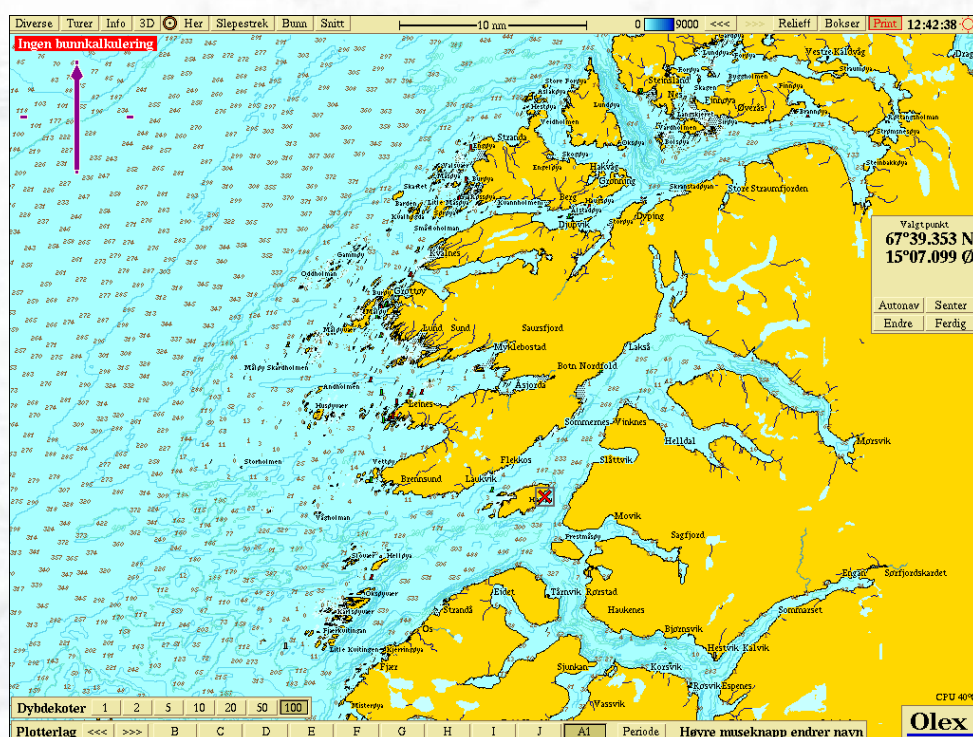


Mainstream Norway AS

C undersøkelse på lokaliteten Hjartøy 2012



Akvaplan-niva AS

Rådgivning og forskning innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 937 375 158 MVA

Framsenteret

9296 Tromsø

Tlf: 77 75 03 00, Fax: 77 75 03 01

www.akvaplan.niva.no

**Rapporttittel / Report title**

Mainstream Norway AS. C undersøkelse på lokaliteten Hjartøy 2012

Forfatter(e) / Author(s)Roger Velvin
Bjørn Erik Bye**Akvaplan-niva rapport nr / report no**

5856 - 01

Dato / Date

10.07.2012

Antall sider / No. of pages

28

Distribusjon / Distribution

Gjennom oppdragsgiver

Oppdragsgiver / ClientMainstream Norway AS
Nordfold, 8286 Nordfold**Oppdragsg. referanse / Client's reference**

Frode Holmvåg

Sammendrag / Summary

Resultatene fra en miljøundersøkelse (type C) ved oppdrettslokaliteten Hjartøy viste lokale belastningseffekter i bunndyrssamfunnet i nærsone til anlegget. I overgangssone og fjernsone ble det ikke påvist belastningseffekter i sedimenter eller bunndyrssamfunn.

Prosjektleder / Project manager

Handwritten signature of Bjørn Erik Bye in blue ink.

Bjørn Erik Bye

Kvalitetskontroll / Quality control

Handwritten signature of Rune Palerud in blue ink.

Rune Palerud

© 2012 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	2
1 INNLEDNING	3
1.1 Bakgrunn og formål	3
1.2 Drift	3
1.3 Tidligere undersøkelser	3
2 MATERIALE OG METODE	4
2.1 Faglig program	4
2.2 Resipientbeskrivelse og stasjonsplasseringer	4
2.3 Hydrografi	5
2.4 Bløtbunnundersøkelse	5
2.4.1 Sediment	5
2.4.2 Bunndyr	6
3 RESULTATER	8
3.1 Hydrografi	8
3.2 Sediment	8
3.2.1 TOC og kornfordeling	8
3.2.2 Total fosfor, total nitrogen, sink og kobber i sedimenter	9
3.3 Bunndyr	9
3.3.1 Kvalitativ (semikvantitativ) bunndyrsanalyse på stasjon 1	9
3.3.2 Kvantitative bunndyrsanalyser på stasjon 2 og 3	10
4 SAMMENFATTENDE VURDERINGER	13
5 REFERANSER	14
6 VEDLEGG	15
Vedlegg 1 Bunndyrsstatistikk og artslister	15
Vedlegg 2. Analysebeviser	21

Forord

Akvaplan-niva har gjennomført en miljøundersøkelse type C på lokaliteten Hjartøy i Mulfjorden, Steigen kommune i Nordland. Oppdragsgiver har vært Mainstream Norway AS. Undersøkelsen inngår i selskapets miljøovervåking av bunnpåvirkningen fra oppdrettslokaliteten.

Følgende personer har deltatt:

Bjørn Erik Bye	Akvaplan-niva	Feltarbeid, rapport, prosjektleder
Roger Velvin	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (Varia). Bunndyrsanalyser. Rapport
Rune Palerud	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (krepsdyr). Statistikk.
Jesper Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (børstemark og bløtdyr).
Hans-Petter Mannvik	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (pigghuder).
Kristine H Sperre	Akvaplan-niva	Sortering bunndyr

Sedimentanalyser er gjennomført ved laboratoriet til Unilab Analyse AS, Tromsø.

Akvaplan niva vil takke ansatte på lokaliteten Hjartøy for samarbeidet med undersøkelsen.

Akkreditert virksomhet: Akvaplan-niva er akkreditert gjennom ISO/IEC 17025. Følgende standarder og prosedyrebeskrivelser er benyttet: NS 9410 (2007), ISO 16665, ISO 5667-19, SFT 97:03, revidert Klif veileder 2007 (for metaller), Vannforskriftens veileder 01:2009 og Akvaplan-nivas interne prosedyrer for prosjektgjennomføring og kvalitetssikring.

Følgende deler av foreliggende rapport er utført etter akkrediterte metoder:

Innsamling av bløtbunnsprøver for sedimentanalyser og kvantitative bunndyrsanalyser, opparbeiding av bunndyrs materialet, samt vurderinger og fortolkninger. De geokjemiske analysene er gjennomført etter akkrediterte metoder ved respektive laboratorium.

