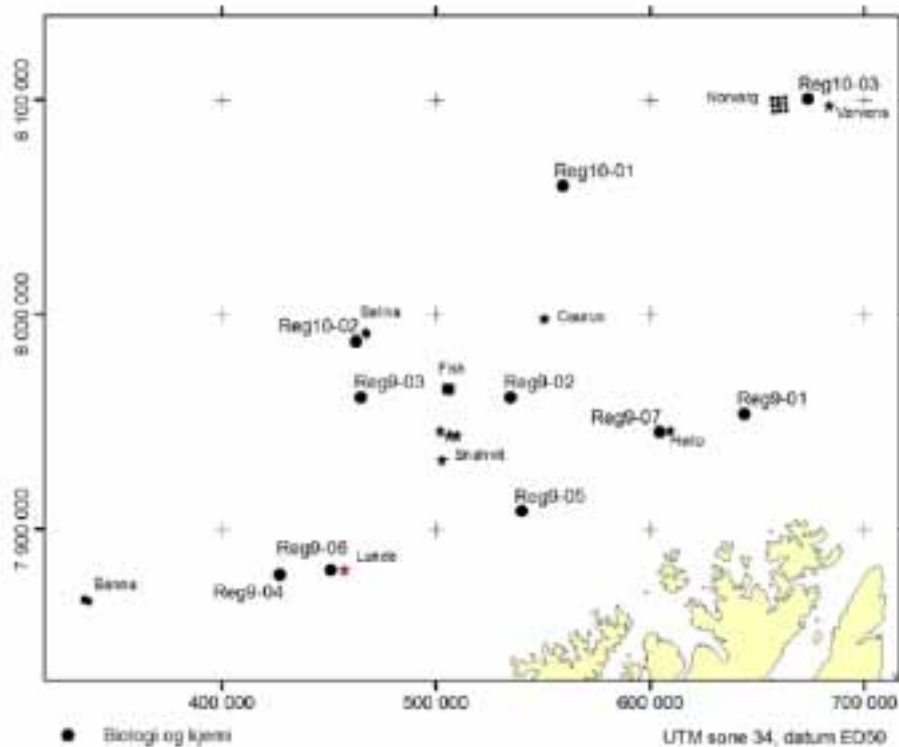
MAREANO bruker i dag et fast prøvetakingsopplegg for sedimentfauna med to parallelle prøver pr stasjon tatt med grabb på 0,25 m², men 2 × 0,20 m² har også blitt benyttet, og ved en anledning 5 × 0,1 m². I enkelte tilfeller har det også blitt tatt kun én prøve eller flere enn to paralleller fra samme stasjon. Denne informasjonen har Evalueringsgruppen hentet fra toktrapperne. MAREANO opplyser at grabben på 0,25 m² er stabil med god evne til å trenge ned i bunnsedimentene, og det er forholdsvis få bomprøver (Havforskningsinstituttet 2012).

2.2 Miljøovervåking rundt norske petroleumsinstallasjoner til havs

2.2.1 Formål

Miljøovervåkingen til havs skal gi en oversikt over tilstanden og trendene i utviklingen over tid i miljøet som følge av petroleumsvirksomheten. Overvåkingen skal vise om miljøtilstanden på norsk sokkel er stabil, om den forverres eller om den bedres som følge av operatørens virksomhet. Foruten å påvise trender skal resultatene så langt som mulig gi grunnlag for prognoser for forventet utvikling. Overvåkingen omfatter både vannsøylen og bunnhabitater (sediment, bløt - og hardbunnsfauna). Overvåkingsresultatene benyttes som faktainformasjon og som beslutningsgrunnlag for operatørene og myndighetene for vedtak om nye tiltak til havs. Resultatene vil også bli brukt til å utarbeide og rapportere nasjonale miljøindikatorer for petroleumsvirksomheten til havs. Sedimentovervåkingen (heretter kalt offshoreovervåkingen) er spesifisert i retningslinjer TA-2848/2011. Den dekker grunnlagsundersøkelser før igangsetting av petroleumsvirksomhet og oppfølgende regelmessig overvåking av fysiske, kjemiske og biologiske (sedimentlevende makrofauna) forhold rundt alle petroleumsinstallasjonene. Norsk sokkel er inndelt i 11 overvåkingsregioner etter breddegrad og

overvåkingen gjennomføres regionsvis slik at hver region undersøkes hvert 3. år. Overvåkingen dekker også en rekke referanselokaliteter som skal representere regionens naturtilstand (regionalstasjoner). Innenfor hver region krever retningslinjene at det opprettes minimum 10 regionalstasjoner som skal beskrive de generelle upåvirkede sedimentforholdene. Figur 1 viser beliggenheten av disse i Barentshavet (Region IX og X)



Figur 1. Posisjon for felter og regionalstasjoner i offshoreovervåkingen i Barentshavet (Region IX og X) 2010 (fra Mannvik m.fl. 2011)

2.2.2 Prøvetakingsstrategi grabundersøkelser

Dagens praksis i offshoreovervåkingen er bruk av 0,1 m² grabb og 5 parallelle prøver pr stasjon. Retningslinjene TA-2848 for offshoreovervåkingen sier ikke noe om valg av grabb, bare at minimumsareal skal være 0,1 m² og at det skal tas 5 parallelle prøver for faunabeskrivelse. Det redskap man velger i grunnlagsundersøkelsen av et felt skal ikke kunne endres uten godkjenning fra Klif.

I områder grunnere enn 600 m henviser TA-2848 til Norsk standard NS-EN ISO 5667-19: 2004 og Norsk standard NS-EN ISO-16665:2005. De dypeste stasjonene tatt til nå etter disse standardene ligger på ca. 450 m. Man kan forvente at sedimentovervåkingen på sokkelen vil fortsette i årene som kommer. Endringer i aktiviteten vil være i form av nye lokaliteter og antallet stasjoner som dekkes, mens prøvetakingsmetodikken ikke forventes å bli endret.

På dypere vann (i retningslinjene definert til > 600 m) åpnes det for mer fleksibel metodikk. Dype felter omfatter foreløpig bare "Ormen Lange" med stasjoner mellom 800 og 1000 m dyp. Her tas det to

parallele kjerneprøver med 0,25 m² boxcorer. Hver kjerne deles vertikalt slik at man får to parallele prøver á 0,1 m² til faunaanalyse (dvs. 2 sanne paralleller på 0,2 m² hver pr stasjon), samt en prøve på 0,05 m² til kjemisk karakterisering, dvs. til sammen 4 × 0,1 m² pr stasjon til fauna. Til nå har det ikke vært noe mål å sammenligne faunaen kvantitativt med grunnere felter, bare med seg selv over tid.

