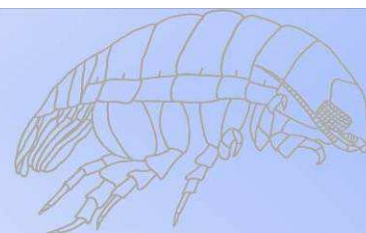


SAM e-Rapport

Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin
Uni Miljø





e-rapport nr: 27-2013

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Utåker i Kvinnherad kommune. Januar 2013

Trond E. Isaksen
Tone Vassdal
Per-Otto Johansen



 uni Research	SAM-Marin	 <small>NORSK AKKREDITERING</small> Test 157
SAM-Marin Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25	Internet: www.uni.no E-post: Sam-marin@uni.no Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA	

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra lokalitet Utåker i Kvinnherad kommune. Januar 2013.	Dato: 17.06.13 Antall sider og bilag: 45
Forfatter(e): Trond E. Isaksen Tone Vassdal Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Trond E. Isaksen Prosjektnummer: 807159

Oppdragsgiver: Marine Harvest Norway AS	Tilgjengelighet: Åpen
---	-----------------------

Abstract: This report describes the environmental conditions near the fish farm Utåker and the deepest area in Skåneviksfjorden nearby the fish farming seasite. The result is based on chemical- and geological sediment analyses, soft bottom macrofauna and oxygen in the bottom water. The environmental quality is assessed according to the classification system NS9410.

The oxygen content was high and the condition of the bottom fauna was very good in both the deepest part of Skåneviksfjorden and in the transition zone. No pollution of copper, zink or phosphorus was detected in these areas.

Close to the fish farm, copper pollution was detected. The benthic fauna was characterized by species tolerant to stress and by lower diversity compared to the other examined stations in this survey. These results indicate some, but acceptable, benthic impact from the fish farm.

Keywords: MOM-C, Fish farm, recipient, benthos, sediment, environment	Emneord: MOM-C, fiskeopdrett, resipient, bunndyr, sediment, miljø	ISSN NR.: 1890-5153 SAM e-Rapport nr. 27-2013
---	---	--

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger: Per-Otto Johansen	17.06.13	<i>Per-Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen: Tom Alvestad	17.06.13	<i>Tom Alvestad</i>

SAM-Marin er en del av Uni Research AS, og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, gløderest, korfordeling, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

Følgende er utført akkreditert:

Prøvetaking til sediment analyser, samlet av: SAM-Marin

Litoralundersøkelse utført av: -

Sortering av sediment utført av: Ragna Tveiten, Nargis Islam, Natalia Korableva og Ingrida Petruskaite

Identifikasjon av marin fauna utført av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen

Rapportering utført av: Trond E. Isaksen, Tone Vassdal, Per-Otto Johansen

Glødetapsanalyser utført av: -

Kornfordelingsanalyser utført av: Helge Grønning

Ikke akkreditert:

Glødetapsanalyser utført av Helge Grønning

LEVERANDØRER

Toktfartøy: Scallop, Kvitsøy Sjøtjenester AS

Kjemiske analyser utført av: Eurofins Norsk Miljøanalyse (Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg)) **akkrediteringsnummer** 003 (D-PL-14081-01-00)

Akkreditert: Kobber, sink, fosfor

Ikke akkreditert: TOC

Andre: -



Uni Miljø SAM-Marin
 Thormøhlensgate 55
 N 5008 Bergen
 Telefon +47 55 58 43 41 telefaks + 47 55 58 45 25
 Web uni.no/miljo epost sam-marin@uni.no
 Organisasjonsnummer 985 827 117 mva

MOM-C undersøkelse fra lokalitet Utåker i Kvinnherad kommune. Januar 2013

Informasjon oppdragsgiver :			
Rapport tittel:	MOM-C undersøkelse fra lokalitet Utåker i Kvinnherad kommune. Januar 2013		
Rapport-nummer:	27-2013	Lokalitetens navn:	Utåker
Lokalitetsnummer:	24135	GPS, senter i anlegg:	59° 46.6750N 005° 54.0410Ø
Fylke:	Hordaland	Kommune:	Kvinnherad
MTB-tillatelse:	3 600 tonn	Driftsleder:	Lars Håkon Sandvold
Dato undersøkelse:	16. januar 2013	Dato rapport:	17.06.13
Oppdragsgiver:	Marine Harvest Norway AS		