Tromsø, 10.07.2012



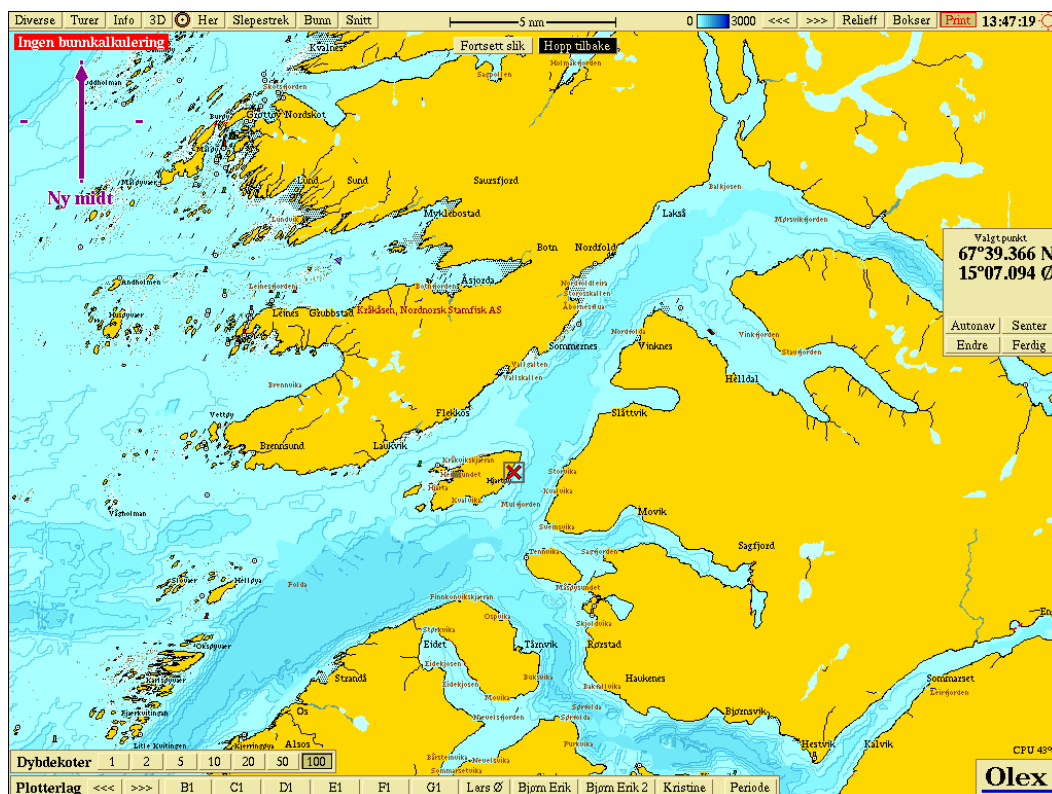
Bjørn Erik Bye

Prosjektleder

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Mainstream Norway planlegger å søke om økning i biomassen for lokalitet Hjørtøy. Selskapet ønsket i denne forbindelsen å dokumentere miljøtilstanden på lokaliteten. Lokaliteten er plassert på østsiden av Hjørtøya i Mulfjorden (Figur 1).



Figur 1. Oversiktskart som viser plassering av lokaliteten Hjørtøy i Mulfjorden. Lokalitetens senterpunkt er angitt med rødt kryss.

1.2 Drift

Det var ikke drift på lokaliteten på tidspunktet for undersøkelsen. Lokaliteten har vært brakklagt siden midten av januar 2012. Nytt utsett av fisk ble foretatt fra 26. april 2012. Lokaliteten har vært i drift siden 2006.

1.3 Tidligere undersøkelser

Det er ikke gjort C-undersøkelse på lokaliteten tidligere.

2 Materiale og metode

2.1 Faglig program

Valg av undersøkelsesparametere, stasjonsplasseringer og type innsamlingsprogram for bunnprøvetakinger og andre registreringer er gjort i henhold til NS 9410 (2007). Det faglige programmet for undersøkelsen er vist i Tabell 1.

For gjennomføring og opparbeiding er følgende standarder og kvalitetssikringssystemer benyttet:

- ISO 5667-19. *Guidance on sampling of marine sediments.*
- ISO 16665. *Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft bottom macrofauna.*
- NS 9410-07. *Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine oppdrettsanlegg.*
- Prosedyreark. *Kvalitetshåndbok for Akvaplan-niva.*
- SFT (nå Klif) veileder 97:03. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m.fl. 1997) og revidert veileder TA 2229/2007 (Bakke m.fl. 2007).*
- Veileder 01:2009. *Klassifisering av miljøtilstand i vann.* Foreløpig norsk klassifiseringssystem for vann i henhold til vannforskriften. Veileder fra Direktoratgruppen.

Tabell 1. Faglig program på stasjonene ved Hjartøy 2012. TOC = Totalt organisk karbon, P-total = total Fosfor, N-total = total Nitrogen, Zn = Sink, Cu = kobber, Korn = Kornfordeling.

Stasjon	Type undersøkelse
1	Kvalitativ bunndyrsanalyse, Hydrografi/O ₂ . Geokjemiske analyser mangler pga. vanskelig sediment: Mange bomskudd (fjell) og lite sediment.
2	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. P-total, N-total, Zn, Cu, Hydrografi/O ₂ ,
3	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. P-total, N-total, Zn, Cu, Hydrografi/O ₂ ,

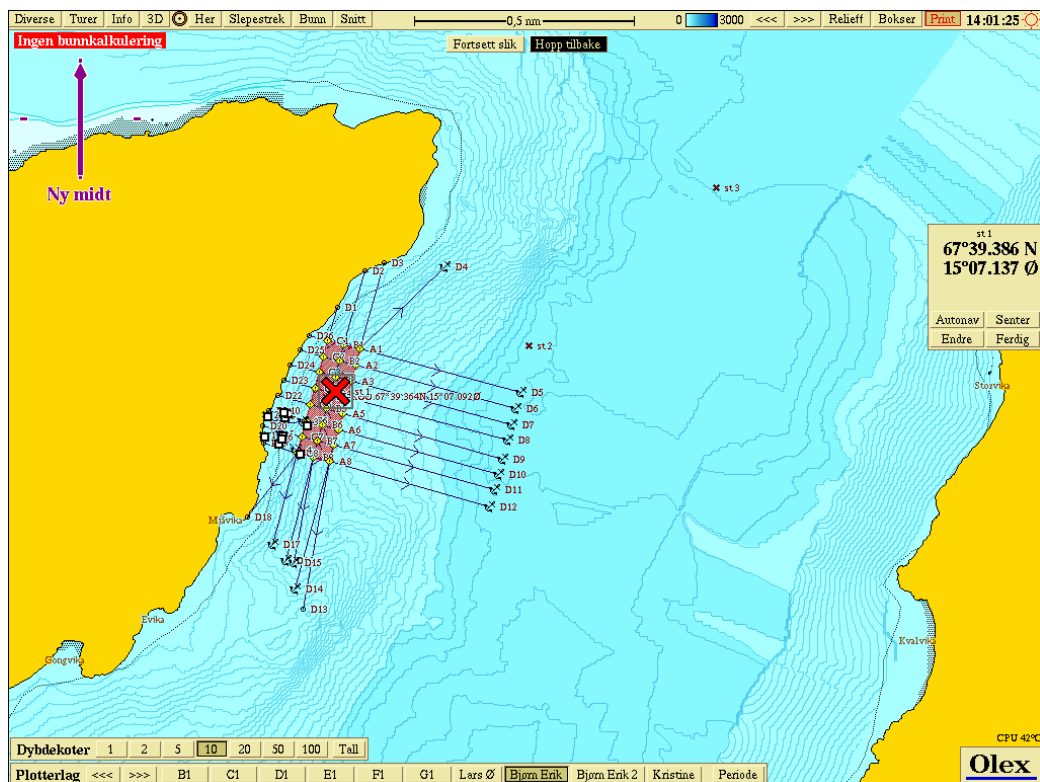
Feltarbeidet ble gjennomført 12.04.2012. Alle sediment- og bunndyrsprøver ble innsamlet ved hjelp av en van Veen grabb (0.1 m²). Hydrografiske registreringer og målinger av O₂ metning ble gjennomført med en elektronisk CTDO sonde.

2.2 Resipientbeskrivelse og stasjonsplasseringer

Valg av stasjonsplassering er gjort i henhold til NS 9410:2007 med unntak av stasjon 1. På grunn av bratt skrånende bunn i ytterkant av anlegget er stasjon 1 plassert innenfor anleggets ramme. Stasjon 2 er plassert ved bunnen av skråningen mot dypområde, mens stasjon 3 er plassert i nærmeste dypområde nedstrøms anlegget. Stasjonenes dyp og plasseringer er vist i Tabell 2 og Figur 2.

Tabell 2. Stasjonsdyp og -koordinater, Hjartøy 2012

Stasjon	St. 1	St. 2	St. 3
Dyp (m)	130	240	250
GPS	N 67°39,386 Ø 15°07,137	N 67°39,489 Ø 15°08,292	N 67°39,848 Ø 15°09,409



Figur 2. Plassering av anlegget og stasjoner. Stasjon 1 ligger innenfor rammen til anlegget og er markert med stort, rødt kryss.

