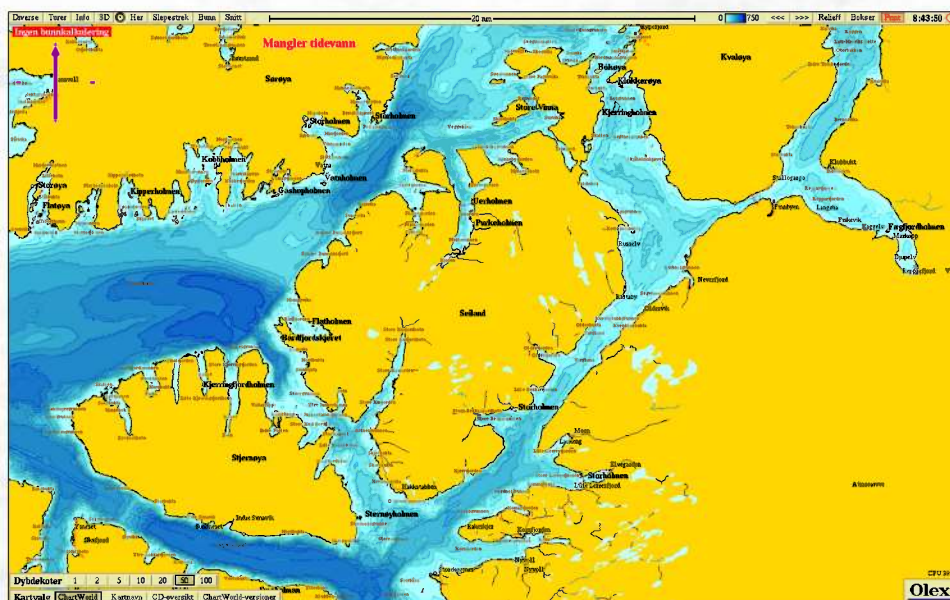


Cermaq Norway AS. C undersøkelse på oppdrettslokaliteten Storholmen 2014



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**

Cermaq Norway AS. C undersøkelse på oppdrettslokaliteten Storholmen 2014

Forfatter(e) / Author(s)

Hans-Petter Mannvik

Per-Arne Emaus

Akvaplan-niva rapport nr / report no

7251.01

Dato / Date

10.02.15

Antall sider / No. of pages

13 + Vedlegg

Distribusjon / Distribution

Gjennom oppdragsgiver

Oppdragsgiver / Client

Cermaq Norway AS

Oppdragsg. referanse / Client's reference

Jonny Opdahl

Sammendrag / Summary

Det er gjennomført en miljøovervåking type C ved oppdrettslokaliteten Storholmen. Det ble påvist belastningseffekter i sedimentet fra fjernsonen og bunndyrsamfunn fra nærsone, mens faunaen i overgangs- og fjernsonen var uforstyrret.

Prosjektleder / Project manager

Handwritten signature of Per-Arne Emaus in blue ink.

Per-Arne Emaus

Kvalitetskontroll / Quality control

Handwritten signature of Roger Velvin in blue ink.

Roger Velvin

© 2015 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 stasjonsplassering	4
2.3 Hydrografi og oksygen	5
2.4 Bløtbunnsundersøkelse.....	5
2.4.1 Sediment	5
2.4.2 Bunndyr	6
3 RESULTATER.....	8
3.1 Hydrografi og oksygen	8
3.2 Sediment	8
3.2.1 TOC, kornfordeling og pH/Eh.....	8
3.2.2 Total fosfor, sink og kobber i sedimenter	8
3.3 Bunndyr	9
3.3.1 Kvalitativ (semikvantitativ) bunndyrsanalyse på stasjon Sh 1	9
3.3.2 Kvantitative bunndyrsanalyser på stasjon Sh 2 og Sh 3	9
4 SAMMENFATTENDE VURDERINGER	12
5 REFERANSER.....	13
6 VEDLEGG	14
Vedlegg 1 Bunndyrsstatistikk og artslister	14
Vedlegg 2. Analysebeviser	23

Forord

Akvaplan-niva har gjennomført en miljøundersøkelse type C på oppdrettslokaliteten Storholmen. Oppdragsgiver har vært Cermaq Norway AS. Undersøkelsen inngår i selskapets miljøovervåking av bunnpåvirkningen fra lokaliteten.

Følgende personer har deltatt:

Per-Arne Emaus	Akvaplan-niva	Feltarbeid, rapport, prosjektleder.
Roger Velvin	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (Varia). Bunndyrsanalyser. KS rapport.
Hans-Petter Mannvik	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (pigghuder). Rapport.
Rune Palerud	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (krepsdyr). Statistikk.
Jesper Hansen	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (bløtdyr).
Andrey Sikorski	Akvaplan-niva	Identifisering bunndyr (børstemark).
Kristine H Sperre	Akvaplan-niva	Koordinering av bunndyrsortering.

Akvaplan-niva vil takke Cermaq Norway AS for godt samarbeid.

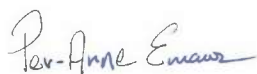
Akkreditert virksomhet:

Undersøkelsen er utført av Akvaplan-niva AS med følgende underleverandører

- Unilab Analyse AS, Tromsø
- ALS Laboratory Group, Tsjeckia

 NORSK AKKREDITERING TEST 079	Akvaplan-niva AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for analyser av makrofauna og faglig vurderinger og fortolkninger, akkrediteringsnr. TEST 079. Akkrediteringen er i hht. NS-EN ISO/IEC 17025.
 NORSK AKKREDITERING TEST 061	Unilab Analyse AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for analyser av kornstørrelse, akkrediteringsnr. TEST 061. Akkrediteringen er i hht. NS-EN ISO/IEC 17025.
Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163)	ALS Laboratory Group er akkreditert av Czech Accreditation Institute (Lab nr 1163) for analyser av TOC, P-total, kobber og sink.