2.3 Andre gjeldende retningslinjer for grabbundersøkelser

Vannforskriftens klassifiseringsveileder (01:2009) henviser til NS-EN ISO-16665 for prøvetaking, men spesifiserer også bruk av 0,1 m² grabb. Denne spesifikasjonen er norsk. ISO-16665 er i stor grad i overensstemmelse med TA-2848, men har ikke krav om 5 paralleller. For overvåking sier standarden 'minst en, vanligvis tre eller flere paralleller, avhengig av statistiske krav'. Dette betinger imidlertid at antall parallele prøver må vurderes for hver undersøkelse, og vil være avhengig av variasjonen innen en stasjon (se kap 3.3). Det er derfor vanskelig, om ikke umulig, *a priori* å si hvilket minimumsantall paralleller som er nødvendig.

3. Sammenligning mellom de to prøvetakingsstrategiene

3.1 Formålet med en overvåking

I sin metodeinnsigelse ønsker DN at MAREANO-stasjoner skal kunne benyttes inn i et framtidig overvåkingsnettverk sammen med stasjoner som er tatt i andre sammenhenger etter Norsk Standard. DNs utgangspunkt er å unngå at man grunnet forskjellig metodikk ender opp med et eget overvåkingsnettverk av MAREANO-stasjoner parallelt med det som bygges opp gjennom petroleumsovervåkingen. Evalueringsgruppen ser på samordning som et rasjonelt utgangspunkt for å benytte tilgjengelige ressurser best mulig. Samtidig vil Evalueringsgruppen påpeke at utforming av overvåkingsnettverk og valg av metodikk vil være helt avhengig av hva som er formålet med overvåkingen. Hva er spørsmålene? Hva skal overvåkingen brukes til? Hva skal den fange opp? Effekter av hva? Betydningen av å ha en klar målsetting før man planlegger en overvåking er sterkt poengtert i faglitteraturen (f.eks. Yoccoz m.fl. 2001, Lindenmayer og Likens 2010, Gray og Elliott 2009) og det finnes mange eksempler på overvåkingsprogrammer som enten er ineffektive eller har bommet helt siden de ikke har hatt en klar målsetting. De har gitt mye data, men lite anvendbar informasjon. Med sikte på å harmonisere ulike aktiviteter inn i et enhetlig overvåkingsnettverk, er det derfor nødvendig å ha avklarte mål for overvåkingen. En av årsakene til at overvåkingsprogram ofte mislykkes er den feilaktige antagelsen om at alle overvåkingsprogram kan være like (Lindenmayer og Likens 2010).

En strategi egnet for en kartlegging, hvor det kan være ønskelig å spre seg over store områder på en ganske systematisk måte, kan være mangelfullt når man ønsker å finne ut om det skjer endringer og hvorfor man ser disse, noe som vanligvis er formålet med en overvåking. Det er f.eks. velkjent at tilfeldig enkelt-prøve innsamling vil gi så stor variasjon at presisjonen blir for lav til å kunne dokumentere med tilstrekkelig sikkerhet hvorfor endringene skjer (Aarnio et al. 2011). I en overvåking kan man enten bruke transekter (f.eks. forskjellige avstander fra en forurensningskilde) eller en stratifisering (f.eks. områder med flere nivåer av bunntåling). Hvis man bruker stratifisering bør man justere antall stasjoner/prøver i forhold til variasjon (jo mer variasjon jo flere stasjoner). Peterson m.fl. (2001) viste at forskjellig design og tilnærming kunne gi veldig forskjellige presisjoner og derfor ulike konklusjoner i forbindelse med effekter fra en og samme hendelse ('Exxon Valdez' oljeutslipp).

Målsetningen med offshoreovervåkingen er å identifisere effekter av petroleumsindustrien på bunndyrssamfunn og sediment og hvor langt ut fra utslippspunktene disse effektene strekker seg. Prøvetakings-design (inkludert stasjonsnett og metodikk) er utformet for denne målsetningen. Stasjonene er lokalisert som et aksekors og legges som et radiært transekt med akse langs hovedstrømretningen og en akse vinkelrett på denne. Stasjonene plasseres med økende avstand fra utslippspunktet, 250 m, 500 m, 1000 m, 2000 m osv. for å kunne identifisere hvilket omfang eventuell påvirkning har i rom. Offshoreovervåkingen foregår i dag innenfor 7 geografiske regioner der det er petroleumsaktivitet. I tillegg til feltnære stasjoner er det ti såkalte regionale stasjoner i hver region som skal beskrive de naturlige forholdene. Det skal som hovedregel gjennomføres overvåking i den enkelte region hvert tredje år. Prøvetakingsdesignet ble etablert på basis av en større nasjonal workshop i 1990 (SFT TA-699/1990), mens det regionale stasjonsopplegget ble innført i 1996 (SFT TA-1424/1997).

Det er senere gjort mindre revisjoner av retningslinjene, men prøvetakingsopplegget er ikke endret. Eventuelle avvik fra retningslinjene skal godkjennes av Klif, evt. etter råd fra ekspertgruppen.

MAREANO har som formål å kartlegge og gjennomføre grunnleggende studier av havbunnens fysiske, biologiske og kjemiske miljø. DN har ikke utformet noe nærmere mål for den fremtidige overvåkingen annet enn at man vil etablere tidsserier, at man ønsker en samordning med den eksisterende miljøovervåkingen utført av oljeindustrien og at en viss andel av fullstasjonene i MAREANO bør brukes i et felles overvåkingsnettverk. Et mål kan være å beskrive de naturlige forholdene på et gitt antall stasjoner over tid, tilsvarende de regionale stasjonene i miljøovervåkingen til oljeindustrien. I tillegg til effekter av petroleumsaktivitet, så er effekter av fiskeriene og klimaendringer eksempler på andre aktuelle problemstillinger i disse havområdene. Overvåking av ulik menneskelig aktivitet vil imidlertid trolig kreve ulik overvåkingsdesign.

3.2 Areal pr grabbprøve

Det presiseres at evalueringen av ulike grabbarealer er gjort ut fra målsetningen om å karakterisere hvor mange arter som fanges, sammensetning og tetthet av disse, og også i hvilken grad man får tak i de sjeldne artene. Evalueringsgruppen har ikke sett på hvordan grabbstørrelse kan påvirke karakterisering av biomasse og produksjon. Disse egenskaper styres i hovedtrekk av de store og de tettest forekommende artene.