Hovedresultater fra MOMC-undersøkelse (NS 9410:2007) :				
Stasjoner		Stasjon UT-2 (nærsoner)	Stasjon UT-3 (overgangssone)	Stasjon UT-1 (fjernsone)
Parametre				
GPS (prøvestasjoner):		59° 46.514N 005° 53.986Ø	59° 46.401N 005° 54.044Ø	59° 46.305N 005° 54.456Ø
Fauna (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Antall arter:	9	50	35
	Antall individer:	3366	356	201
	Jevnhet (0-1):	0,34	0,84	0,87
	Shann.Wien. (H*) SW, tilst.klasse:		4,54 I – Svært god	4,26 I – Svært god
	Hurl.ind.(ES _{n=100}) Hurl.,tilst.klasse:		30,18 I – Svært god	27,51 I – Svært god
	Miljøtilst. SFT: MOM-tilstand:	- 2 (God)	I – Svært god I (Meget god)	
Normal. TOC	TOC (mg/g): TOC, tilst.klasse:	29,6 III	22,7 II	19,4 I
Elementer (resultater + Sft-tilstandsklasse)	Zn, (mg/kg): Zn, tilst.klasse:	130 I	160 II	160 II
	P (g/kg): P, kommentar:	2,80 Forhøyet	0,93 Normal	0,83 Normal
	Cu (mg/kg): Cu, tilst.klasse:	79 IV	25 I	25 I
	Oksygen	Målt verdi (%): O ₂ , tilst.klasse:	74 I - Meget god	74 I - Meget god
Sedimentkarakteristikk (MOMB-parameter):		I – Meget god	I – Meget god	I – Meget god
Ansvarlig feltarbeid / Signatur:		Tom Alvestad <i>Tom Alvestad</i>		

Uni Research driver forskning og utvikling innen helse, språk- og informasjonsteknologi, marinbiologi, miljø, klima, petroleum, kultur og samfunn.

Uni Research is engaged in research and development in the fields of health, language and information technology, marine biology, the environment, climate, petroleum, culture and the social sciences.

INNHOOLD

1 INNLEDNING	6
2 MATERIALE OG METODER.....	7
2.1 Undersøkelsesområdet.....	7
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	8
2.3 Produksjonsdata fra anlegget	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment.....	15
3.3 Kjemi.....	17
3.4 Bunndyr	18
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	22
5 TAKK	23
6 LITTERATUR.....	23
7 VEDLEGG.....	24
Generell vedleggsdel	25
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</i>	<i>34</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	<i>36</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i>	<i>40</i>
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i>	<i>41</i>
<i>Vedleggstabell 5. CTD/STD Data</i>	<i>43</i>

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra oppdrettslokaliteten Utåker i Skånevikfjorden, Kvinnherad kommune. Innsamlingene ble gjennomført 16. januar 2013.

Det har tidligere vært gjennomført MOM-B undersøkelser ved anlegget. Disse undersøkelsene har vist forhold med lokalitetstilstand 2 (God) i 2010 og 2012, (Ensrud, 2010)/(Kvalø et al. 2012), og lokalitetstilstand 1 (Meget god) i 2011 og 2013, (Ensrud & Hestetun, 2011)/(Jakobsen et al. 2013).

Strømmålinger utført ved lokaliteten vinteren 2011 viser at strømmen på 100 meters dyp har en sørvestlig hovedstrømretning med en sterk snittstrøm på 2,7 cm/s (Staveland, 2011).