Tromsø, 10.02.2015



Per-Arne Emaus

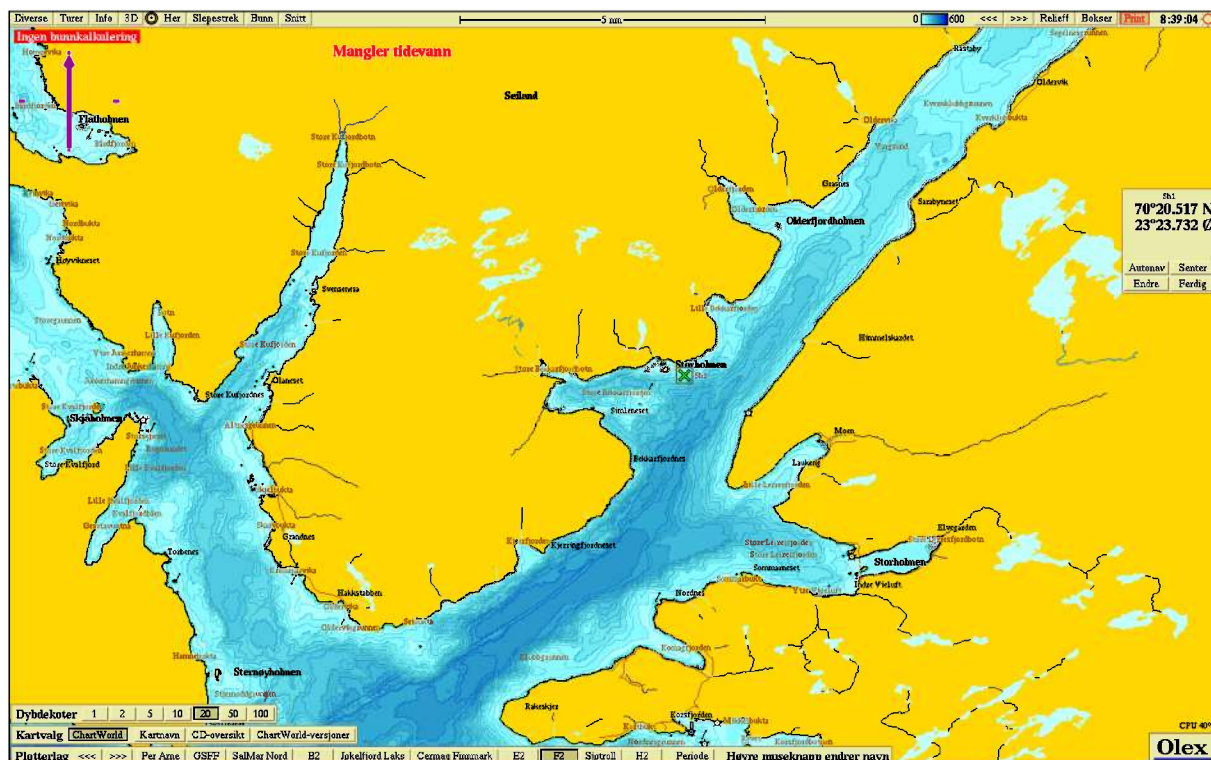
Prosjektleder

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Med bakgrunn i at Cermaq Norway ønsker å søke om utvidet biomasse produsert har de fått gjennomført C-undersøkelse (NS 9410:2007) ved lokalitet Storholmen.

Et oversiktskart for lokaliteten er vist i Figur 1.



Figur 1. Oversiktskart over Vargsund med lokalitet Storholmen markert med grønt kryss og koordinater oppgitt.

1.2 Drift

Det ble satt ut fisk ved lokaliteten i juni 2013. Biomasse ved prøvetakingstidspunktet var ca. 2100 tonn. Lokaliteten er planlagt utslettet januar 2015 (pers. medd. Jonny Opdahl).

1.3 Tidligere undersøkelser

Lokaliteten har hatt jevnlig miljøundersøkelser i form av B-undersøkelser, hvor den siste ga lokalitetstilstand 1 (Bye, 2013).

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). En oversikt over det faglige programmet er gitt 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 macro fauna.*
- NS 9410-07. *Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine oppdrettsanlegg.*
- Prosedyreark. *Kvalitetshåndbok for Akvaplan-niva.*
- SFT (nå Miljødirektoratet) 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 02:2013. *Klassifisering av miljøtilstand i vann.* Norsk klassifiseringssystem for vann i henhold til vannforskriften. Veileder fra Direktorsgruppen.

Tabell 1. Faglig program på stasjonene ved Storholmen 2014. TOC = total organisk karbon, TOT-P = total fosfor, Zn = sink, Cu = kobber, Korn = kornfordeling. pH/Eh = Surhetsgrad og redokspotensial.

Stasjon (sone)	Type undersøkelse
Sh 1 (nærsone)	Kvalitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOT-P. Zn. Cu. Hydrografi/O ₂ . pH/Eh.
Sh 2 (overgangssone)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOT-P. Zn. Cu. Hydrografi/O ₂ .
Sh 3 (fjernsone)	Kvantitativ bunndyrsanalyse. TOC. Korn. TOT-P. Zn. Cu. Hydrografi/O ₂ .

Feltarbeidet ble gjennomført 14.11.2014.

2.2 Resipientbeskrivelse og stasjonsplassering

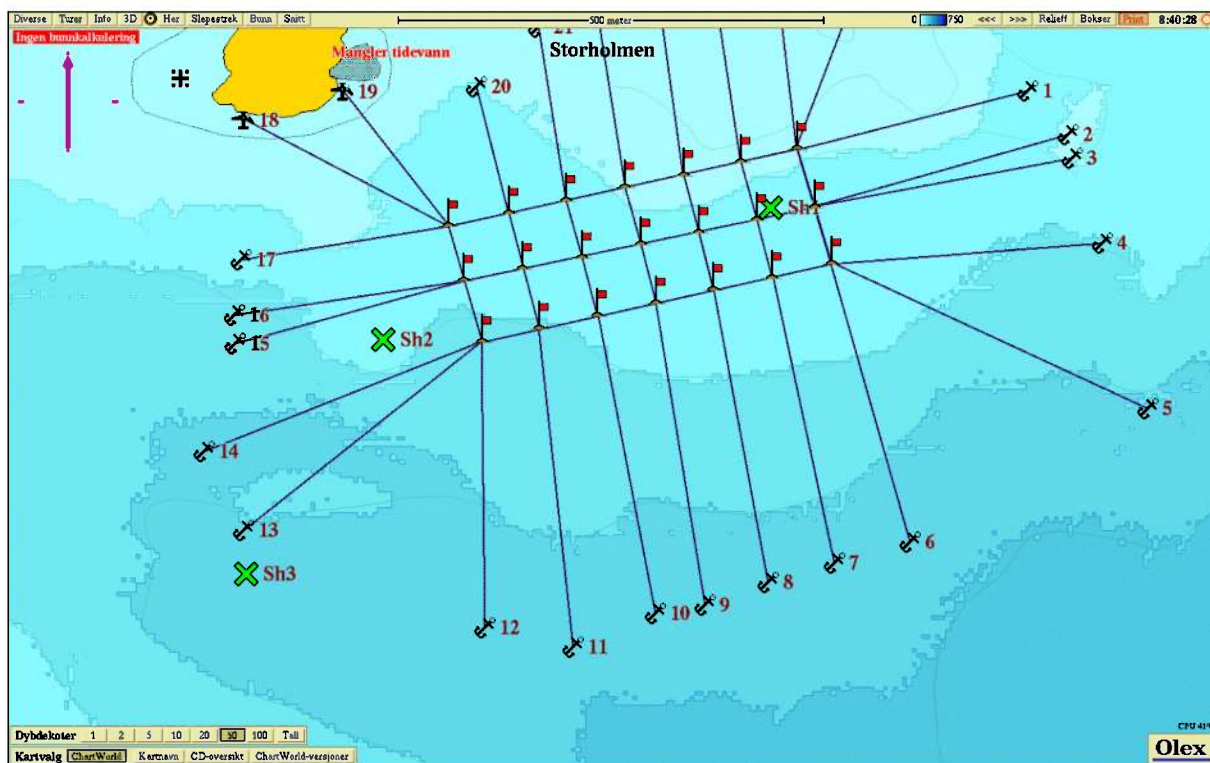
Lokalitet Storholmen ligger på sørøst-siden av øya Seiland i Alta kommune. Bunnen under anlegget ligger på rundt 60 meter og skråner relativt slakt og jevnt sørover mot det dypeste området i det strømsterke Vargsundet, som ligger på rundt 260 meter.