2.3 Hydrografi

På samtlige stasjoner ble det gjennomført hydrografiske registreringer for vertikalprofiler med hensyn til saltholdighet, temperatur, tetthet og oksygenmetning fra overflate til bunn. Disse ble gjennomført ved hjelp av en Sensordata CTDO 202 sonde.

2.4 Bløtbunnundersøkelse

2.4.1 Sediment

2.4.1.1 Totalt organisk karbon (TOC) og kornfordeling

Sedimentprøver ble samlet inn med en 0,1 m² van Veen grabb på samtlige stasjoner. Alle prøvene ble innsamlet for analyser på totalt organisk karbon (TOC) og kornfordeling. En kvalitativ beskrivelse (farge/lukt/belastning) ble gjennomført på hver prøve. Prøver for totalt organisk karbon (TOC) ble tatt av de øverste 2 cm av sedimentet, og for kornfordelingsanalyser fra de øverste 5 cm ved hjelp av rør. Kun prøver med uforstyrret overflate ble godkjent, og prøvematerialet ble frosset for videre bearbeidelse i laboratorium.

Andelen finstoff, dvs. fraksjonen mindre enn 63 µm, ble bestemt gravimetrisk etter våtsikting av prøvene. Resultatene er angitt som andel finstoff på tørrvektbasis.

Etter tørking ble totalt organisk karbon innhold (TOC) bestemt ved IR deteksjon (LECO IR 212), etter behandling med konsentrert saltsyre (HCl) og katalytisk forbrenning ved 480 °C. For å kunne klassifisere miljøtilstanden basert på innhold av TOC er de målte konsentrasjonene normalisert for andel finstoff (NTOC) ved bruk av ligningen: $NTOC = TOC + 18(1 - F)$, hvor TOC og F står for henholdsvis målt TOC verdi og andel finstoff (%) i prøven (Aure *m. fl.* 1993).

Klassifisering av miljøtilstanden for sedimentene er basert på normalisert TOC, og ble gjennomført i henhold til SFT (nå Klif) veiledning 97:03 (Molvær *m. fl.* 1997).

Tilstandsklassifisering for organisk innhold i marine sediment (SFT 97:03).

NTOC, mg/g	< 20 I Meget god	20-27 II god	27-34 III mindre god	34-41 IV Dårlig	> 41 V meget dårlig
------------	---------------------	-----------------	-------------------------	--------------------	------------------------

2.4.1.2 Total Fosfor (P-total), sink (Zn) og kobber (Cu)

Prøvene ble innsamlet ved hjelp av en 0,1 m² van Veen grabb på alle tre stasjonene. P-total ble bestemt ved Spektrofotometri, N-total ved Kjeldal metode og tungmetallene (Cu og Zn) ved EPA metoder. Nærmere beskrivelser av metoder og standarder finnes i analysebevisene i Vedlegg 2.

Klassifisering av miljøtilstanden med hensyn til Zn og Cu ble gjennomført i henhold til revidert veiledning TA 2229/2007 (Bakke *m.fl.* 2007). Klassifisering av P og N inngår ikke i nevnte veileder eller i Molvær *m.fl.* 1997.

Tilstandsklassifisering for metaller i marine sedimenter (Fra Bakke m.fl. 2007)

Zn mg/kg	< 150 Tilstandsklasse I Bakgrunn	150-700 Tilstandsklasse II God	700-3000 Tilstandsklasse III Moderat	3000-10000 Tilstandsklasse IV Dårlig	> 10000 Tilstandsklasse V Svært dårlig
Cu mg/kg	< 35 Tilstandsklasse I Bakgrunn	35-150 Tilstandsklasse II God	150-700 Tilstandsklasse III Moderat	700-1500 Tilstandsklasse IV Dårlig	> 1500 Tilstandsklasse V Svært dårlig

2.4.2 Bunndyr

2.4.2.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn

Utslipp av organisk materiale (fôrrester/fekalier) fra oppdrettsanlegg kan bidra til forringede livsvilkår for mange av de bunnlevende organismene. Negative effekter i bunndyrssamfunnet kan best vurderes gjennom kvantitative bunndyrsanalyser. Fordi de fleste bløtbunnartene er lite mobile, vil faunasammensetningen i stor grad gjenspeile de stedsegnete miljøforholdene. Endringer i bunndyrssamfunnene er god indikasjon på uønskede belastninger. Under naturlige forhold består samfunnene av mange arter. Høyt artsmangfold (diversitet) er blant annet betinget av gunstige forhold for faunaen. Likevel kan eksempelvis moderate økninger i organisk belastning stimulere faunaen og eventuelt øke artsmangfoldet noe. Større belastning gir dårligere forhold der opportunistiske arter øker sine individtall, mens ømfintlige slås ut. Dette betyr redusert artsmangfold. Årsaksforhold til endret artsmangfold kan i denne sammenheng i stor grad knyttes til endringer av organisk innhold i sedimentet.

2.4.2.2 Innsamling og fiksering

Alle bunndyrsprøvene ble tatt med en 0,1 m² van Veen grabb. Kun grabbskudd hvor grabben var fullstendig lukket og overflaten uforstyrret ble godkjent. Etter godkjenning ble innholdet vasket i en 1 mm sikt og gjenværende materiale fiksert med 4 % formalin tilsatt fargestoffet bengalrosa og nøytralisert med boraks. På laboratoriet ble dyrene sortert ut fra gjenværende sediment.

2.4.2.3 Kvalitative (semikvantitative) bunndyrsanalyser

Det ble tatt en prøve på stasjon 1 i nærsjonen til anlegget. Sortert materiale ble opparbeidet semikvantitativt, som vil si at ett replikat fra hver stasjon identifiseres ned til art, familie eller annet taksonomisk nivå. Artsrikdom og forekomsten av forurensningstolerante arter vurderes og gir et mål for biologiske effekter av en påvirkning. Analysen er i mange tilfeller tilstrekkelig for å kunne dokumentere utbredelsen av en påvirkning (Rutt & Pickering 1993), men er utilstrekkelig til å inngå i statistiske analyser og klassifisering av miljøtilstand iht. Veileder 01:2009 (Vannforskriften). Da må det gjennomføres kvantitativ bunndyrsanalyse (se under).

2.4.2.4 Kvantitative bunndyrsanalyser

På stasjon 2 og 3 i henholdsvis overgangsjonen og fjernsjonen ble det innsamlet 2 prøver (replikater) iht. retningslinjene i NS 9410 (2007) på hver av stasjonene. Sortert materiale ble opparbeidet kvantitativt. Bunndyrene ble identifisert til fortrinnsvis artsnivå eller annet hensiktsmessig taksonomisk nivå og kvantifisert av spesialister (taksonomer). De kvantitative artslistene inngikk i statistiske analyser. Se Vedlegg 1 for beskrivelse av analysemetoder. For å klassifisere miljøtilstanden er Direktoratgruppens veileder 01:2009 (Vannforskriften) benyttet. Følgende statistiske metoder ble benyttet for å beskrive samfunnenes struktur og for å vurdere likheten mellom ulike samfunn:

- Shannon-Wiener diversitetsindeks (H')
- Pielou's jevnhetsindeks (J)
- Hurlberts diversitetskurver inkl. ES₁₀₀ (forventet antall arter pr. 100 individer)
- Antall arter plottet mot antall individer i geometriske artsklasser
- Clusteranalyser