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdet under og i nærområdet til oppdrettslokaliteten Utåker. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

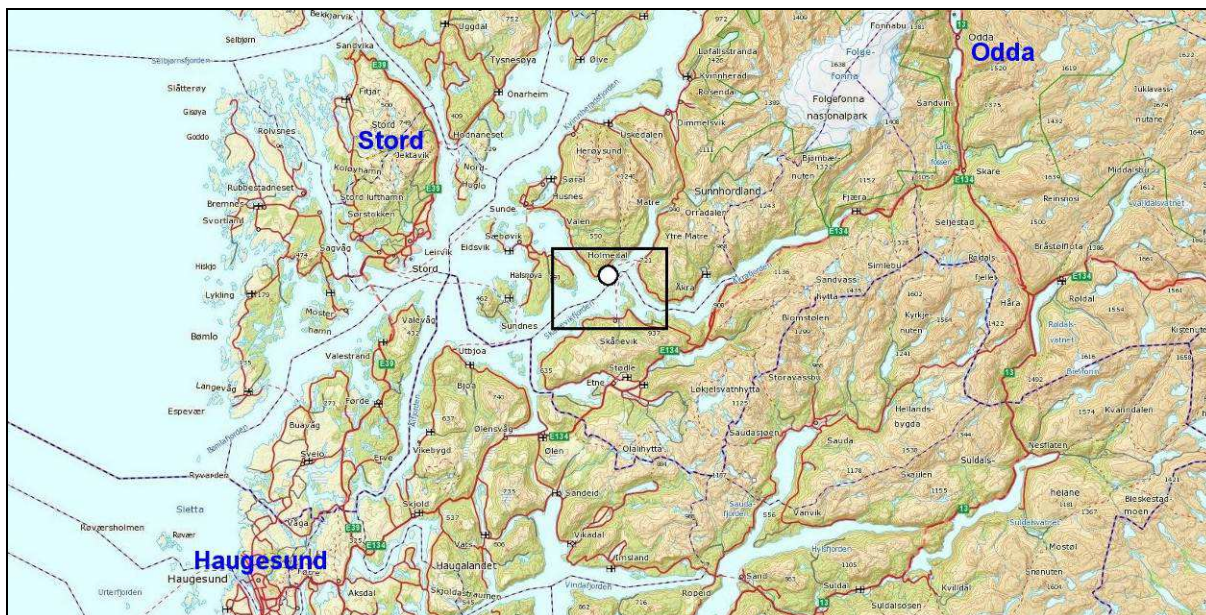
De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene vurderes opp mot KLIF sin tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007), Vanddirektivets indekser (Direktorats gruppa Vanddirektivet 2009) og mot C-delen av MOM-systemet (Norsk Standard NS 9410:2007).

Undersøkelsen er utført av Seksjon for Anvendt Miljøforskning – Marin (SAM-Marin) på oppdrag fra Marine Harvest Norway AS. SAM-Marin er en seksjon ved Uni Research AS. SAM-Marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970 og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra blant annet kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-Marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

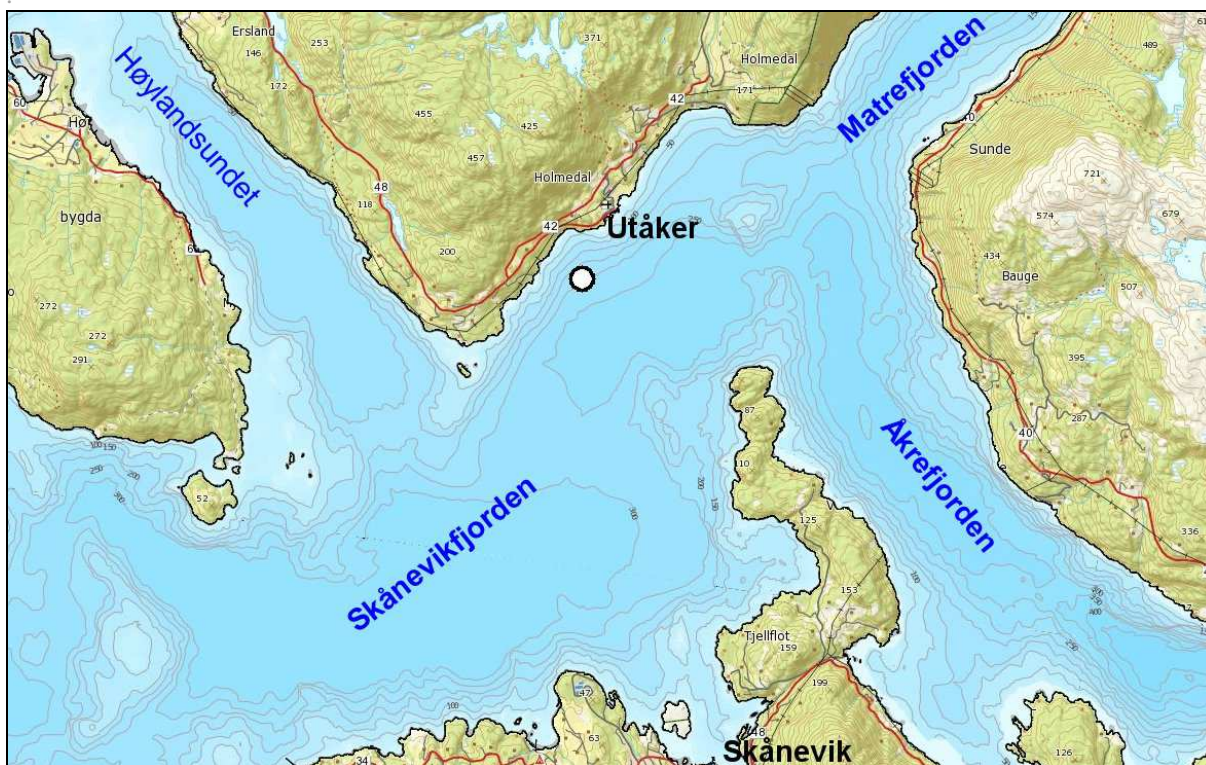
2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkellesområdet

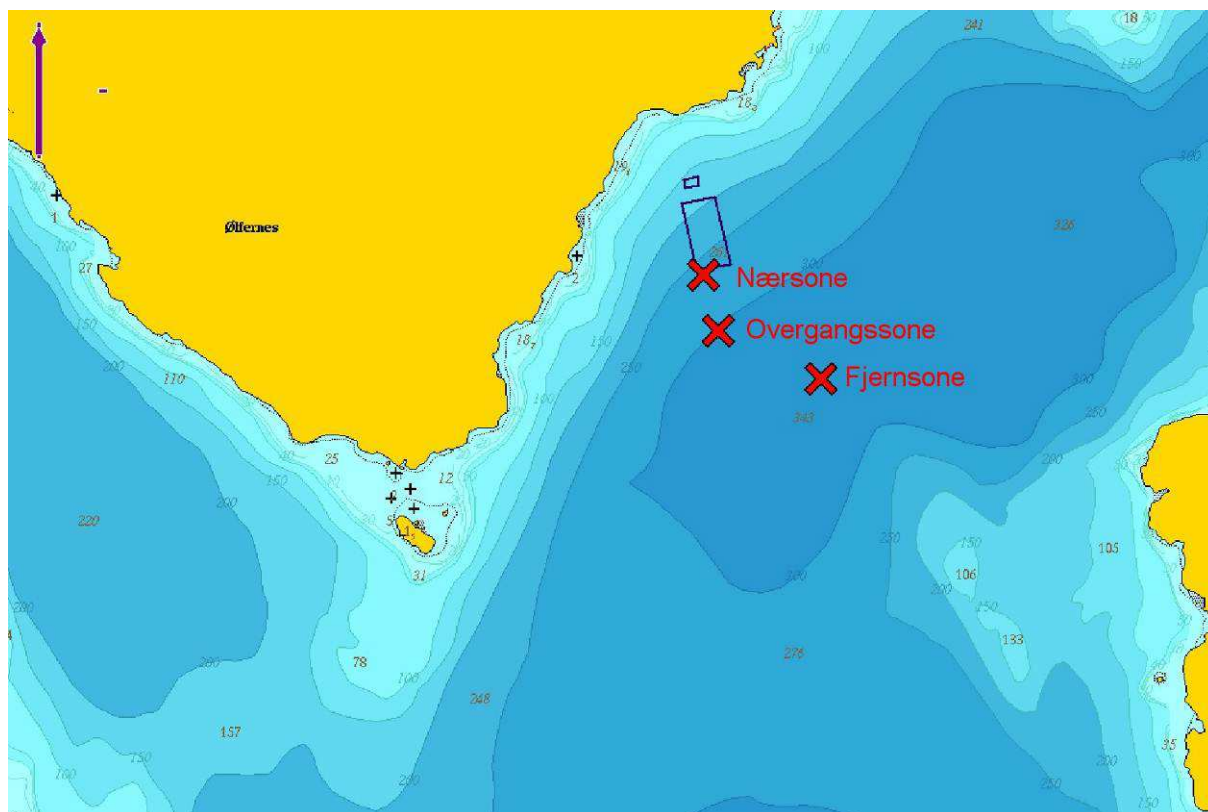
Lokaliteten Utåker ligger i den nordøstlige delen av Skånevikfjorden i Kvinnherad kommune, nær innløpet til Matrefjorden og Åkrafjorden. Bunnen under anlegget skrår fra ca. 200 meter innerst til 300 meter. Fjorden utenfor lokaliteten skrår ned mot 350 meters dyp i sørøstlig retning med en terskel på ca. 276 meters dyp i sør (Figur 2.1, 2.2 og 2.3).