Stasjonsplasseringene er valgt på bakgrunn av strømmålinger som er gjennomført ved lokaliteten ved spredningsdyp (Bye, 2013).

En oversikt over stasjonsdyp og GPS koordinater er gitt i Tabell 2. Stasjonsplasseringene er vist i Figur 2. **Error! Reference source not found.**

Tabell 2. Stasjonsdyp og -koordinater, Storholmen 2014.

Stasjon	Sh 1	Sh 2	Sh 3
Dyp (m)	62	81	159
GPS	N70°20,517 Ø23°23,732	N70°20,433 Ø23°23,001	N70°20,284 Ø23°22,743



Figur 2: Stasjonskart, Storholmen 2014.

2.3 Hydrografi og oksygen

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

2.4 Bløtbunnsundersøkelse

2.4.1 Sediment

2.4.1.1 Totalt organisk karbon (TOC) og kornfordeling

Sedimentprøve ble samlet inn med en 0,1 m² van Veen grabb på stasjon Sh 3, mens det ikke var mulig å få godkjente prøver for sedimentanalyser på Sh 1 og Sh 2. Prøven ble innsamlet for analyser på totalt organisk karbon (TOC) og kornfordeling. En kvalitativ beskrivelse (farge/lukt/belastning) ble gjennomført. Prøven 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 Miljødirektoratet) veiledning 97:03 (Molvær *m. fl.*, 1997).

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 (TOT-P), sink (Zn) og kobber (Cu)

Sedimentprøvene for bestemmelse av total fosfor, sink og kobber ble samlet inn med en 0,1 m² van Veen grabb på stasjon Sh 3, mens det ikke var mulig å få godkjente prøver for sedimentanalyser på Sh 1 og Sh 2. Prøven ble tatt fra det øverste sedimentlaget (1 cm).

Prøven for metallanalyse ble frysetørket før den ble oppsluttet i mikrobølgeovn i lukket teflonbeholder med konsentrert ultraren salpetersyre og hydrogenperoksid. Konsentrasjonene av metallene kobber (Cu) og sink (Zn) ble bestemt ved hjelp av ICP-SFMS. Prøven for total fosfor ble tørket ved 105°C. Mengde tørrstoff i prøven ble bestemt gravimetrisk. Etter dekomponering av prøven bestemmes P₂O₅ ved hjelp av spektrofotometri. P-total beregnes fra P₂O₅.

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 TOT-P 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	150-360 Tilstandsklasse II God	360-590 Tilstandsklasse III Moderat	590-4500 Tilstandsklasse IV Dårlig	> 4500 Tilstandsklasse V Svært dårlig
Cu mg/kg	< 35 Tilstandsklasse I Bakgrunn	35-51 Tilstandsklasse II God	51-55 Tilstandsklasse III Moderat	55-220 Tilstandsklasse IV Dårlig	> 220 Tilstandsklasse V Svært dårlig

2.4.1.3 Redoks- og pH målinger

Det var for lite sediment i grabben på stasjon Sh 1 til å få utført en kvantitativ kjemisk undersøkelse av sedimentet (pH/Eh-måling).

2.4.2 Bunndyr

2.4.2.1 Om organisk påvirkning av bunndyrssamfunn

Utslipp av organisk materiale (fôrestre/fekalier) fra marine 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. Endringer i artsmangfold under og ved oppdrettsmerder kan i stor grad knyttes til endringer av organisk innhold (fôr og fekalier) i sedimentet.

2.4.2.2 Innsamling og fiksering

Alle bunndyrprøvene 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 materiale.

2.4.2.3 Kvalitative (semikvantitative) bunndyrsanalyser

Det ble tatt én prøve på stasjon Sh 1 i nærsone til utslippet. Sortert materiale ble opparbeidet semikvantitativt, som vil si at ett replikat fra stasjonen 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 02:2013 (Vannforskriften). Da må det gjennomføres kvantitativ bunndyrsanalyse (se under). I følge NS 9410 kan klassifisering av miljøtilstanden under anlegget (nærsone) baseres på antallet arter og artssammensetning (se kap. 6.7 i NS 9410:2007).

2.4.2.4 Kvantitative bunndyrsanalyser

På stasjon Sh 2 (overgangssone) ble det bare samlet inn en prøve pga. vanskelige bunnforhold og på Sh 3 (fjærnsone) ble det innsamlet to prøver (replikater) iht. retningslinjene i NS 9410 (2007). 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 02:2013 (Vannforskriften) benyttet. Følgende statistiske metoder ble benyttet for å beskrive samfunnenes struktur og for å vurdere likheten mellom ulike samfunn:

- Shannon-Wiener diversitetsindeks (H')
- Hurlberts diversitetsindeks (ES_{100}) - forventet antall arter pr. 100 individer
- Pielou's jevnhetsindeks (J)
- Ømfintlighetsindeks (ISI); kan være misvisende ved lavt arts og/eller individantall
- Senitivitetsindeks (NSI)
- Sammensatt indeks for artsmangfold og ømfintlighet ($NQI1$)
- Ømfintlighetsindeks som inngår i $NQI1$ ($AMBI$)
- Tetthetsindeks (DI); brukes ved lavt arts og/eller individantall
- Antall arter plottet mot antall individer i geometriske artsklasse
- Clusteranalyser
- De ti mest dominerende taksa pr. stasjon (topp-10)

Indeksene og jevnhetsindeksene er beregnet som snitt av to replikater for hver stasjon.

Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks (fra Veileder 02:2013).

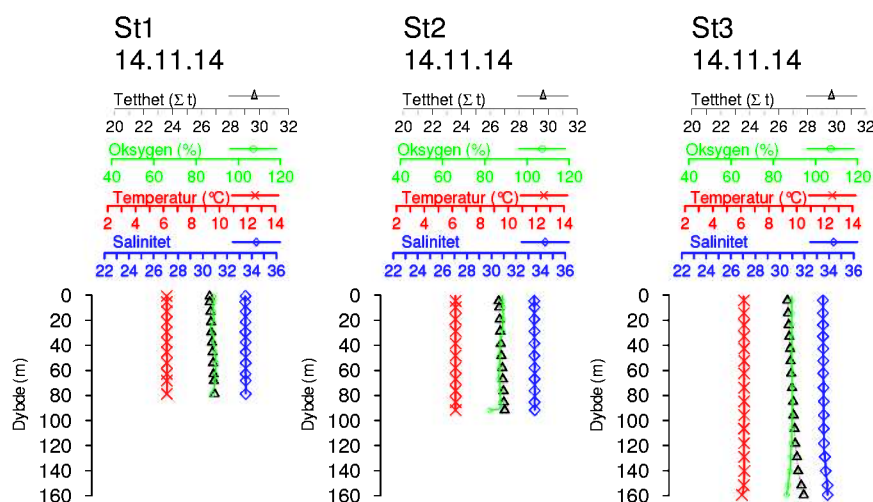
Indeks	I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
$NQI1$	0.9 - 0.82	0.82 - 0.63	0.63 - 0.49	0.49 - 0.31	0.31 - 0
H'	5.7 - 4.8	4.8 - 3.0	3.0 - 1.9	1.9 - 0.9	0.9 - 0
ES_{100}	50 - 34	34 - 17	17 - 10	10 - 5	5 - 0
ISI_{2012}	13 - 9.6	9.6 - 7.5	7.5 - 6.2	6.1 - 4.5	4.5 - 0
NSI	31 - 25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
DI	0 - 0,30	0,30 - 0,44	0,44 - 0,60	0,60 - 0,85	0,85 - 2,05

3 Resultater

3.1 Hydrografi og oksygen

Vertikalprofilene for temperatur, salinitet, tetthet og oksygenmetning ved Storholmen er vist i Figur 3.

Profilene viste homogene og naturlige verdier for samtlige parametere gjennom hele vannsøylen på alle stasjonene, med oksygenmetning på rundt 90 % og salinitet på rundt 33 promille.



Figur 3: Vertikalprofiler. Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygen på stasjonene ved Storholmen 2014.

3.2 Sediment

3.2.1 TOC, kornfordeling og pH/Eh

Nivå av organisk karbon (TOC) og kornfordeling i sedimentet er presentert i Tabell 3.

Det lyktes ikke å få gode nok sediment i prøvene for analyse på stasjon Sh 1 og Sh 2. pH/Eh-målinger ble heller ikke utført på Sh 1.

TOC-nivået var tydelig forhøyet i sedimentene fra Sh 3 (tilstandsklasse IV), og andelen finstoff lavt (17,0 %).

Tabell 3. Sedimentanalyser. TOC og kornfordeling. Storholmen 2014. Ip = ikke prøvetatt.

St.	Sedimentbeskrivelse	TOC, mg/g	N-TOC*	Tilstandskl.*	Pelitt= % <0,063 mm	pH/Eh (redoks)
Sh 1	Stein og litt sand. Frisk lukt	Ip	Ip	-	Ip	Ip
Sh 2	Stein og litt sand. Frisk lukt	Ip	Ip	-	Ip	-
Sh 3	Olivengrønn grov sand. Stein. Frisk lukt	24,0	38,9	IV Dårlig	17,0	-

* Miljøklassifisering (SFT - Molyvær 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).

3.2.2 Total fosfor, sink og kobber i sedimenter

Nivåene av total fosfor, sink og kobber er presentert i Tabell 4. Det lyktes ikke å få gode nok sediment i prøvene for analyse på stasjon Sh 1 og Sh 2.

Sedimentet på Sh 3 var ikke belastet med fosfor, sink eller kobber. Tilstandsklassifisering for sink og kobber ga klasse I Bakgrunn.

Tabell 4. Sedimentanalyser. Total fosfor (TOT-P), sink (Zn) og kobber (Cu), alle i mg/kg TS, Storholmen 2014. Ip = ikke prøvetatt.

St.	TOT-P	Zn	Tilst.klassif. Zn	Cu	Tilst.klassif. Cu
Sh 1	Ip	Ip	-	Ip	-
Sh 2	Ip	Ip	-	Ip	-
Sh 3	1840	19,3	I Bakgrunn	11,8	I Bakgrunn

3.3 Bunndyr

3.3.1 Kvalitativ (semikvantitativ) bunndyrsanalyse på stasjon Sh 1

Resultatene fra den semikvantitative bunndyrsanalysen er presentert i Bunndyrsamfunnet var utpreget artsfattig (fire arter) og dominert av børstemarken *Capitella capitata*, som er en forurensningsindikator. Vanlig forekommende bunndyrgrupper som krepsdyr, pigghuder og bløtdyr ble ikke funnet på stasjonen. Klassifisering av miljøtilstand i henhold til NS 9410, basert på antall arter og dominans, viste miljøtilstand 3 (dårlig).

Tabell 5.

Bunndyrsamfunnet var utpreget artsfattig (fire arter) og dominert av børstemarken *Capitella capitata*, som er en forurensningsindikator. Vanlig forekommende bunndyrgrupper som krepsdyr, pigghuder og bløtdyr ble ikke funnet på stasjonen. Klassifisering av miljøtilstand i henhold til NS 9410, basert på antall arter og dominans, viste miljøtilstand 3 (dårlig).

Tabell 5. Semikvantitativ bunndyranalyse. Liste over taxa og forekomster av bunndyr på Sh 1, Storholmen, 2014. Miljøtilstand vurdert iht. Norsk standard -klassifisering (NS 9410). 0= ikke funnet, X=Tilstede, XX=Få, XXX=Hyppig, XXXX=Svært hyppig.

Gruppe	Taxa	Forekomst
Polychaeta	<i>Capitella capitata</i>	XXXX
	<i>Ophryotrocha</i> sp.	XX
	Syllidae indet	X
	Polychaeta indet	X
Crustacea		0
Mollusca		0
Echinodermata		0
Varia		0
Ant. arter		4
NS 9410	Klassifisering av miljøtilstand	3

3.3.2 Kvantitative bunndyrsanalyser på stasjon Sh 2 og Sh 3

3.3.2.1 Artsmangfold, ømfintlighet og jevnhet

Resultatene fra de kvantitative bunndyranalysene er presentert i Tabell 6. På Sh 2 ble det bare samlet inn ett replikat på grunn av vanskelige bunnforhold.