Det finnes ikke noe bestemt prøveareal som er ideell for alle kvantitative sedimentundersøkelser (Gray og Elliott 2009). Minimumsarealet på $0,1 \text{ m}^2$ er et kompromiss mellom stor nok prøve, kostnad og praktisk håndterbarhet (som f.eks. tid det tar å sikte en prøve og sortere og identifisere faunaen), men har vist seg å være egnet for formålet både i kyst- og fjordstrøk og i offshoreovervåkingen ned til ca. 450 m dyp. Litteraturen har få eksempler på gyldige redskapssammenligninger. I hvor stor grad samler en $0,25 \text{ m}^2$ og en $0,1 \text{ m}^2$ grabb den samme faunaen? Evalueringsgruppen har ikke funnet litteratur som sammenligner de to alternativene direkte, dvs. samme grabbtype, samme lokalitet og samme operasjonsmetode, men ulikt prøveareal. Shen m.fl. (2012) fant at en håndholdt corer på 20 cm diameter fanget totalt flere arter enn en corer på 10 cm i en undersøkelse der begge typer corere ble brukt på tilsammen fem stasjoner på mudderfjære, men noen arter ble likevel bare fanget av den minste coreren. Forskjellen var imidlertid liten. Man kan forvente at en enkelt prøve på $0,25 \text{ m}^2$ vil fange flere arter enn en enkelt prøve på $0,1 \text{ m}^2$ på den samme bunnen, rett og slett fordi den tar et større areal og kanskje dypere prøver (dvs. fanger flere av dyptgravende arter). Kutty og Desai (1968) sier generelt at en tung grabb samler mer effektivt enn en lettere, spesielt på sandig substrat. Det er likevel ikke grunnlag for å si hvor stor eller hvor systematisk denne forskjellen i fangsteffektivitet kan være på ulike lokaliteter.

Det finnes en del litteratur som sammenligner fangst på ulike prøvearealer, men med bruk av ulike typer redskap. Undersøkelsene viser, ikke uventet, at ulike redskaper samler ulik fauna. Narayanaswamy og Bett (2011) sammenlignet makrofaunadata samlet inn med Day grabb ($0,1 \text{ m}^2$), modifisert USNEL boxcorer (der areal på $0,1 \text{ m}^2$ ble brukt) og Megacoror (der 8 av kjernene på til sammen $0,063 \text{ m}^2$ ble slått sammen), og fant signifikant høyere individantall og biomasse i Megacoror-prøvene. De anvendte ikke flere typer redskap på samme stasjon, men korrigererte statistisk i forhold til dyp på stasjonene. Bett og Gage (2000) sammenlignet imidlertid makrofaunaprøver (paralleller) samlet inn med boxcorer og Megacoror fra samme stasjon og fant ved bruk av

multivariate analyser et klart skille mellom prøvene fra de ulike redskapene. Somerfield og Clarke (1997) sammenlignet prøver som først ble samlet inn med fire ulike typer redskaper fra samme stasjon, og deretter ble det tatt delprøver på dekk med en identisk corer slik at prøvene skulle være like store. Multivariate analyser viste at det var signifikante forskjeller i samfunnsstruktur mellom prøvene som ble tatt med ulike redskaper, mens univariate metoder (som diversitetsindekser) ikke viste signifikante forskjeller. Et annet eksempel er IOE (1989), som normaliserte resultatene til samme areal ved sammenligning mellom en 0,1 m² van Veen-grabb og en 0,04 m² Shipek-grabb. Shipek-grabben samlet ca 10 % færre arter og også færre individer enn van Veen-grabben, mens diversiteten var høyere. Tetthet av enkeltarter varierte usystematisk. Både Bett og Gage (2000) og Narayanaswamy og Bett (2011) fant større faunetettheter (individantall) i prøver fra Megacorer enn fra boxcorer, men bortsett fra det er det vanskelig å finne noe entydig mønster i forskjellene. Forskjellene kan også variere med dyp (f.eks. Bett og Gage 2000), og kan slå ulikt ut på ulike taksonomiske grupper (f.eks. Shen m.fl. 2012) og på dyr i ulike sedimentdyp (f.eks. Smith og Howard 1972).

Når man sammenligner ulike redskap (og prøvestørrelser) bør ideelt sett alle andre faktorer som påvirker prøvetakingen være konstante (f.eks. Somerfield og Clarke 1997, Shen m.fl. 2012). Dette er imidlertid urealistisk. Det som er viktig er 1) at det ikke er noen systematisk forskjell (bias), og 2) at variasjon ikke er så stor at usikkerhet gjør det umulig å konkludere om det er noe forskjell. Det er flere faktorer som generelt kan gi systematiske forskjeller, som f.eks. sikteprosess, sortering (i mindre grad) og artsidentifikasjon. Risikoen for systematisk forskjell fra disse bør kunne minimeres ved at alle prøvene som skal sammenliknes behandles samtidig og av samme personer. Faktorer som værforhold (bølger), bunntopografi (f.eks. bratt skråning vs. flatt), grabbens fyllingsgrad og overflateforstyrrelse når grabben treffer bunnen vil også kunne påvirke hvordan prøven blir. Det er også godt kjent at ulike bunntyper og dyp har ulik fauna. Dette gjør at hvilken metode som fanger «best» vil kunne variere fra biotop til biotop. Shen m.fl. (2012) fant ingen signifikante forskjeller (i forekomst og tetthet av arter) mellom de to corer-størrelsene de brukte når sedimentet var homogent og dominert av fin leire og silt. Når derimot sedimentet var dominert av grovere partikler var det klare forskjeller mellom de to prøvestørrelsene. For å kunne si noe pålitelig om hvorvidt ulike grabber (f.eks. 0,1 m² og 0,25 m² grabbprøver) gir systematisk ulik fauna må man ta hensyn til slike forhold og samle inn prøver med begge redskaper fra samme stasjon og fra flere stasjoner med ulike bunntyper.

3.3 Antall parallelle prøver

Det sier seg selv at jo flere parallelle prøver man tar jo bedre dekker man den totale faunaen. Så godt som alle arts/areal-kurver viser at for hver ny parallellprøve som tas på en stasjon, iallfall opp til over 5 paralleller, så øker det kumulative antallet arter som fanges. I vår sammenheng er det sentrale spørsmålet om samme areal samlet med færre prøver vil gi den samme faunabeskrivelsen.