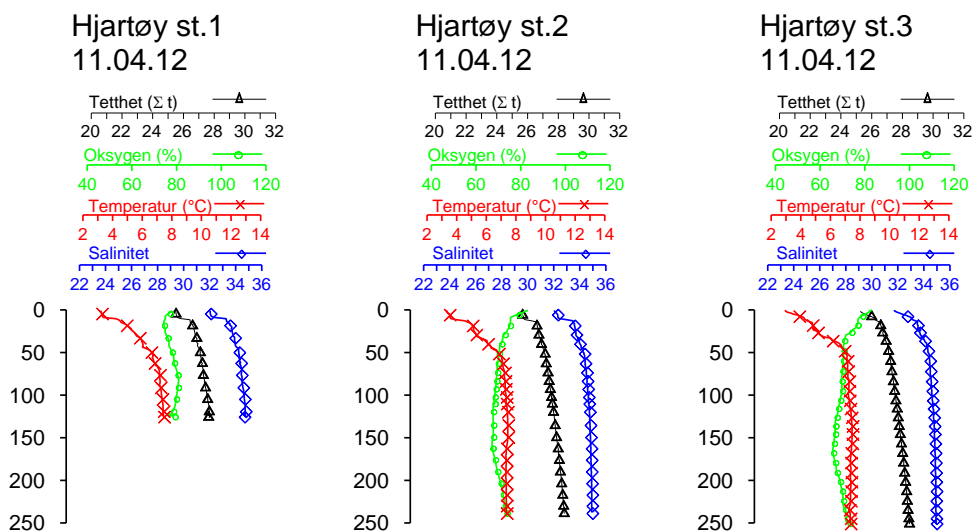
Miljøklassifisering for artsmangfold bløtbunnsfauna – virkning av organisk belastning (Veileder 01:2009)

H'	I Svært god >3.8	II God 3.0-3.8	III Moderat 1.9-3.0	IV Dårlig 0.9-1.9	V Svært dårlig < 0.9
ES ₁₀₀	I Svært god >25	II God 17-25	III Moderat 10-17	IV Dårlig 5-10	V Svært dårlig < 5

3 Resultater

3.1 Hydrografi

Det ble registrert sprangsjikt på ca. 50 meters dyp på alle stasjonene. Temperaturen over sprangsjiktet steg fra 3°C i overflata til 6-7°C ved sprangsjiktet. Herfra til bunnen var temperaturen jevn på ca. 7°C. Saliniteten steg fra 32-34 over sprangsjiktet. Under sprangsjiktet lå den på jevnt 34 ned til bunnen. Oksygenmetningen i overflata var 80 %. Den falt litt mot sprangsjiktet, men økte igjen mot bunnen hvor det ble målt 70-80 % metning.



Figur 3. Vertikalprofiler. Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygenmetning på stasjonene ved Hjartøy, 11.04.2012

3.2 Sediment

3.2.1 TOC og kornfordeling

Nivåer av organisk karbon (TOC) og kornfordeling i sedimentene er presentert i Tabell 3.

Det ble ikke tatt sedimentprøve på stasjon 1 på grunn av hardbunn (fjell) med lite sediment. Det lille sedimentet som kom opp hadde litt lukt. Sedimentene på stasjon 2 og 3 hadde naturlig lukt og var uten synlige belastningseffekter. TOC nivåene var lave (tilstandsklasse I) på begge stasjonene.

Resultatene fra kornfordelingsanalysene viste noe variasjon i finstoffandelene mellom stasjon 2 og 3, med henholdsvis 44,1 % og 62,6 %.

Tabell 3. Sedimentanalyser. TOC og kornfordeling, Hjartøy, 12.04.2012.

St.	Sedimentbeskrivelse	TOC, mg/g	N-TOC*	Tilstandskl.	Pelitt= % <0,063 mm	pH / Eh (redoks)
1	Skjellsand og mørk grå silt. Lite sediment med noe lukt	ip**	ip**		ip**	ip**
2	Grå silt med naturlig lukt	7,4	17	I – Meget god	44,1	
3	Grå silt og leire med naturlig lukt	7,3	14	I – Meget god	62,6	

* Miljøklassifisering (SFT - Molvær m.fl. 1997) basert på TOC forutsetter at konsentrasjonen av TOC i sedimentet standardiseres for teoretisk 100% finstoff (pelitt) < 0.063 mm iht. til formelen: Normalisert TOC = målt TOC + 18 x (1-F), hvor F er andel av finstoff (Aure m.fl. 1993).

** ip = ikke prøvetatt pga. fjellbunn med lite sediment

3.2.2 Total fosfor, total nitrogen, sink og kobber i sedimenter

Tabell 4 viser nivåene av fosfor, nitrogen, sink og kobber i sedimentene. Det ble ikke tatt sedimentprøve på stasjon 1 på grunn av hardbunn (fjell) med lite sediment.

Innholdet av fosfor var lavt på stasjon 2 og 3, med henholdsvis 1500 og 2200 mg/kg. Det samme var nitrogenkonsentrasjonene (998 og 1100 mg/kg).

Zn nivåene var generelt lave på begge stasjonene (59 og 91 mg/kg). Sedimentene klassifiseres til tilstandsklasse I med hensyn til sink.

Nivåene av kobber var også lave begge stasjonene (13 og 20 mg/kg) og klassifiseres til tilstandsklasse I.

Tabell 4. Sedimentanalyser. Total fosfor (P-total), total nitrogen (N-total), sink (Zn) og Kobber (Cu), alle i mg/kg TS, Hjartøy, 12.04.2012.

St.	P-total	N-total	Zn	Tilst.klassif. Zn	Cu	Tilst.klassif. Cu
1	ip**	ip**	ip**		ip**	
2	1500	998	58,5	I Bakgrunn	13,2	I Bakgrunn
3	2200	1100	91,3	I Bakgrunn	19,9	I Bakgrunn

** ip = ikke prøvetatt pga. fjellbunn med lite sediment

3.3 Bunndyr

3.3.1 Kvalitativ (semikvantitativ) bunndyrsanalyse på stasjon 1

Resultatene fra den semikvantitative bunndyrsanalysen er presentert i Tabell 5.

Bunndyrsamfunnet har utpreget lav artsrikdom med kun tre arter. Den forurensningstolerante børstemarken *Capitella capitata* dominerer på stasjonen. Forekomstene av blåskjell (*Mytilus edulis*) skyldes sannsynligvis nedfall av epifauna fra merdene. Om børstemarken *Prionospio sp.* er forurensningstolerant vites ikke, men flere arter i denne slekten er kjent som opportunistiske. En vanlig forekommende bunndyrgruppe som Echinodermata (pigghuder) er ikke registrert på stasjonen. Pigghuder er gjerne den dyregruppen som først forsvinner ved høye organiske belastninger. Det er heller ikke funnet krepsdyr (Crustacea). Bunndyrsamfunnet er påvirket av oppdrettsvirksomheten.

Tabell 5: Semikvantitativ bunndyrsanalyse. Artslister og forekomst på stasjon 1, Hjartøy 2012. Miljøtilstand iht. Norsk standard -klassifisering (NS 9410). X=Tilstede, XX=Få, XXX=Hyppig, XXXX=Svært hyppig.

Gruppe	Taxa	Forekomst
Polychaeta	<i>Prionospio</i> sp.	XXX
	<i>Capitella capitata</i>	XXXX
Mollusca	<i>Mytilus edulis</i>	X
Crustacea		0
Echinodermata		0
Varia		0
Ant. arter		3
Miljøtilstand	<i>Iht. NS 9410 klassifisering</i>	3 (dårlig)

3.3.2 Kvantitative bunndyrsanalyser på stasjon 2 og 3

3.3.2.1 Artsmangfold

Resultatene fra de kvantitative bunndyrsanalysene er presentert i Tabell 6.

På stasjon 2 ble det registrert 985 individer fordelt på 68 arter. Artsmangfoldet uttrykt ved Shannonindeksen (4,5) og Hurlberts diversitetsindeks (30) ga tilstandsklasse I Svært god.

På stasjon 3 ble det registrert 773 individer fordelt på 66 arter. Artsmangfoldet uttrykt ved Shannonindeksen (3,8) og Hurlberts diversitetsindeks (27) ga tilstandsklasse I Svært god.

J (Pielous jevnhetsindeks) er et mål på hvor likt individene er fordelt mellom artene, og vil variere mellom 0 og 1. En stasjon med lav verdi har en ”skjev” individfordeling mellom artene, som indikerer at bunndyrssamfunnet er forstyrret. Jevnhetsindeksene varierte noe mellom stasjonene fra 0,62 på stasjon 3 til 0,74 på stasjon 2. Begge har moderat høye indekser, som viser at individene ikke er nevneverdig skjevt fordelt mellom artene på begge stasjonene.