På Sh 2 (ett replikat) ble det registrert 310 individer fordelt på 58 arter. På Sh 3 (to replikater) ble det registrert 527 individer fordelt på 108 arter. Bunndyrindeksene viste økologisk tilstandsklasse I/II på Sh 2 og klasse I på Sh 3.

Det var ikke unaturlig lavt arts- eller individantall på stasjonene og tetthetsindeksen DI er derfor bare vist i Vedlegg 1.

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, og indikerer at bunndyrssamfunnet er forstyrret. Jevnhetsindeksene var høye på begge stasjonene (0,74 og 0,90) som viste jevn individfordeling mellom artene.

Tabell 6. Antall arter og individer (pr. 0,1 m² for Sh 2; pr. 0,2 m² for Sh 3), diversitetsindekser og jevnhet i bløtbunnsamfunnene (ett replikat på Sh 2, snitt av to replikater på Sh 3), Storholmen 2014. H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks. ES_{100} = Hurlberts diversitetsindeks. $NQI1$ = sammensatt indeks (diversitet og ømfintlighet). ISI_{2012} = ømfintlighetsindeks. NSI = sensitivitetsindeks. J = Pielous jevnhetsindeks. Økologisk tilstandsklassifisering basert på observert verdi av indeks iht. Vannforskriften (Veileder 02:2013).

St.	Individtall	Ant arter	H'	ES_{100}	$NQI1$	ISI_{2012}	NSI	J
Sh 2 *	310	58	4,32	31,4	0,784	11,40	25,8	0,74
Sh 3	527	108	5,39	45,5	0,826	10,84	25,3	0,90

*Kun ett replikat.

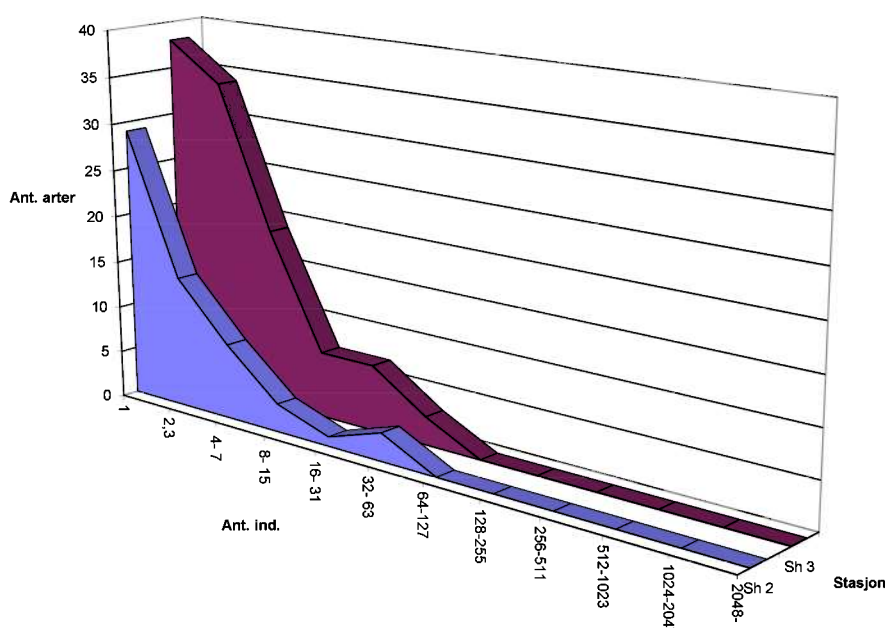
I Svært god	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
-------------	--------	-------------	-----------	----------------

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. Et forstyrret samfunn har færre arter og noen få av dem svært tallrike, slik at kurven flater ut og strekker seg mot høyere klasser.

Begge kurvene har naturlig høye startpunkter og strekker seg ikke langt ut mot høyere klasser. Kurveforløpene indikerte uforstyrret fauna i begge undersøkte bunndyrssamfunn.



Figur 4. Bløtbunnsfauna vist som antall arter mot antall individer pr. art i geometriske klasser for bunndyrssasjonene ved Storholmen 2014 (pr. 0,2 m²).

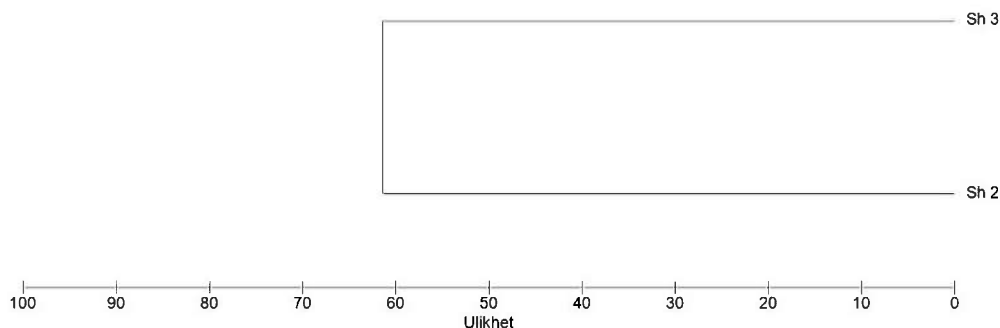
3.3.2.3 Clusteranalyser

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 akse. To stasjoner med identisk arts- og individfordeling vil få 0 % ulikhet, mens to stasjoner uten like arter, vil få 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.

Faunasammensetningen var 39 % lik på de to undersøkte stasjonene (61 % ulik).

Storholmen C-und. 2014. Stasjoner uten juvenile



Figur 5. Stasjonsvis clusterplott for bløtbunnsfaunaen ved Storholmen 2014.

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 og Norling (2013) inndeles artene i fem økologiske grupper (Ecological groups; EG) basert på verdien av sensitivitetsindeksene. Disse gruppene går fra sensitive arter (gruppe I) til forurensningsindikatorer (pollution indicator species; gruppe V).

Ingen arter som ble registrert på de to stasjonene var spesielt tallrike. På Sh 2 (ett replikat) var børstemarken *Chone* sp. den mest tallrike og utgjorde 19 % av individantallet i prøven. Denne børstemarken er plassert i EG I (sensitive arter). Av andre arter på Sh 2 med kjent EG var de fleste i gruppe II (nøytrale arter).