Evalueringsgruppen kjenner ett eksempel på slik sammenligning. Shen m.fl. (2012) samlet samme totale areal med 10 og 20 cm håndholdte corere, og fant at flere mindre prøver samlet flere arter enn få store. Gray og Elliott (2009) sier (uten å vise til eksempler) at et stort antall små prøver er å foretrekke fremfor et mindre antall større prøver siden de dekker et større spekter av habitatet for samme innsats i prøveopparbeiding. Bett og Gage (2000) sier også at bruk av fem 0,1 m² prøver er statistisk fordelaktig sammenlignet med bruk av to 0,25 m² prøver. Det kan derfor antas at resultatene fra Shen m.fl. (2012) illustrerer den mest typiske tendensen, og at ISO-standarder fører til høyere artsdiversitet enn MAREANOs opplegg på en og samme stasjon.

Hvor stor forskjellen er mellom å dekke samme areal med en eller flere paralleller, vil variere fra habitat til habitat. Et eksempel er Klifs kystovervåkingsprogram (NIVA 2002) som sammenligner representativiteten av et og samme antall hugg for faunaen på ulike stasjoner. På en stasjon måtte man ta 4 paralleller for å sikre at antallet nye arter i neste prøve var under 5. På en annen stasjon måtte man ta minst 16 paralleller for å sikre det samme. Konklusjonen er at jo flere paralleller man tar jo mer representativt blir prøvematerialet for sann fauna, men det er ikke mulig *a priori* å si hvor mye representativiteten bedres pr ny prøve (se også Shen m.fl. 2012).

Når det gjelder faunakartlegging av et område har det vært diskutert om det kan være gunstig å samle inn enkeltprøver fra et høyere antall stasjoner, dvs. ingen paralleller, sammenlignet med det å benytte et lavere antall stasjoner men med flere paralleller (f.eks. 5 stk.) på hver stasjon. I en sammenligning av disse to strategiene, fant Aarnio m.fl. (2011) at i det området de fant flest arter, så var variabiliteten mellom prøvene høyere ved enkeltprøve-strategien enn ved bruk av paralleller. De konkluderte med at denne høye variabiliteten gjør det vanskelig å tolke resultatene og å gjøre sammenligninger både over tid og med andre områder. Konsekvensen av en slik enkeltprøve-strategi (og høyere variabilitet) er derfor at det vil være vanskeligere å kunne detektere endringer over tid i en overvåking. I en undersøkelse av bunndyr i offshore sand- og muddersediment (med blant annet bruk av Day-grabb) viste Rogers m.fl. (2008) at variabiliteten i samfunnssegenskaper som antall arter, individantall og diversitet, indikerte at et høyt antall parallele prøver vil være nødvendig for å kunne detektere økologisk viktige endringer.

Litteraturen er ganske entydig på at statistiske analyser krever replikasjon og at jo flere paralleller jo bedre presisjon i analysene. Dette medfører at hvis overvåkingsmålet er å kunne fastslå endringer over tid/rom gjennom statistisk signifikans, så kreves replikasjon. Dersom målet er å kunne detektere en bestemt endring (f.eks. 10 %) med bestemt signifikans (f.eks. 5 % forkastningsnivå) så vil det kreves et bestemt minimumsantall paralleller som igjen er funksjon av habitatets naturlige varians. Det er dermed sagt at Klifs retningslinjer for offshoreovervåking med 5 parallele prøver pr stasjon ikke nødvendigvis er nok (det er som sagt et kompromiss), men det er iallfall bedre enn bare 2 paralleller.

Presisjonen i måling av en endring over tid er avhengig av sann variasjon i tid (f.eks. at antall arter kan gå opp og ned uansett, selv om endringen ikke er systematisk), variasjon i rom (mellom stasjoner og habitater), og variasjon innen en stasjon (mellom parallellprøver). Hvis variasjonen innen en stasjon er veldig liten, spiller det ikke så stor rolle å ha flere paralleller. Hvis derimot variasjonen mellom parallele prøver er stor i forhold til variasjon mellom stasjoner, bør man ha flere paralleller. Hvis man har flere stasjoner innen et habitat (noe som anbefales) vil parallellene fra en stasjon bare kunne brukes for å estimere endringer på denne stasjonen, ikke som paralleller for å estimere endringer innenfor habitatet.

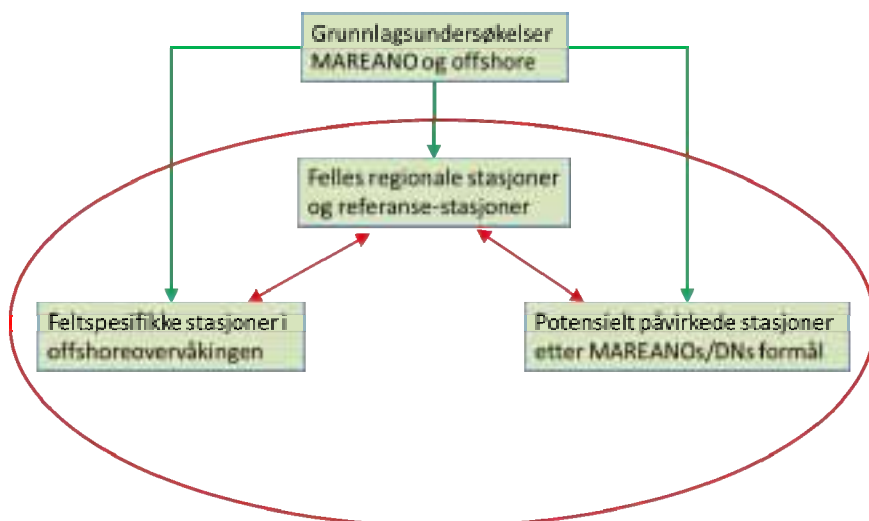
I tillegg til prøveareal og prøveantall er prosedyrer for sikteprosess, sortering og artsidentifikasjon viktig ved sammenligning av data. Det sier seg selv at slike prosesser bør holdes så konstante som mulig for å gi en gyldig sammenligning mellom de to ulike prøvetakingsstrategiene. Erfaring fra offshoreovervåkingen har imidlertid vist at dette har vært problematisk, selv med entydige retningslinjer og godkjent kvalitetskontroll (akkreditering).