Figur 2.1: Oversiktskart over lokaliteten Utåker og fjordsystemet omkring. Firkant viser kartutsnittet for undersøkelsesområdet ved Utåker. Lokaliteten er markert med hvit sirkel i kartet. Kartkilde: Fiskeridirektoratet.



Figur 2.2: Kartutsnitt av den nordøstlige delen av Skånevikfjorden. Lokaliteten Utåker er markert med hvit sirkel i kartet. Kart kilde: Fiskeridirektoratet.



Figur 2.3: Lokalitet Utåker. Skisse av anleggets plassering med punkt for prøvestasjoner tegnet inn. Eksakt plassering av stasjonen er gitt i Tabell 2.1. Kart kilde: Olex.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

Prøveinnsamlingene ble gjort 16. januar, 2013. Undersøkelsen ble gjennomført av Tom Alvestad og Trond E. Isaksen (under opplæring) fra SAM-Marin. Det ble brukt båt «Scallop» og båtfører Bjarte Espevik fra Kvitsøy Sjøtjenester AS i denne undersøkelsen.

MOM-C undersøkelsen ble gjennomført i henhold til gjeldende standarder slik det er beskrevet i Norsk Standard NS 9410:2007.

Det ble tatt prøver fra en stasjon ved anlegget (nærsone), en i overgangssonen og en stasjon i dypet av Skåneviksfjorden sørøst for lokaliteten (fjernsone). Stasjonene er vist i Figur 2.3 og detaljerte opplysninger er gitt i Tabell 2.1.

Denne undersøkelsen inkluderer hydrografiske målinger av oksygen, saltholdighet og temperatur i forbindelse med prøvetakingen. Relativ andel av leire, silt, sand og grus i sediment ble bestemt ut fra partikkelfordeling i prøvene. Sedimentprøvene ble analysert for innhold og nivåer av totalt organisk karbon (TOC), fosfor, sink og kobber. Kvantitativ og kvalitativ undersøkelse av makrofauna (dyr større enn 1 mm) ble gjennomført for beskrivelse av artsammensetningen i bunnprøvene.

Parametere som brukes i B-undersøkelser i henhold til skjema B1 og B2 er også tatt med i vurdering av prøver fra de ulike sonene. Disse parameterne inkluderer måling av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene.

Tabell 2.1: Stasjonsopplysninger for hydrografimålinger og grabbprøver innsamlet i området ved lokalitet Utåker 16. januar 2013. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet en Van Veen grabb med åpning på 0.1m² til innsamling av biologi-, kjemi- og geologiprøver. Full grabb inneholder 17 liter sediment.