På Sh 3 (to replikat) var børstemarken *Chaetozone* sp. den mest tallrike og utgjorde bare 7 % av individantallet i prøven. Denne børstemarken er plassert i EG III (tolerante arter). Av andre arter på Sh 3 med kjent EG var det ingen opportunistiske arter eller forurensningsindikatorer. Faunasammensetningen på de to stasjonene viste dermed ingen klare tegn på forstyrrelser.

Tabell 7. Antall individer, kumulert prosent og økologisk gruppe* (Ecological groups = EG (NSI); fra Rygg & Norling, 2013) for de ti mest dominerende artene på stasjonene. Storholmen 2014. Ik = ikke kjent gruppe.

Sh 2**	Ant.	Kum.	EG	Sh 3	Ant.	Kum.	EG
<i>Chone</i> sp.	61	19 %	I	<i>Chaetozone</i> sp.	37	7 %	III
<i>Spionidae</i> indet.	48	34 %	III	<i>Chone</i> sp.	32	13 %	I
<i>Syllis armillaris</i>	42	47 %	Ik	<i>Melinna elisabethae</i>	32	18 %	II
<i>Dodecaceria concharum</i>	31	57 %	Ik	<i>Galathowenia oculata</i>	24	23 %	III
<i>Nicomache lumbricalis</i>	9	60 %	II	<i>Nothria hyperborea</i>	24	27 %	Ik
<i>Ophiopholis aculeata</i>	9	63 %	I	<i>Scoloplos</i> sp.	22	31 %	Ik
<i>Lepeta caeca</i>	8	65 %	Ik	<i>Modiolula phaseolina</i>	20	35 %	I
<i>Balanidae</i> indet.	7	67 %	Ik	<i>Owenia polaris</i>	18	38 %	Ik
<i>Ophiura robusta</i>	6	69 %	II	<i>Petaloproctus tenuis</i>	17	41 %	Ik
<i>Ophiuroidea</i> indet. juv.	6	71 %	II	<i>Syllis comuta</i>	17	45 %	III
<i>Podoceridae</i> indet.	6	73 %	Ik				

*Økologiske grupper: I = sensitive arter. II = nøytrale arter. III = tolerante arter. IV = opportunistiske arter.

V = forurensningsindikatorer (pollution indicator species). Fra Rygg og Norling 2013.

**Kun ett replikat.

4 Sammenfattende vurderinger

Resultatene fra miljøovervåkingen (type C) ved Storholmen i 2014 kan sammenholdes som følger:

- Profilene viste homogene og naturlige verdier for samtlige parametere gjennom hele vannsøylen på alle stasjonene, med oksygenmetning rundt 90 % og salinitet rundt 33 promille.
- Sedimentene på Sh 3 var tydelig belastet med organisk karbon (tilstandsklasse IV). På samme stasjon var ikke sedimentet belastet med fosfor, kobber eller sink. De to sistnevnte var i tilstandsklasse I. På Sh 1 og Sh 2 ble det ikke samlet inn tilstrekkelig sediment for analyser.
- Bunndyrsamfunnet på Sh 1 var tydelig forstyrret, vist ved lav artsrikdom og rik forekomst av forurensningsindikatorer. NS 9410 klassifisering ga miljøtilstand 3. Bunndyrsamfunnene på Sh 2 og Sh 3 var ikke forstyrret, vist med bunndyrindeksene i økologisk tilstandsklasse I og II.

Det ble påvist belastningseffekter i sedimentet fra fjernsonen og bunndyrsamfunn fra nærsone, mens faunaen i overgangs- og fjernsonen var uforstyrret.

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.
- Bye, B-E., 2013. Miljøundersøkelse type B, Storholmen januar 2013. Rapp. nr. APN-6274.03
- Bye, B-E., 2013. Strømmålinger Storholmen, spredning bunn. Rapp. nr. APN-6697.01
- Direktoratsgruppen. 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2013. 263 s.
- 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 macro fauna.
- 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.
- 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. & K. Norling 2013. Norwegian Sensitive Index (NSI) for marine macro invertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI). NIVA report SNO 6475-2013. 48 p.
- Pers. medd. Jonny Opdahl, Matfisksjef, Cermaq Norway avd Finnmark.

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 toppe. 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 kvadratrots-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).

Ømfintlighet (AMBI, ISI og NSI)

Ømfintligheten bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante arter, EG-IV: opportunistiske arter, EG-V: forurensningsindikerende arter. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av en forurensningspåvirkning.

NSI er en sensitivitetsindeks som ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata og ved bruk av en objektiv statistisk metode. En prøves NSI verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av alle individene i prøven.

Sammensatte indekser (NQI1 og NQI2)

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes både ut fra artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordøst-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2.

NQI1 indeksen er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$\text{NQI1 (Norwegian quality status, version 1)} = [0.5 * (1 - \text{AMBI}/7) + 0.5 * (\text{SN}/2.7) * (N/(N+5))]$$

Diversitetsindeksen SN = $\ln S / \ln(\ln N)$, hvor S er antall arter og N er antall individer i prøven

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.
- Rygg, B. 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine water of Norway. *NIVA report* SNO 4548-2002. 32 p.
- Shannon, C.E. & W. Weaver, 1949. The Mathematical Theory of Communication. *Univ Illinois Press*, Urbana 117 s.

Statistikk resultater Storholmen 2014:

Antall arter og individer per stasjon

st.nr.	tot.	Sh 2	Sh 3
no. ind.	837	310	527
no. spe.	131	58	108

Bunndyrindekser per replikat

st.nr.	tot.	Sh 2_01	Sh 3_01	Sh 3_02
no. ind.	837	310	104	423
no. spe.	131	58	45	96
Shannon-Wiener:		4,3	5,1	5,7
Pielou		0,74	0,93	0,86
ES100		31	44	47
SN		2,32	2,48	2,54
ISI-2012		11,40	11,21	10,47
AMBI *)		1,95	1,63	1,876
NQI1		0,78	0,82	0,83
NSI		25,8	25,8	24,7
DI		0,441	0,033	0,576

Bunndyrindekser, gjennomsnitt per stasjon

st.nr.	Sh 2	Sh 3
Shannon-Wiener:	4,32	5,39
Pielou	0,74	0,90
ES100	31,4	45,5
SN	2,32	2,51
ISI-2012	11,40	10,84
AMBI *)	1,95	1,75
NQI1	0,78	0,83
NSI	25,82	25,28
DI	0,44	0,30

AMBI på replikat Sh 2-1 29% av populasjonen har ikke AMBI verdi
Tilstandsklassifisering basert på DI (individdetthet) benyttes kun ved individfattig fauna.