4. Koordinering av MAREANO og offshoreovervåkingen

Det kan skilles mellom kartleggingsundersøkelser og overvåking. Evalueringsgruppen oppfatter kartlegging i MAREANO-sammenheng som en engangsbeskrivelse av miljøtilstanden på en stasjon eller det geografiske mønster i tilstand innenfor et område. Evalueringsgruppen definerer overvåking som en undersøkelse som gjentas i tid på samme måte primært for å beskrive endring/tidsutvikling av en tilstand og forklare hvorfor endringene skjer. Kartleggingen i MAREANO kan og bør danne grunnlaget for en senere overvåking (dvs. som en grunnlagsundersøkelse). I en koordinering av de to programmene vil grunnlagsundersøkelsene i offshoreovervåkingen og kartleggingen i MAREANO kunne fylle det samme formålet. De vil blant annet gi grunnlag for valg av fremtidige referansestasjoner og stasjoner som potensielt vil utsettes for en miljøpåvirkning (skissert i Figur 2). I et fremtidig overvåkingsnettverk kan referansestasjonene enten være felles for flere målsettinger, eller tilordnet en av dem. Dette er samme prinsipp som i dagens offshoreovervåking der hvert felt bare er tilordnet et utvalg av de etablerte regionalstasjonene. En forutsetning for slik gjensidig utnyttelse er naturlig nok at den geografiske plasseringen av stasjonene tilsier det.

Det kan i mange tilfeller være akseptabelt at en grunnlagsundersøkelse avviker i opplegg fra senere overvåking så lenge den gir nødvendig informasjon til å etablere denne overvåkingen. Det er imidlertid et klart vitenskapelig prinsipp at selve overvåkingen gjøres på samme måte og til samme tid på stasjoner som skal sammenlignes over tid og rom (dvs. sammenlikning mellom potensielt påvirkede stasjoner og referansestasjoner), og at metodikken ikke endres over tid. Dette gjelder både minimums-replikasjon og videre behandling og analyse av prøvene. Noen ganger kan det likevel være behov for å endre metode undervegs. I så fall bør det være krav om parallell bruk av metodene i en viss periode og på stasjoner av ulik karakter (se Lindenmayer og Likens 2010 angående prosedyre for parallellundersøkelser ved metodeendringer).

Fellesnevneren er altså referansestasjonene, i offshoreovervåkingen de regionale stasjonene. Nye MAREANO-stasjoner kan fungere som regionalstasjoner for dagens offshoreovervåking om de gjøres på samme måte. Omvendt vil regionalstasjonene også kunne fungere som referansestasjoner under MAREANOs og DNs målsetting. Det er som tidligere nevnt en forutsetning at stasjoner som skal sammenliknes overvåkes på samme måte (indikert i Figur 2).



Figur 2. Prinsippskisse av sammenhengen mellom grunnlagundersøkelse, referansestasjoner og potensielt påvirkede stasjoner i et felles overvåkingsnettverk. Omkransede stasjoner bør overvåkes på lik måte

5. Anbefalinger om et fremtidig felles overvåkingsnettverk

Vår anbefaling er å skille mellom overvåking på grunt vann og på dypt vann for både offshore og MAREANO, og tilpasse metoder og redskap til hva som er best egnet for henholdsvis grunt og dypt vann. I TA-2848 og Norsk standard NS-EN ISO-16665:2005 er dypere vann definert til > 600 m. Det bør imidlertid diskuteres nærmere hva som bør være et naturlig skille her (se kapittel 5.4).

5.1 Overvåking på grunt vann (kystnære områder og på sokkelen)

I disse områdene vil Norsk Standard (og TA-2848 for petroleumsovervåkingen) være retningsgivende. Prøvetaking med 0,1 m² grabb vil som oftest være god, men det finnes bunntyper med grove grus- og steinholdige sedimenter hvor tyngre redskaper må benyttes for å få kvalitetsmessig gode prøver uten unødig mye plunder og heft. I offshoreovervåkingen er stasjoner med slik bunn i stor grad ekskludert.

Evalueringsgruppen har tatt utgangspunkt i at MAREANOs stasjoner kan inndeles i tre kategorier:

1. Eksisterende og nye kartleggingsstasjoner som ikke vil være aktuelle for senere overvåking i nettverk med andre aktiviteter. For disse mener Evalueringsgruppen at dagens praksis med bruk av 0,25 m² grabb må kunne fortsette om MAREANO ønsker det.
2. Eksisterende kartleggingsstasjoner som vil inngå i senere overvåking (både som referansestasjoner og potensielt påvirkede stasjoner). For disse bør TA-2848 følges når overvåkingen begynner. Det bør også bedømmes om det er behov for ny grunnlagsundersøkelse etter TA-2848, eller om det vil være akseptabelt at man går over til TA-2848 først når overvåkingen starter.
3. Nye stasjoner som etableres med overvåkingsformål (både som referansestasjoner og potensielt påvirkede stasjoner). Her bør man følge TA-2848 fra starten.

Evalueringsgruppen mener at MAREANO bør kunne benytte ulik prøvetakingsstrategi på grunt vann ut fra om stasjonene inngår i et overvåkingsnettverk eller ikke. Gruppen vil understreke at valg av redskap og strategi må knyttes til formålet med den enkelte stasjon, dvs. det må settes klare mål for stasjonen. Dersom man ønsker å sammenligne stasjoner fra en MAREANO-overvåking med offshoreovervåkingen, bør de overvåkes etter TA-2848. Nye stasjoner som etableres og som skal inngå i et nettverk av referansestasjoner sammen med regionale stasjoner i petroleumsovervåkingen (cf Figur 2), må innsamles med samme metodikk som disse.

Skifte av metodikk i etablert overvåking er av og til ønskelig. Norsk Standard spesifiserer at det ved slike tilfeller skal foretas en undersøkelse med parallell prøvetaking med gammel og ny metodikk for å kalibrere metodene mot hverandre (se også Lindenmayer og Likens 2010). Dette prinsippet må kunne anvendes i tilfeller hvor stasjoner som er innsamlet med dagens MAREANO- metodikk skal sammenlignes med stasjoner overvåket i henhold til Norsk Standard.

5.2 Overvåking på dypt vann

Sammenhengen mellom stasjonstypene gitt i Figur 2 gjelder også for overvåking på dypt vann, dvs. at potensielt påvirkede og referansestasjoner bør undersøkes samtidig og på samme måte; videre at

opplegget ikke bør endres over tid, iallfall ikke uten parallell-prøvetaking (Lindenmayer og Likens 2010).

Evalueringsgruppen er enig i at de typiske 0,1 m² grabbene som er i bruk (van Veen, Day, Smith-McIntyre, osv.) neppe er egnet på større dyp. Det skyldes både at wire-avviket blir uforholdsmessig stort og at tyngden på grabben er liten i forhold til wiretyngden. Egnede kvantitative redskaper for dyp bunn er først og fremst box- og multicorere, men også etter det Evalueringsgruppen forstår den grabben som MAREANO bruker nå (se foto av denne i Havforskningsinstituttet 2012). Generelt ville det beste være å bruke box- eller multicorere siden de tar mer representative prøver enn en grabb (Smith and Howard 1972, Beukema 1974, Narayanaswamy og Bett 2011).