Tabell 6. Antall arter og individer (pr. 0,2 m²), diversitetsindekser og jevnhet i bløtbunnsamfunnene, Hjartøy 12.04.2012. H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ES_{100} = Forventet artstall i en tilfeldig stikkprøve på 100 individer fra stasjonen. J = Pielous jevnhetsindeks. Klassifisering av miljøtilstand er vist ved tilstandsklasser og fargekoder.

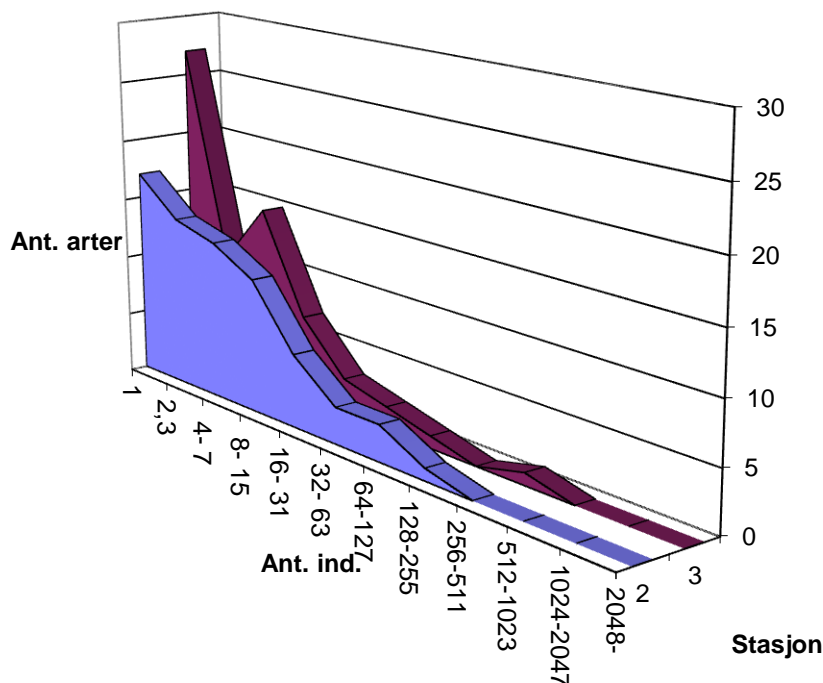
St.	Individtall	Ant arter	H'	ES_{100}	J
2	985	68	4,5 – I	30 – I	0,74
3	773	66	3,8 – I	27 – I	0,62

3.3.2.2 Geometriske klasser

Figur 4 viser antall arter plottet mot antall individer, der antallet individer er delt inn i geometriske klasser.

Det vises til Vedlegg 1 for en forklaring av begrepet geometriske klasser og beskrivelse av metoden. Bakgrunnen for analysen er at et upåvirket samfunn består av mange arter med lavt individtall, slik at kurven starter høyt på y-aksen, mens et forstyrret samfunn har færre arter og noen få av dem svært tallrike, slik at kurven flater ut og strekker seg mot høyere klasser.

Kurvene for begge stasjonene har noe ulike forløp. Stasjon 3 starter relativt høyt og strekker seg lengst ut mot høyere klasser. Ingen av kurvene tyder på at bunndyrssamfunnene er forstyrret.

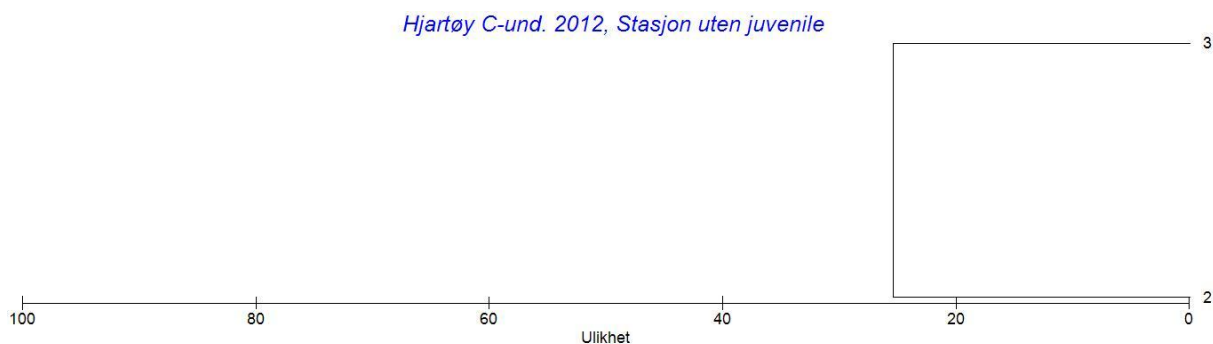


Figur 4. Bløtbunnsfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser for bunndyrsstasjonene, Hjartøy 12.04.2012 (pr. 0,2 m²).

3.3.2.3 Clusteranalyse

For å undersøke likheten i faunasammensetning mellom stasjonene ble den multivariate teknikken clusteranalyse benyttet (se metodebeskrivelse i Vedlegg 1). Resultatene fra denne er presentert i dendrogram i Figur 5. I dendrogrammet er graden av ulikhet mellom stasjonene uttrykt langs den horisontale aksene. To stasjoner med identisk arts- og individfordeling vil få verdien 0 (0 % ulikhet), mens to stasjoner uten like arter, vil få verdien 1 (100 % ulikhet). Metoden gjør det dermed mulig å identifisere grupper av stasjoner med like arts- og individforhold. I tillegg gjør den det lettere å synliggjøre eventuelle avvik som for eksempel kan knyttes til antropogene påvirkninger av bunndyrssamfunnet.

Figuren viser at faunasammensetningen på stasjon 2 og 3 er relativ lik, med 75 % likhet (25 % ulikhet).



Figur 5. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnsfaunaen, Hjartøy 12.04.2012

3.3.2.4 Artssammensetning

Hovedtrekkene i artssammensetningen er vist i form av en "topp ti" artsliste fra hver stasjon i Tabell 7. I Rygg (1995) er det listet opp de vanligste indikatorarter for miljøtilstand på marin bløtbunn. Listen inneholder både opportunistiske (forurensningstolerante) arter og ømfintlige arter. De førstnevnte blomstrer opp ved økning av belastninger, mens de sistnevnte fort forsvinner. Således kan "topp ti" listen gi god informasjon om eventuelle effekter på bunndyrssamfunnet som følge av økt organisk tilførsel fra oppdrettsnæringen.

Muslingen *Keliella abyssicola* er tallrik på begge stasjonene. I hvilken grad denne er forurensningstolerant vites ikke. Andre arter i samme slekt, som for eksempel *Keliella miliaris*, regnes som ømfintlige (Rygg 1995). Den forurensningstolerante børstemarken *Heteromastus filiformis* følger som nummer to på begge stasjonene, men med relativt beskjedne individtall. Ellers finnes det en naturlig blanding av ømfintlige og tolerante arter på begge topp-ti listene. Artsammensetningene gir ingen entydige indikasjoner på at bunndyrssamfunnene er forstyrret.