Geometriske klasser

int.	Klasse.	Sh 2	Sh 3
1	1	29	38
2-3	2	14	34
4- 7	3	8	19
8- 15	4	3	7
16- 31	5	1	7
32- 63	6	3	3
64-127	7	0	0
128-255	8	0	0
256-511	9	0	0
512-1023	10	0	0
1024-2047	11	0	0
2048-	12	0	0

Artsliste

Storholmen C 2014

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Navn</i>	<i>Total Sum</i>	<i>Maks. ant. pr repl.</i>	<i>Ant. repl. med art/taxa</i>
PORIFERA						
CNIDARIA	Hydrozoa		Porifera indet.	-3	-1	3
	Anthozoa		Hydrozoa indet.	-2	-1	2
NEMERTINI			Edwardsia sp.	1	1	1
SIPUNCULIDA						
ANNELIDA	Polychaeta		Nemertini indet.	5	2	3
			Phascolion strombus	4	4	1
		Orbiniida	Scoloplos sp.	23	16	3
			Paradoneis lyra	1	1	1
		Spionida	Dipolydora socialis	2	1	2
			Dipolydora sp.	1	1	1
			Prionospio cirrifera	6	4	3
			Spio arctica	7	5	3
			Spio armata	1	1	1
			Spiophanes kroyeri	1	1	1
			Spionidae indet.	49	48	2
			Spiochaetopterus typicus	2	2	1
			Caulleriella killariensis	7	7	1
			Chaetozone sp.	37	31	2
			Cirratulus cirratus	7	5	3
			Dodecaceria concharum	31	31	1
			Macrochaeta clavicornis	1	1	1
		Capitellida	Capitella capitata	4	3	2
			Heteromastus filiformis	2	2	1
			Notomastus latericeus	10	7	3
			Nicomache lumbricalis	22	10	3
			Petaloproctus tenuis	17	14	2

Vest Finnmark C-und. 2014

Page 1

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Navn</i>	<i>Total Sum</i>	<i>Maks. ant. pr repl.</i>	<i>Ant. repl. med art/taxa</i>
			Chirimia biceps	1	1	1
			Praxillella sp.	2	2	1
			Euclymeninae indet.	2	2	1
			Maldanidae indet.	1	1	1
		Opheliida	Asclerocheilus intermedius	4	3	2
			Scalibregma inflatum	1	1	1
		Phyllodocida	Eteone flava/longa	3	2	2
			Eulalia viridis	1	1	1
			Eulalia sp.	1	1	1
			Eumida bahusiensis	1	1	1
			Eumida sanguinea	7	4	2
			Phyllodoce groenlandica	6	5	2
			Polynoidae indet.	4	2	2
			Pholoe assimilis	5	3	2
			Pholoe baltica	1	1	1
			Nereimyra punctata	5	5	1
			Hesionidae indet.	5	5	1
			Syllis armillaris	51	42	3
			Autolytus sp.	1	1	1
			Exogone verugera	2	2	1
			Syllis sp.	1	1	1
			Syllis cornuta	17	17	1
			Syllidae indet.	3	1	3
			Nereidae indet.	1	1	1
			Glycera capitata	7	4	2
			Nephtys paradoxa	1	1	1
			Nephtys pente	1	1	1
			Sphaerodoropsis minuta	1	1	1
			Sphaerodorum gracilis	1	1	1
		Amphinomida	Paramphinoe jeffreysii	2	2	1
		Eunicida	Nothria hyperborea	24	17	2
			Eunice pennata	13	8	3
			Lumbrineris mixochaeta	1	1	1
			Ophryotrocha sp.	3	2	2
		Oweniida	Galathowenia fragilis	2	1	2
			Galathowenia oculata	24	23	2
			Owenia polaris	18	17	2
		Flabelligerida	Brada inhabilis	1	1	1
			Flabelligera affinis	2	1	2
			Pherusa plumosa	3	3	1
			Pherusa arctica	1	1	1
		Terebellida	Ampharete finmarchica	7	7	1
			Glyphanostomum pallescens	1	1	1

Vest Finnmark C-und. 2014

Page 2

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Navn</i>	<i>Total</i>	<i>Maks.ant.</i>	<i>Ant.repl.</i>
				<i>Sum</i>	<i>pr repl.</i>	<i>med art/taxa</i>
			Melinna elisabethae	33	28	3
			Sabellides octocirrata	1	1	1
			Sosanopsis wireni	1	1	1
			Ampharetidae indet.	1	1	1
			Pista sp.	1	1	1
			Polycirrus sp.	1	1	1
			Proclea graffii	10	8	2
			Thelepus cincinnatus	5	3	3
			Terebellidae indet.	4	4	1
			Terebellides sp.	1	1	1
		Sabellida				
			Bispira sp.	2	2	1
			Chone sp.	93	61	3
			Euchone sp.	7	6	2
			Laonome kroyeri	1	1	1
			Sabellidae indet.	3	3	1
			Hydroides norvegicus	3	3	1
			Spirorbidae indet.	8	4	2
CRUSTACEA						
	Ostracoda					
			Ostracoda indet.	8	7	2
	Cirripedia					
		Thoracica				
			Balanidae indet.	12	7	3
	Malacostraca					
		Leptostraca				
			Nebalia sp.	1	1	1
		Cumacea				
			Leucon sp.	3	2	2
		Amphipoda				
			Haploops sp.	1	1	1
			Unciola leucopis	3	3	1
			Liljeborgia pallida	1	1	1
			Lysianassidae indet.	2	2	1
			Oedicerotidae indet.	3	2	2
			Harpinia sp.	2	1	2
			Podoceridae indet.	6	6	1
			Urothoe elegans	6	5	2
			Gammaridea indet.	2	2	1
		Isopoda				
			Gnathia sp.	1	1	1
			Janira maculosa	4	2	2
MOLLUSCA						
	Caudofoveata					
			Caudofoveata indet.	5	5	1
	Polyplacophora					