Det er liten hensikt i å endre MAREANO-opplegget kun for å få ned prøvearealet fra 0,25 m² til 0,1 m². Det vil i så fall bare være tidsgevinsten ved opparbeidelse og artsbestemmelse, samt noe enklere sammenligning med overvåking i henhold til ISO 16665. Det viktigste er begrensningen av replikasjon grunnet tidsbruk og kostnad. Det er hevdet (Gerdes 1990) at kostbar fartøytid og andre faktorer har gjort at statistiske krav til randomisert prøvetaking av paralleller ikke kan følges på dypere vann. For å spare tid ved store dyp anvendes ofte teknologi der flere prøver tas samtidig (multiprøvetaker), eller store prøver deles i flere mindre på dekk som beskrevet for "Ormen Lange". Dette gir imidlertid ikke sanne (uavhengige) paralleller. En annen tendens er at man mer og mer tar i bruk boxcorer som alternativ til grabb. Boxcorer har flere fordeler framfor grabb som mindre trykkbølge når den treffer bunnen og større gravedyp. Den står også mer stabilt på bunnen i det prøven tas. Ulempen er at den er større og noe vanskeligere å håndtere på dekk.

Evalueringsgruppen mener at det er et behov for en bred diskusjon om hvordan overvåking skal foregå på dypt vann. Dette kan f.eks. skje ved å arrangere en workshop (fortrinnsvis internasjonal) der man diskuterer design, redskap, siktestørrelse (skal denne være mindre enn på grunnere områder?), antall paralleller, og hvilke dyregrupper som skal inngå (skal man f.eks. også inkludere foraminiferer?). Diskusjonen bør omfatte både MAREANO og offshoreovervåkingen. TA-2848 åpner også for en mer fleksibel petroleumsrelatert overvåking på dypt vann.

5.3 Overvåking av tidstrender

Presisjonen i slik overvåking øker med antallet paralleller. Jo flere paralleller man tar i et område jo sikrere vil man statistisk sett kunne fastslå om en faunaendring skjer eller ikke. Teoretisk, og under forutsetning av lik variabilitet over stasjoner, kan en dybde-differensiert overvåking (med færre paralleller på dype stasjoner), føre til at man konkluderer at det har skjedd en tidsendring i grunne områder, men ikke i dype selv om de i virkeligheten har skjedd i alle dyp. Dette er en usikkerhet som man kan være oppmerksom på. I klimasammenheng vil man tro at det ansees viktig å finne ut om faunaendringer over tid vil være forskjellig i sydlige (f.eks. Nordsjøen) og nordlige (Barentshavet) havområder. Med den dybde-differensierte overvåkingen nevnt ovenfor kan det være vanskeligere å påvise slike forskjeller i dype enn i grunne områder. Men ut fra hva som er sagt ovenfor om habitatvarians og presisjon ved overvåking, må det nok egne studier til både på dypt og grunt vann for å fastsette hvor mange paralleller som må benyttes ved slike spesifikke målsettinger.

5.4 Sammenligninger på tvers av dyp

Evalueringsgruppens anbefaling er altså å skille metodisk mellom overvåking på grunt og dypt vann ut fra hensynet til å sikre høy prøve kvalitet samtidig som ulike mål ved overvåkingen kan ivaretas. Dette kan imidlertid vanskeliggjøre en sammenligning mellom grunne og dype områder fordi det kan være vanskelig å skille faunaforskjeller som skyldes miljøfaktorer fra de som skyldes metodikk. Det er derfor nødvendig med intensive studier som gjør det mulig å estimere diversitet på en robust måte med de to metodene. Ved ønske om sammenligning anbefales det å gjøre parallellprøvetaking med de to prosedyrene (dvs. kalibreringsstudie).

Sammenligning på tvers av dyp kan imidlertid være interessant både for generell naturkartlegging og dokumentasjon av naturtyper og faunagrader, slik MAREANOs egen målsetting uttrykker, og for å dokumentere reelle forskjeller i faunautvikling over tid (f.eks. knyttet til klimaendringer). Nyere undersøkelser (Høisæter 2010, Oug m. fl. Upublisert) på kontinentalskråningen i Norskehavet vest av Møre og nordover har indikert at det er et betydelig skille i bunnfauna på 600-800 m ved overgangen til dypvannet i Norskehavet (temperatur < 0°C). Svært mange av de vanlige artene på norsk sokkel trenger ikke ned i dypvannet i Norskehavet, mens vanlige arter i dypvannet ikke går inn på sokkelen. Med sikte på å gi kvantitativ dokumentasjon av faunastruktur og -forandringer vil det være uheldig om det også skiftes redskap i dette dybdeintervallet. Det bør derfor vurderes om grensen for bruk av lettere redskaper, inkludert 0,1 m² grabb, bør settes grunnere enn 600 m. Siden stasjonene som dekkes av offshoreovervåkingen i dag ligger grunnere enn ca. 450 m, bør det være mulig å sette en praktisk optimal grense for bruk av Norsk standard på f.eks. på 500 m.

Evalueringsgruppen har påpekt behovet for en bredere diskusjon om hvordan overvåking bør foregå på dypt vann. MAREANOs målsetting om å kunne sammenligne overvåkingsstasjoner på tvers av dyp er viktig i denne diskusjonen.

6. Konklusjoner og anbefalinger

6.1 Overvåking og formål

DN ønsker at MAREANO-stasjoner skal kunne benyttes inn i et framtidig overvåkingsnettverk sammen med stasjoner som er tatt i andre sammenhenger etter standard for offshoreovervåkingen TA-2848/2011 som tilsvarer Norsk Standard. DN vil unngå at man på grunn av forskjellig metodikk ender opp med et eget overvåkingsnettverk av MAREANO-stasjoner parallelt med annen overvåking. Evalueringsgruppen støtter dette, men påpeker samtidig at utforming av et overvåkingsnettverk og valg av metodikk vil være helt avhengig av hva som er formålet med overvåkingen. Dette synes ikke å være klart utformet ut over at man vil etablere tidsserier, at man ønsker en samordning med den eksisterende miljøovervåkingen utført av oljeindustrien og at en viss andel av fullstasjonene i MAREANO bør brukes i et felles overvåkingsnettverk.