Tabell 7. Antall individer og kumulert prosent for de 10 dominerende artene på stasjonene ved Hjartøy, 12.04.12

Stasjon 2	Ant.	Kum.	Stasjon 3	Ant.	Kum.
<i>Keliella abyssicola</i>	181	18 %	<i>Keliella abyssicola</i>	315	40 %
<i>Heteromastus filiformis</i>	117	30 %	<i>Heteromastus filiformis</i>	89	52 %
<i>Notoproctus oculatus</i>	114	42 %	<i>Thyasira obsoleta</i>	53	58 %
<i>Eclysippe vanelli</i>	93	51 %	<i>Abra longicallus</i>	37	63 %
<i>Thyasira obsoleta</i>	52	56 %	<i>Eclysippe vanelli</i>	31	67 %
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	34	60 %	<i>Notoproctus oculatus</i>	26	70 %
Caudofoveata indet.	33	63 %	<i>Thyasira equalis</i>	16	73 %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	31	66 %	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	14	74 %
<i>Abra longicallus</i>	27	69 %	<i>Entalina tetragona</i>	11	76 %
<i>Chone</i> sp.	19	71 %	Caudofoveata indet.	10	77 %

4 Sammenfattende vurderinger

Resultatene fra miljøundersøkelsen ved Hjartøy 2012 kan sammenholdes som følger:

- Det ble registrert sprangsjikt på ca. 50 meters dyp på alle stasjonene. Oksygenmetningen i overflata var 80 %. Den falt litt mot sprangsjiktet, men økte igjen mot bunnen hvor det ble målt 70-80 % metning.
- Nivåene av totalt organisk karbon (TOC) var lave på stasjon 2 og 3, og sedimentene ble klassifisert til tilstandsklasse I Meget god. Nivåene av kobber og sink i sedimentene var også lave (tilstandsklasse I Bakgrunn) på de samme to stasjonene. Det ble heller ikke funnet forhøyede konsentrasjoner av total fosfor og total nitrogen. Det ble ikke tatt sedimentprøver på stasjon 1 på grunn av fjellbunn med lite sediment.
- En semikvantitativ bunndyrssanalyse på stasjon 1 viste at bunndyrssamfunnet her er påvirket av organiske belastninger, karakterisert ved lav artsrikdom og hyppige forekomster av forurensningstolerante børstemark (Miljøtilstand 3 Dårlig iht. NS 9410 klassifisering). De kvantitative bunndyrssanalysene ga tilstandsklasse I Svært god for bunndyrssamfunnene på stasjon 2 og 3. Begge samfunnene er karakterisert ved relativt høye diversitetsindekser, naturlig individfordeling uten dominans av forurensningstolerante arter.

Resultatene fra miljøundersøkelsen (type C) ved oppdrettslokaliteten Hjartøy viste lokale belastningseffekter i bunndyrssamfunnet i nærsone til anlegget. I overgangssone og i fjernsone ble det ikke påvist belastningseffekter i sedimenter eller bunndyrssamfunn.

5 Referanser

- Aure, J., Dahl, E., Green, N., Magnusson, J., Moy, F., Pedersen, A., Rygg, B og Walday, M., 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. *Rapport 510/93*.
- Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., og Hylland, K., 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. SFT veiledning TA-2229/2007. 12 s.
- Direktoratgruppen. 2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 01:2009. 180 s.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:03. 36 sider.
- NS 9410. 2007. Norsk standard for miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.
- ISO 5667-19, 2004. Guidance on sampling of marine sediments.
- ISO 16665, 2005. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.
- Rutt, G.P. & T.D. Pickering, 1993 The impact of livestock farming on welsh streams: The development and testing of a rapid biological method for use in the assessment and control of organic pollution from farms. *Env. Poll.* 81. 217-228.
- Rygg, B. 1995. Indikatorarter for miljøtilstand på marin bløtbunn. Klassifisering av 73 arter/taksa. En ny indeks for miljøtilstand, basert på innslag av tolerante og ømfintlige arter på lokaliteten. *NIVA-rapport 3347-95*, 68 s. ISBN-82-577-2877-2.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 Bunndyrstatistikk og artslister

Diversitetsmål

Diversitet er et begrep som uttrykker mangfoldet i dyre- og plantesamfunnet på en lokalitet. Det finnes en rekke ulike mål for diversitet. Noen tar mest hensyn til artsrikheten (mål for artsrikheten), andre legger mer vekt på individfordelingen mellom artene (mål for jevnhet og dominans). Ulike mål uttrykker derved forskjellige sider ved dyresamfunnet. Diversitetsmål er "klassiske" i forurensningsundersøkelser fordi miljøforstyrrelser typisk påvirker samfunnets sammensetning. Svakheten ved diversitetsmålene er at de ikke alltid fanger opp endringer i samfunnsstrukturen. Dersom en art blir erstattet med like mange individer av en ny art, vil ikke det gjøre noe utslag på diversitetsindeksene.

Shannon-Wieners indeks (Shannon & Weaver 1949)

er gitt ved formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

der n_i = antall individer av art i i prøven

N = totalt antall individer

s = antall arter

Indeksen tar hensyn både til antall arter og mengdefordelingen mellom artene, men det synes som indeksen er mest følsom for individfordelingen. En lav verdi indikerer et artsfattig samfunn og/eller et samfunn som er dominert av en eller få arter. En høy verdi indikerer et artsrikt samfunn.

Pielous mål for jevnhet (Pielou 1966)

har følgende formel, der symbolene er som i Shannon-Wieners indeks

$$J = \frac{H'}{\log_2 s}$$

Hurlberts diversitetskurver

Grafisk kan diversiteten uttrykkes i form av antall arter som funksjon av antall individer. Med utgangspunkt i totalt antall arter og individer i en prøve søker man å beregne hvor mange arter man ville vente å finne i delprøver med færre individer. Diversitetsmålet blir derved uavhengig av prøvestørrelsen og gjør at lokaliteter med ulik individtetthet kan sammenlignes direkte. Hurlbert (1971) har gitt en metode for å beregne slike diversitetskurver basert på sannsynlighetsberegning.

ES_n er forventet antall arter i en delprøve på n tilfeldig valgte individer fra en prøve som inneholder totalt N individer og s arter og har følgende formel:

$$ES_n = \sum_{i=1}^s \left[1 - \frac{\binom{N-N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

der N = totalt antall individ i prøven

N_i = antall individ av art i

n = antall individ i en gitt delprøve (av de N)

s = totalt antall arter i prøven

Plott av antall arter i forhold til antall individer

Artene deles inn i grupper/klasser etter hvor mange individer som er registrert i en prøve. Det vanlige er å sette klasse I = 1 individ pr. art, klasse II = 2-3 individer, klasse III = 4-7 individer, klasse IV = 8-15 individer, osv.,

slik at de nedre klassegrensene danner en følge av ledd på formen 2^x , $x=0,1,2,\dots$. En slik følge kalles en geometrisk følge, derfor kalles klassene for geometriske klasser. Hvis antall arter innenfor hver klasse plottes mot klasseverdien på en lineær skala, vil det fremkomme en kurve som uttrykker individfordelingen mellom artene i samfunnet. Det har vist seg at i prøver fra upåvirkede samfunn vil det være mange arter med lavt individantall og få arter med høyt individantall, slik at vi får en entoppet, assymetrisk kurve med lang "hale" mot høye klasseverdier. Denne kurven vil være godt tilpasset en log-normal fordelingskurve.

Ved moderat forurensing forsvinner en del av de individfattige artene, mens noen som blir begunstiget, øker i antall. Slik flater kurven ut, og strekker seg mot høyere klasser eller den får ekstra topper. Under slike forhold mister kurven enhver likhet med den statistiske log-normalfordelingen. Derfor kan avvik fra log-normalfordelingen tolkes som et resultat av en påvirkning/forurensing. Det har vist seg at denne metoden tidlig gir utslag ved miljøforstyrrelse. Ved sterk forurensning blir det bare noen få, men ofte svært tallrike arter tilbake. Log-normalfordelingskurven vil da ofte gjenoppstå, men med en lavere topp og spredt over flere klasser enn for uforstyrrede samfunn.

Faunaens fordelingsmønster

Variasjoner i faunaens fordelingsmønster over området beskrives ved å sammenligne tettheten av artene på hver stasjon. Til dette brukes multivariate klassifikasjons- og ordinasjons-analyser (Cluster og MDS).

Analysene i denne undersøkelsen ble utført ved hjelp av programpakken PRIMER v5. Inngangsdata er individantall pr. art, pr. prøve. Prøvene kan være replikater eller stasjoner. Det tas ikke hensyn til hvilke arter som opptrer. Forut for klassifikasjons- og ordinasjonsanalysene ble artslistene dobbelt kvadratrot-transformert. Dette ble gjort for å redusere avviket mellom høye og lave tetthetsverdier og dermed redusere eventuelle effekter av tallmessig dominans hos noen få arter i datasettet.