Vest Finnmark C-und. 2014

Page 3

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Navn</i>	<i>Total Sum</i>	<i>Maks. ant. pr repl.</i>	<i>Ant. repl. med art/taxa</i>
		Lepidopleurida				
			<i>Leptochiton cancellatus</i>	9	8	2
		Ischnochitonidae				
			<i>Stenosemus albus</i>	3	2	2
	Prosobranchia					
		Archaeogastropoda				
			<i>Puncturella noachina</i>	5	3	2
			<i>Lepeta caeca</i>	8	8	1
			<i>Margarites groenlandicus</i>	2	2	1
			<i>Moelleria costulata</i>	1	1	1
	Opisthobranchia					
		Nudibranchia				
			<i>Nudibranchia indet.</i>	1	1	1
	Bivalvia					
		Nuculoida				
			<i>Ennucula corticata</i>	1	1	1
			<i>Ennucula tenuis</i>	4	3	2
			<i>Nuculana minuta</i>	3	2	2
			<i>Nuculana pernula</i>	2	2	1
			<i>Yoldiella lucida</i>	2	2	1
			<i>Yoldiella nana</i>	2	2	1
			<i>Yoldiella solidula</i>	1	1	1
		Mytiloida				
			<i>Crenella decussata</i>	3	2	2
			<i>Dacrydium vitreum</i>	1	1	1
			<i>Modiolula phaseolina</i>	21	18	3
		Arcoida				
			<i>Bathyarca sp.</i>	3	3	1
		Ostreoidea				
			<i>Similipecten greenlandicus</i>	1	1	1
			<i>Heteranomia squamula</i>	3	2	2
		Veneroida				
			<i>Adontorhina similis</i>	2	1	2
			<i>Astarte crebricostata</i>	1	1	1
			<i>Parvicardium minimum</i>	1	1	1
			<i>Macoma calcarea</i>	2	2	1
		Myoida				
			<i>Hiatella arctica</i>	6	4	2
	Scaphopoda					
		Dentaliida				
			<i>Antalis sp.</i>	2	2	1
BRACHIOPODA						
	Articulata					
		Terebratulida				
			<i>Terebratulina septentrionalis</i>	1	1	1
			<i>Terebratulina sp. juv.</i>	4	2	2
			<i>Macandrevia cranium</i>	1	1	1
BRYOZOA						

Vest Finnmark C-und. 2014

Page 4

<i>Rekke</i>	<i>Klasse</i>	<i>Orden</i>	<i>Navn</i>	<i>Total</i>	<i>Maks.ant.</i>	<i>Ant.repl.</i>
				<i>Sum</i>	<i>pr repl.</i>	<i>med art/taxa</i>
ECHINODERMATA			Bryozoa indet.	-3	-1	3
	Asteroidea					
			Asteroidea indet. juv.	1	1	1
	Ophiuroidea					
		Ophiurida				
			Ophiopholis aculeata	14	9	2
			Ophiura robusta	13	7	2
			Ophiuroidea indet. juv.	16	10	2
	Echinoidea					
		Spartangoida				
			Spatangoida indet. juv.	1	1	1
TUNICATA	Holothuroidea					
		Dendrochirotida				
			Psolus sp. juv.	6	6	1
			Holothuroidea indet.	1	1	1
	Ascidacea					
			Ascidacea indet. (solit)	2	2	1

Vest Finnmark C-und. 2014

Page 5

Vedlegg 2. Analysebeviser

10-603.a_141114 Analyserapport 'Splitt i to'
Erstatter: 10-603.a_140108 Analyserapport 'Splitt i to'

Redigert av: LTO
Godkjent: _____



Framsenderet,
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 7251
Kontaktperson: Per-Arne Emaus
Adresse: Postboks 1247
Postnr./sted: 9504 Alta
Tel:
E-post: **Dato:** 30.12.2014

Rapport nr.: UA1446
Analyseparameter(e): Splitt i to, TOC, Cu, Zn og P
Kontaktperson: Ingar H. Wasbotten

Analyseansvarlig: *Lina Tordaa* (sign.)

Underskriftsberettiget: *Ingar H. Wasbotten* (sign.)

Prøve id. Unilab	Kundens id.	Matrix	Prøvens beskaffenhet ved mottak	Mottatt Unilab	Analyseperiode
1446/1	Storholmen st.3	sediment	frossen	08.12.14	08.12.-23.12.2014

MERKNAD: Prøven inneholder steiner større enn 15mm, som ikke er inkludert i analysen. Steinene ville utgjøre 3.7 vekt% av den totale prøven

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. Nærmere informasjon om metodeprinsipp, måleusikkerhet etc fås ved henvendelse til laboratoriet.

Side 1 av 2

Resultater

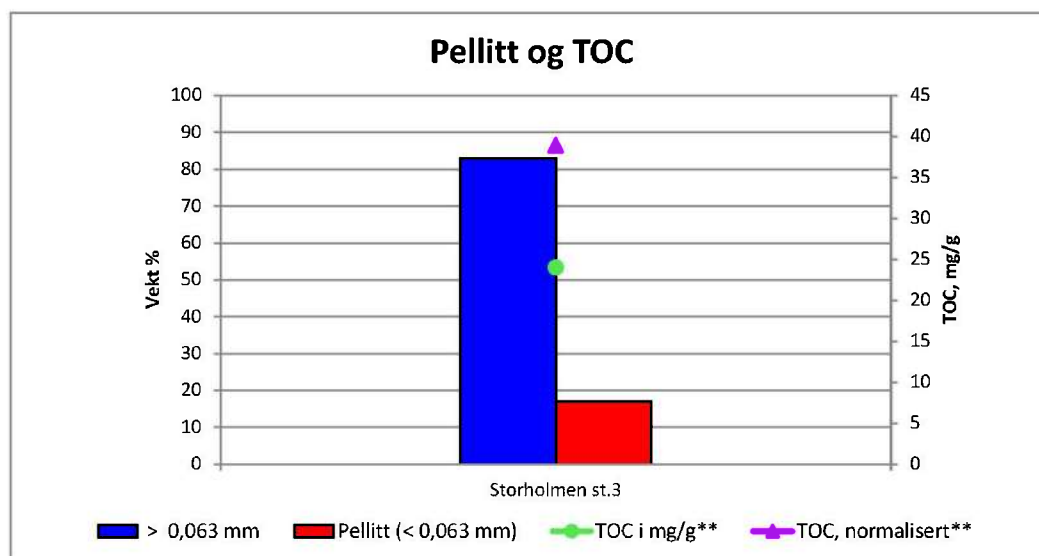
Kundens id.:		Storholmen st.3				
Parameter	Enhet	1446/1				
> 0,063 mm	vekt %	83.0				
Pelitt (< 0,063 mm)	vekt %	17.0				
TOC *	% TS	2.40				
TS (TOC) *	%	73.8				
TOC i mg/g**	mg/g TS	24.0				
TOC, normalisert**	mg/g TS	38.9				
Cu *	mg/kg TS	11.8				
Zn *	mg/kg TS	19.3				
P-total *	% TS	0.184				
	mg/kg TS**	1840				

* Analysen er utført av ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia

Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163

** Uakkreditert beregninger utført av Unilab Analyse AS

TOC, normalisert = $\text{målt TOC mg/g} + 18 \cdot (1-F)$, der F=andel finstoff (pellitt) gitt ved %pellitt/100.



Side 2 av 2