6.2 Prøvetakingsareal

Det finnes ikke noe bestemt prøveareal som er ideell for alle kvantitative sedimentfaunaundersøkelser. Minimumsarealet på 0,1 m² i TA-2848 er et kompromiss mellom stor nok prøve, omfang av prøvebehandling og analyse (sikting, sortering og identifisering) og kostnad. Man kan forvente at en enkelt prøve på 0,25 m² vil fange flere arter enn en enkelt prøve på 0,1 m² på den samme bunnen, fordi den tar et større areal og kanskje dypere prøver (dvs. fanger flere av dyptgravende arter). Det er likevel ikke empirisk grunnlag for å si hvor stor denne forskjellen i fangsteffektivitet kan være og hvordan den varierer mellom ulike lokaliteter.

Det finnes en del litteratur som sammenligner fangst på ulike prøvearealer, men tatt med ulike redskaper. Disse undersøkelsene viser at ulike redskaper samler ulik fauna, men det er vanskelig å finne noe entydig mønster i forskjellene og heller ikke mulig å skille hva som skyldes at de dekker ulike prøvearealer fra det som skyldes at redskapene fanger på forskjellig måte. Resultatene har derfor mindre relevans når målet er å sammenlikne to grabber som fanger ulikt areal. For å få mest mulig pålitelig informasjon om hvordan de to ulike grabbstørrelsene fanger faunaen bør det derfor gjøres parallell innsamling, behandling og analyse av prøver fra begge redskaper på flere stasjoner med ulike bunntyper.

6.3 Antallet parallelle prøver

Kumulative arts/areal-kurver viser entydig at jo flere parallelle prøver man tar jo bedre dekker man den totale faunaen. Flere forfattere hevder at et stort antall små prøver er å foretrekke fremfor et mindre antall større prøver siden de dekker et større spekter av habitatet for samme innsats.

Statistiske analyser krever også replikasjon og jo flere paralleller jo bedre presisjon i analysene. Dette medfører at hvis overvåkingsformålet er å kunne fastslå endringer over tid/rom gjennom statistisk signifikans, så kreves replikasjon. Som for prøveareal vil antallet paralleller man kan ta, være et kompromiss mellom det ønskelige og det praktisk og kostnadsmessig mulige. For offshoreovervåkingen har 5 paralleller (TA-2848) vist seg tilstrekkelig for formålet med overvåkingen.

6.4 Koordinering av MAREANO og offshoreovervåkingen

I en koordinering av de to programmene vil grunnlagsundersøkelsene i offshoreovervåkingen og kartleggingen i MAREANO kunne fylle det samme formålet. De vil blant annet gi grunnlag for valg av fremtidige referansestasjoner og stasjoner som potensielt vil utsettes for en miljøpåvirkning man ønsker å følge effektene av. Nye MAREANO-stasjoner kan fungere som regionalstasjoner for dagens offshoreovervåking om de undersøkes på samme måte. Omvendt vil regionalstasjonene kunne fungere som referansestasjoner under MAREANOs og DNs målsetting. I et slikt mønster er det viktig at overvåkingen gjøres på samme måte og på samme årstid på stasjoner som skal sammenlignes, og at metodikken ikke endres over tid uten tilfredsstillende metodesammenlikning.

6.5 Anbefalinger

6.5.1 Overvåking på grunt vann

På grunt vann mener Evalueringsgruppen at MAREANO bør kunne benytte ulike prøvetakingsstrategi avhengig av om stasjonene inngår i et overvåkingsnettverk eller ikke. Valg av redskap og strategi må knyttes til bruken av den enkelte stasjon, dvs. det må settes klare mål for stasjonen. På kartleggingsstasjoner som ikke skal gå inn i et senere overvåkingsnettverk, bør dagens praksis med bruk av 0,25 m² grabb kunne fortsette om MAREANO ønsker det. For etablerte og nye MAREANO-stasjoner som vil inngå i senere overvåking (både som referansestasjoner og potensielt påvirkede stasjoner) bør TA-2848 følges når overvåkingen begynner. For de etablerte stasjonene bør man bedømme om det er behov for ny grunnlagsundersøkelse etter TA-2848, eller om det vil være akseptabelt at man går over til TA-2848 først når overvåkingen starter.

6.5.2 Overvåking på dypt vann

På dypt vann gjelder også at potensielt påvirkede og referansestasjoner bør undersøkes samtidig og på samme måte, og at opplegget ikke bør endres over tid. De typiske 0,1 m² grabbene som er i bruk (van Veen, Day, Smith-McIntyre, osv.) ansees ikke egnet på større dyp. Evalueringsgruppen mener at det er et behov for en bred diskusjon om hvordan overvåking skal foregå på dypt vann. Dette kan f.eks. skje ved å arrangere en ekspert-workshop der man diskuterer design, redskap, antall paralleller, siktestørrelse og hvilke dyregrupper som skal inngå. Utgangspunktet for diskusjonen bør være at metodikken både for MAREANO og offshoreovervåkingen kan endres. TA-2848 åpner også for en mer fleksibel petroleumrelatert overvåking på dypt vann.

6.5.3 Overvåking av tidstrender

Presisjonen i slik overvåking øker med antallet parallelprøver. Jo flere paralleller man tar i et område jo sikrere vil man statistisk sett kunne fastslå om en faunaendring skjer eller ikke. En praksis med færre paralleller på dype stasjoner kan føre til at man oppdager tidsendringer i grunne områder, men ikke i dype selv om de i virkeligheten har skjedd i alle dyp. Hva det praktisk vil innebære å kreve samme utsagnskraft til overvåking på dyp vann som på grunt vann, bør også bli belyst gjennom en bred diskusjon om overvåking på dypt vann, som indikert ovenfor.

6.5.4 Sammenlikninger på tvers av dyp

Evalueringsgruppens anbefaling er å skille metodisk mellom overvåking på grunt og dypt vann ut fra hva som er best egnet. Ulik metodikk (både redskap og paralleller) på grunne og dype stasjoner kan

imidlertid vanskeliggjøre sammenligning mellom grunne og dype områder fordi det kan være vanskelig å skille faunaforskjeller som skyldes miljøfaktorer fra de som skyldes metodikk.

Nyere undersøkelser på kontinentalskråningen i Norskehavet vest av Møre og nordover har indikert at det er et betydelig skille i bunnfauna på 600-800 m ved overgangen til dypvannet i Norskehavet. Det vil være uheldig om det også skiftes redskap i dette dybdeintervallet. Man bør derfor vurdere å sette grensen for bruk av Norsk standard med 0,1 m² grabb grunnere enn dette, f.eks. grunnere enn 500 m. Evalueringsgruppen har påpekt behovet for en bredere diskusjon om hvordan overvåking bør foregå på dypt vann. Målet om å kunne sammenligne overvåkingsstasjoner på tvers av dyp er viktig i denne diskusjonen.