Clusteranalyse

Analysen undersøker faunalikheten mellom prøver. For å sammenligne to prøver ble Bray-Curtis ulikhetsindeks benyttet (Bray & Curtis 1957):

$$d_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n |X_{ki} - X_{kj}|}{\sum_{k=1}^n (X_{ki} + X_{kj})}$$

der n = antall arter sammenlignet

X_{ki} = antall individ av art k i prøve nr. i

X_{kj} = antall individ av art k i prøve nr. j

Indeksen avtar med økende likhet. Vi får verdien 1 hvis prøvene er helt ulike, dvs. ikke har noen felles arter. Identiske arts- og individtall vil gi verdien 0. Prøver blir gruppert sammen etter graden av likhet ved å bruke "group-average linkage". Forholdsvis like prøver danner en gruppe (cluster). Resultatet presenteres i et tredigram (dendrogram).

Referanser:

Bray, R.T. & J.T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27:325-349.

Hurlbert, S.N. 1971. The non-concept of the species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology* 52:577-586.

Pielou, E. C. 1966. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology* 10, 370-383.

Shannon, C.E. & W. Weaver, 1949. The Mathematical Theory of Communication. *Univ Illinois Press*, Urbana 117 s.

Rekke	Klasse	Orden	Art/Taxa	01	02	Sum
Stasjonsnr.: 2						
	FORAMINIFERA					
			Foraminifera indet.	-1	-1	-2
PORIFERA						
			Porifera indet.	-1	-1	-2
NEMERTINI						
			Nemertini indet.	4	1	5
NEMATODA						
			Nematoda indet.	2		2
SIPUNCULIDA						
			Golfingia sp.	4	2	6
			Onchnesoma squamatum	1	1	2
			Onchnesoma steenstrupi	21	13	34
ANNELIDA						
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Paraonis gracilis	13	3	16
		Spionida				
			Laonice sarsi	1	2	3
			Prionospio dubia	3	4	7
			Spiophanes kroyeri	6	1	7
			Spiochaetopterus typicus		1	1
			Aphelochaeta sp.	4	4	8
		Capitellida				
			Heteromastus filiformis	57	60	117
			Notomastus latericeus	1	2	3
			Lumbriclymene sp.	1	1	2
			Notoproctus oculatus	43	71	114
			Chirimia biceps	1		1
			Clymenura borealis	1	2	3
			Euclymene lindrothi	6	7	13
			Praxillella praetermissa	1	4	5
			Praxillella sp.	3	4	7
		Phyllodocida				
			Eulalia tjalfiensis	1		1
			Protomystides exigua	1	1	2
			Sthenelais jeffreysi		1	1
			Nereimyra punctata		1	1
			Exogone verugera	3	5	8
			Goniada maculata		1	1
		Amphinomida				
			Paramphinome jeffreysi	16	15	31
		Eunicida				
			Paradiopatra fiordica	1		1
			Paradiopatra sp.	2	6	8
			Lumbrineris sp.	5	4	9
		Flabelligerida				
			Diplocirrus glaucus	1		1
		Terebellida				
			Anobothrus gracilis	6	3	9
			Eclysispe vanelli	43	50	93
			Pista malmgreni	1		1
			Proclea malmgreni	3	13	16
			Streblosoma bairdi	7	3	10
			Streblosoma intestinale	5		5

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Sabellida	Terebellides stroemi	1	2	3
			Chone sp.	10	9	19
			Ditrupa arietina	1	1	2
CRUSTACEA						
	Copepoda					
			Copepoda indet.		1	1
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Campylaspis sp.	1		1
			Diastylis cornuta	2	1	3
			Diastylis rathkei		1	1
		Tanaidacea				
			Tanaidacea indet.	1	2	3
		Amphipoda				
			Eriopisa elongata	2	2	4
			Oedicerotidae indet.	1	1	2
			Nicippe tumida	1		1
			Harpinia sp.		2	2
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	24	9	33
	Opisthobranchia					
		Cephalaspidea				
			Philine sp.	1		1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			Nucula tumidula	9	5	14
			Ennucula tenuis	1		1
			Yoldiella lucida	8	3	11
		Arcoidea				
			Bathyarca pectunculoides	1	3	4
		Veneroida				
			Axinulus eumyrius	1		1
			Mendicula ferruginosa	1	7	8
			Thyasira croulinensis	8	6	14
			Thyasira equalis	10	9	19
			Thyasira obsoleta	21	31	52
			Parvicardium minimum	3	1	4
			Abra longicallus	16	11	27
			Kelliella abyssicola	91	90	181
		Pholadomyoidea				
			Tropidomya abbreviata		4	4
	Scaphopoda					
		Gadilida				
			Entalina tetragona	1	3	4
ECHINODERMATA						
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Amphipholis squamata	1		1
			Amphilepis norvegica	3	3	6
			Ophiura carnea	1	2	3
			Ophiuroidea indet. juv.		3	3
	Holothuroidea					
		Dactylochirotida				
			Echinocucumis hispida	2	1	3
	Apodida					
			Labidoplax buskii		1	1
			<i>Maks:</i>	91	90	181
			<i>Antall:</i>	63	60	73
			<i>Sum:</i>			987

Stasjonsnr.: 3

FORAMINIFERA

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
PORIFERA			Foraminifera indet.	-2		-2
NEMERTINI			Porifera indet.	-1		-1
NEMATODA			Nemertini indet.	2		2
SIPUNCULIDA			Nematoda indet.	1		1
ANNELIDA			Golfingia sp.	2		2
			Onchnesoma steenstrupi	7		7
	Polychaeta					
		Orbiniida				
			Paraonis gracilis	2	2	4
		Spionida				
			Laonice sarsi	1		1
			Prionospio dubia	3	2	5
			Spiophanes kroyeri	4	2	6
			Spiochaetopterus typicus	5	2	7
			Aphelochaeta mcintoshii		1	1
			Aphelochaeta sp.	1		1
		Capitellida				
			Heteromastus filiformis	45	44	89
			Notoproctus oculatus	16	10	26
			Nicomache sp.	1		1
			Clymenura borealis	1	6	7
			Euclymene lindrothi	1		1
			Praxillella praetermissa	2	2	4
			Praxillella sp.	6	2	8
		Phyllodocida				
			Eulalia tjalfiensis	1		1
			Paranaitis sp.		1	1
			Aphrodita perarmata		1	1
			Malmgreniella glabra	1	2	3
			Goniada maculata		1	1
			Aglaophamus pulchra		1	1
		Amphinomida				
			Paramphinode jeffreysii	8	6	14
		Eunicida				
			Paradiopatra sp.	1		1
			Lumbrineris sp.	3	3	6
		Oweniida				
			Galathowenia oculata	1	3	4
		Flabelligerida				
			Diplocirrus glaucus	1		1
			Pherusa plumosa	1		1
			Pherusa flabellata		1	1
		Terebellida				
			Anobothrus gracilis	1	2	3
			Eclysippe vanelli	17	14	31
			Pista malmgreni	1	2	3
			Proclea malmgreni	3	4	7
			Streblosoma bairdi	1	2	3
			Streblosoma intestinale	5	3	8
			Terebellides stroemi	2	3	5
		Sabellida				
			Chone sp.	4	5	9
CRUSTACEA						
	Malacostraca					
		Cumacea				
			Eudorella sp.		1	1
			Diastylis rathkei		1	1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Art/Taxa</i>	<i>01</i>	<i>02</i>	<i>Sum</i>
		Tanaidacea				
			Tanaidacea indet.	1		1
		Amphipoda				
			Eriopisa elongata	1	3	4
			Oedicerotidae indet.		1	1
			Harpinia sp.		2	2
		Isopoda				
			Gnathia sp.		1	1
MOLLUSCA						
		Caudofoveata				
			Caudofoveata indet.	6	4	10
		Opisthobranchia				
			Pyramidellomorpha			
			Turbonilla rufa		1	1
		Cephalaspidea				
			Diaphana sp.	1		1
		Bivalvia				
			Nuculoida			
			Nucula tumidula	2	4	6
			Yoldiella lucida	5	1	6
			Yoldiella solidula		2	2
		Arcoidea				
			Bathyarca pectunculoides	1		1
		Veneroida				
			Axinulus eumyrius		1	1
			Mendicula ferruginosa		3	3
			Thyasira croulinensis	5	4	9
			Thyasira equalis	9	7	16
			Thyasira obsoleta	29	24	53
			Parvicardium minimum		1	1
			Abra longicallus	17	20	37
			Kelliella abyssicola	72	243	315
		Pholadomyoidea				
			Tropidomya abbreviata	4	2	6
			Cuspidaria lamellosa		1	1
		Scaphopoda				
			Gadilida			
			Entalina tetragona	6	5	11
ECHINODERMATA						
		Ophiuroidea				
			Ophiurida			
			Amphilepis norvegica	2	1	3
			Ophiura carnea		1	1
			Ophiuroidea indet. juv.	3	6	9
		Holothuroidea				
			Apodida			
			Labidoplax buskii	1		1
			Maks:	72	243	315
			Antall:	52	52	70
			Sum:			780
				TOTAL:	Maks:	315
					Sum:	1767

Vedlegg 2. Analysebeviser

10-603.a_111017Analyserapport 'Splitt i to'
Erstatter: 10-603.a_110614 Analyserapport 'Splitt i to'

Redigert av: LTG
Godkjent: _____



Framsenteret,
9296 TROMSØ
Foretaksnr.: NO 950 614 110 MVA
Tel: 77 75 03 50 e-post: post@unilab.no



ANALYSERAPPORT

Sedimentprøver

Kunde: Akvaplan Niva
Kunde referanse: Prosjekt 5856
Kontaktperson: Bjørn Erik Bye
Adresse: Framsenteret

Postnr./sted:

Tel:

Fax:

Dato: 14.05.2012

Rapport nr.: UA 1134
Analyseparameter(e): Splitt-i-to, TOC,
Kontaktperson: Lisa Torske

Analyseansvarlig: *Lisa Torske* (sign.)

Underskriftsberettiget: *May-Helen Horn* (sign.)

Prøve id. Unilab	Kundens id.	Matrix	Prøvens beskaffenhet ved mottak	Mottatt Unilab	Analyseperiode
1134/1	pr.5856 st.2	Sediment	Frossen	13.04.2012	18.04-23.04.12
1134/2	pr.5856 st.3	Sediment	Frossen	13.04.2012	18.04-23.04.12

Analysene gjelder bare for de prøver som er testet. De oppgitte analyseresultat omfatter ikke feil som måtte følge av prøvetagningen, inhomogenitet eller andre forhold som kan ha påvirket prøven før den ble mottatt av laboratoriet. Rapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. En eventuell klage skal leveres laboratoriet senest en måned etter mottak av analyseresultat.

Side 1 av 2

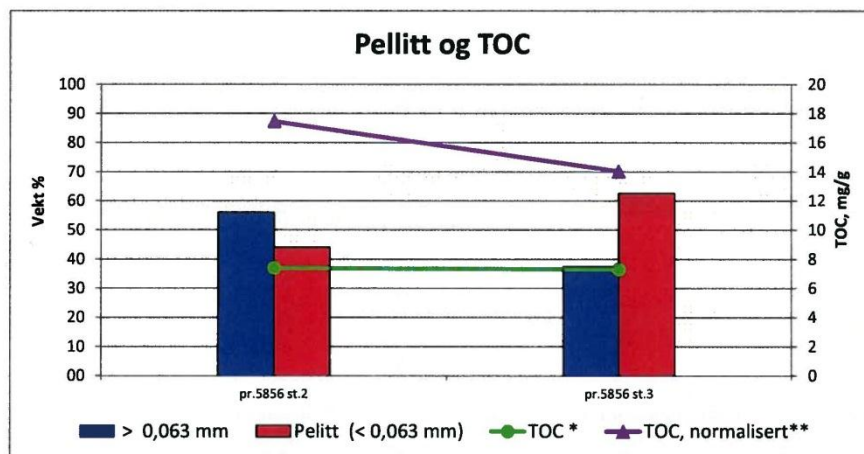
Resultater

Kundens id.:		pr.5856 st.2	pr.5856 st.3
Parameter	Enhet	1134/1	1134/2
> 0,063 mm	vekt %	55,9	37,4
Pelitt (< 0,063 mm)	vekt %	44,1	62,6
TOC *	% TS	0,74	0,73
TS (TOC) *	%	59,6	53,9
TOC i mg/g**	mg/g TS	7,4	7,3
TOC, normalisert**	mg/g TS	17	14
Cu *	mg/kg TS	13,2	19,9
Zn *	mg/kg TS	58,5	91,3
P-total *	% TS	0,15	0,22
	mg/kg TS**	1500	2200
N-total*	mg/kg TS	998	1100

* Analysen er utført av ALS Laboratory Group Norway

** Beregninger utført av Unilab Analyse AS

TOC, normalisert = målt TOC mg/g + 18*(1-F), der F=andel finstoff (pellitt) gitt ved %pellitt/100.



Side 2 av 2

Rapport

N1203814

Side 1 (3)

ZFARZSKC4Q



Prosjekt
Bestnr
Registrert 2012-04-24
Utstedt 2012-05-02

Unilab Analyse A/S
Ingar H. Wasbotten

Polarmiljøsentret
N-9296 Tromsø
Norge

Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	UA 1134/1 Sediment					
Labnummer	N00194814					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (%)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	59.6	5.96	%	1	1	KARO
TOC	0.74	0.15	% TS	1	1	KARO
N-total	998	202	mg/kg TS	2	1	KARO
P-total*	0.150	0.040	% TS	3	1	KARO
Cu	13.2	2.64	mg/kg TS	4	1	KARO
Zn	58.5	11.7	mg/kg TS	4	1	KARO
Laboratorierapport*	-----		se vedl	5	1	KARO

Deres prøvenavn	UA 1134/2 Sediment					
Labnummer	N00194815					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (%)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (E)	53.9	5.39	%	1	1	KARO
TOC	0.73	0.15	% TS	1	1	KARO
N-total	1100	222	mg/kg TS	2	1	KARO
P-total*	0.220	0.047	% TS	3	1	KARO
Cu	19.9	3.99	mg/kg TS	4	1	KARO
Zn	91.3	18.2	mg/kg TS	4	1	KARO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Karoline Ottestad Rod
2012.05.02 20:22:27
Client Service
karoline.rod@alsglobal.com

Rapport

N1203814

Side 2 (3)

ZFARZSKC4Q



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	Bestemmelse av TOC ved IR-bestemmelse (Praha) Metode: CZ_SOP_D06_07_055 (basert på ISO 10694, modifisert og EN 13137/B, modifisert) Deteksjon og kvantifisering: IR Kvantifikasjonsgrenser: 10-100 mg/kg TS Tøking: Prøvene er blitt tørket ved 105 grader dersom ikke annet er bestilt og oppgitt i analyserapporten
2	Bestemmelse av N-total Metode: DIN ISO 11261 (modifisert Kjeldahl-metode) Rapporteringsgrense: 50 mg/kg TS
3	Bestemmelse av P-total Metode: CSN 720116 Deteksjon og kvantifisering: Spektrofotometri Rapporteringsgrense: 0,050 %TS
4	Analyse av tungmetaller (M-1C) (enkelte elementer) Metode: EPA metoder 200.7, ISO 11885 Forbehandling: Siktning 2 mm. Oppslutning jordprøver: HNO ₃ og 0,5 ml H ₂ O ₂ i mikrobølgeovn. Oppslutning slam- og sedimentprøver: HNO ₃ /vann (1:1) i mikrobølgeovn.
5	Originalrapporter fra utførende laboratorier vedlagt

Godkjenner	
KARØ	Karoline Rod

Underleverandør	
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harčě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Česká Lípa Bendlova 1687/7, 470 03 Česká Lípa Pardubice V Ráji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen
N-0214 Oslo
Norway

Web: www.alsglobal.no
E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00
Fax: + 47 22 52 51 77

Dokumentet er godkjent
og digitalt signert av

Karoline Ottestad Rod
2012.05.02 20:22:27
Client Service
karoline.rod@alsglobal.com