6.5.5 Sammenfatning av anbefalingene

- Man bør unngå å ende opp med et eget overvåkingsnettverk av MAREANO-stasjoner parallelt med annen overvåking.
- Utforming av et overvåkingsnettverk og valg av metodikk vil være helt avhengig av hva som er formålet med overvåkingen.
- For å få mest mulig pålitelig informasjon om hvordan de to ulike grabbstørrelsene (0,25 m² og 0,1 m²) fanger faunaen bør det gjøres parallell innsamling, behandling og analyse av prøver fra begge redskaper på flere stasjoner med ulike bunntyper.
- Jo flere parallelle prøver på en gitt stasjon jo bedre presisjon i analysene og jo bedre presisjon i overvåking av tidstrender for fauna.
- Grunnlagsundersøkelsene i offshoreovervåkingen og kartleggingen i MAREANO vil kunne fylle det samme formålet i et overvåkingsnettverk.
- Nye MAREANO-stasjoner kan fungere som regionalstasjoner for dagens offshoreovervåking om de gjøres på samme måte. Omvendt vil regionalstasjonene også kunne fungere som referansestasjoner under MAREANOs og DN's målsetting.
- Det anbefales å skille metodisk mellom overvåking på grunt og dypt vann ut fra hva som er best egnet for henholdsvis grunt og dypt vann. Grensen for dypere vann bør være ved ca. 500 m, men dette bør diskuteres nærmere.
- På grunt vann bør MAREANO benytte Norsk standard på stasjonene som blir med i et overvåkingsnettverk (dvs. både overvåking av referansestasjoner og potensielt påvirkede stasjoner). På øvrige stasjoner (dvs. kun kartlegging) kan nåværende strategi om ønskelig beholdes.
- Det er et behov for en bred diskusjon om hvordan sedimentfaunaovervåking skal foregå på dypt vann. Dette kan f.eks. skje ved å arrangere en ekspert-workshop (fortrinnsvis internasjonal) der man diskuterer design, redskap, antall paralleller, siktestørrelse og hvilke dyregrupper som skal inngå.

7. Litteraturreferanser

- Aarnio K, Mattila J, Bonsdorff E, (2011). Comparison of different sampling strategies in monitoring zoobenthos and classification of archipelago areas. *Boreal Envir Res*, 16, 395-406.
- Beukema JJ 1974. The efficiency of the Van Veen grab compared with the Reineck box sampler. *ICES J Mar Sci* 35 (3): 319-327
- Bett BJ, Gage JD, (2000) Practical approaches to monitoring the deep-sea environment of the UK Atlantic Margin. Section 6.2 in *Environmental Surveys of the Seafloor of the UK Atlantic Margin, Atlantic Frontier Environmental Network [CD-ROM]* (ISBN 09538399-0-7)
- Bouchet VMP, Alve E, Rygg B, Telford RJ 2012. Benthic foraminifera provide a promising tool for ecological quality assessment of marine waters. *Ecol Ind* 23, 66-75
- Gerdes D (1990). Antarctic trials of the multi-box corer, a new device for benthos sampling. *Polar Record* 26, 35-38.
- Gray JS, Elliott M, (2009). *Ecology of Marine Sediments. From Science to Management*. Second Edition. Oxford University Press, 225 pp.
- Havforskningsinstituttet (2012). MAREANO feltmetoder – grabb, Anmodning om metodeevaluering. Vedlegg 1 til Oppdatert notat fra Utøvende gruppe til Programgruppen, datert 16.10.2012
- Høisæter, T. 2010. The shell-bearing, benthic gastropods of the southern part of the continental slope off Norway. *Journal of Molluscan Studies* 76: 234-244.
- OE (1989). Staffjord field environmental monitoring survey, June 1988. Comprehensive report. Institute of Offshore Engineering, Herriot-Watt University, Edinburgh, report no IOE/88/716.
- Oug, E., Kongsrud, J.A., Bakken, T. (Upublisert manuskript). Depth distribution of marine bristle worms (Annelida Polychaeta) from shelf to abyssal in the Norwegian Sea.
- Kutty MK, Desai BN (1968). A comparison of the efficiency of bottom samplers used in benthic studies off Cochin. *Mar Biol*, 1, 168-171.
- Lindenmayer DB, Likens GE (2010). *Effective ecological monitoring*. CSIRO Publishing, London, 170 pp.
- Mannvik, H.P., Wassbotten, I.H., Cochrane, S. 2011. Miljøundersøkelse i region IX og X Barentshavet 2010. Akvaplan-niva rapport nr 5000-03.
- Narayanaswamy BE, Bett BJ (2011). Macrobenthic Biomass Relations in the Faroe-Shetland Channel: An Arctic-Atlantic Boundary Environment. *PLoS one* 6(4): e18602. Doi:10.1371/journal.pone.0018602.
- NIVA (2002). Langtidsovervåking av miljøkvalitet i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet. Årsrapport for 2002. Statlig program for forurensningsovervåking Rapport 888/03 (Klif TA-1991/2003). NIVA rapp. Lnr. 4749/2003.
- Peterson CH, McDonald LL, Green RH, Erickson WP (2001). Sampling design begets conclusions: the statistical basis for detection of injury to and recovery of shoreline communities after the 'Exxon Valdez' oil spill. *Mar Ecol Prog Ser* 210, 255-283.
- Rogers SI, Somerfield PJ, Schratzberger M, Warwick R, Maxwell TAD, Ellis JR (2008). Sampling strategies to evaluate the status of offshore soft sediment assemblages. *Marine Pollution Bulletin*, 56:880-894.
- Shen P-P, Zhou H, Zhao Z, Yu X-Z, Gu J-D (2012). Evaluation of sampling sizes on the intertidal macroinfauna assessment in a subtropical mudflat of Hong Kong. *Ecotoxicology*, 21, 1706-1716.

Smith K L, Howard J. 1972. Comparison of a grab sampler and large volume corer. *Limnol Oceanogr* 17. 142-145.

Somerfield PJ, Clarke KR (1997). A comparison of some methods commonly used for the collection of sublittoral sediments and their associated fauna. *Mar Environ Res*, 43, 145-156.

Wigley R L 1967. Comparative efficiencies of van Veen and Smith-McIntyre grab samplers as revealed by motion pictures. *Ecology* 48, 168-169.

Yoccoz NG, Nichols JD, Boulinier T (2001). Monitoring of biological diversity in space and time. *TRENDS in Ecology & Evolution* 16 (8):446-453

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no