Stasjon Dato	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Nærsone UT-2 16.01.13	59° 46.514'N 005° 53.986'Ø	260	1	12	Biologi, MOM-B parameter
			2	17	Kjemi, Geologi
			4*	10	Biologi CTD / STD og oksygenmåling
Overgangs- sone UT-3 16.01.13	59° 46.401'N 005° 54.044'Ø	299	1	17	Biologi, MOM-B parameter
			2	17	Kjemi, Geologi
			3	17	Biologi CTD / STD og oksygenmåling
Fjernsone UT-1 16.01.13	59° 46.305'N 005° 54.456'Ø	345	1	17	Biologi, MOM-B parameter
			2	17	Kjemi, Geologi
			3	17	Biologi CTD / STD og oksygenmåling

*Hugg 3 var bom hugg, tom grabb

2.2.1 Hydrografi

Det ble tatt hydrografiske målinger fra alle stasjonene (nærsone, overgangssone og fjernsone). Måling av oksygen, temperatur og saltholdighet i vannsøylen ble utført med bruk av en CTD/STD-sonde SD204 med oksygensensor. For å hente ut data ble programvaren Minisoft SD200w versjon 3.9.126 benyttet.

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskifting og sirkulasjon er oksygenforholdene oftest tilfredsstillende. Stor tilførsel av organisk materiale kan imidlertid føre til at oksygeninnholdet i vannet blir lavt fordi oksygen forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Terskler og trange sund kan føre til dårlig vannutskifting, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H₂S), som er giftig, kan dannes og dyrelivet vil dø ut. Er vannet mettet med oksygen vil metningen være 100 %. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Vannet kan være overmettet med oksygen, det vil si over 100 %.

2.2.2 Sediment

Det ble tatt ut en prøve til analyse av organisk innhold (% glødetap) og analyse av kornfordeling, fra det samme hugget hvor det ble tatt ut prøve for kjemiske analyser.

Partikkelfordelingen bestemmes ved at prøven først løses i vann og siktes gjennom en 0,063 mm sikt. Partikler større enn 0,063 mm ble tørrsiktet, og for partikler mindre enn 0,063 mm ble pipetteanalyse benyttet for gruppering i størrelsesgrupper (Buchanan, 1984). Kornfordelingen av sedimentprøver presenteres i kurveform, der partikkelstørrelsen (mm) fremstilles langs x-aksen og den prosentvise vektandelen (kumulativt) langs y-aksen.

Kumulativ vektprosent betyr at vekten av partikler med ulike kornstørrelser blir summert inntil alle partiklene i prøven er tatt med, det vil si 100 %.

Partikkelstørrelsen i sedimentet forteller noe om strømforholdene like over bunnen. I områder med sterk strøm vil finere partikler bli ført bort og kun grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingskurven, som da vil vise at hoveddelen av partiklene i sedimentet tilhører den grove delen av størrelsesspekteret. I områder med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avsettes i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt-fraksjonen.

Organisk innhold i sedimentet måles som prosent glødetap, og beregnes som differansen mellom tørking og brenning i samsvar med Norsk Standard 4764. Organisk innhold i sedimentet er ofte korrelert med kornstørrelse, der finpartikulært sediment ofte har høyere innhold av organisk materiale enn grovt sediment. I områder med svake strømmer og finere partikler kan sedimentet bli oksygenfattig få cm under sediment-overflaten, og lukte råttent (H_2S). Dette vil være spesielt fremtredende der bunnvannet inneholder lite oksygen og/eller i områder med stor organisk tilførsel.

2.2.3 Kjemiske analyser

Det ble tatt ut prøve fra det ene hullet fra hver stasjon til analyse av kjemiske parameterne. Analysene ble utført av Eurofins AS (akkrediteringsnummer Test 003). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS EN ISO 17294-2. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter EN 13137. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter EN 14346. Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parameterne som inngår i KLIF klassifisering (Molvær *et. al.*, 1997 og Bakke *et. al.*, 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (Eh) i sedimentprøvene ble målt med henholdsvis Sentron pH meter type Argus og Radiometer MeterLab PHM 201 portable pH meter. Eh ble målt både med platinaelektrode og en referanseelektrode av typen Ag/AgCl-elektrode fylt med mettet KCl-løsning.

2.2.4 Bunndyr

Arts sammensetningen i bunnprøver gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er i et område. Miljøforholdene i bunnen og i vannmassene over bunnen gjenspeiler seg i bunnfaunaen. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere langtidseffekter fra miljøpåvirkning. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrssamfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individer blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det ofte være minst 20-30 arter i en grabbprøve, men det er ikke uvanlig å finne over 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall. Ved dårlige miljøforhold vil få eller ingen arter være tilstede i sedimentet.

Ved innsamling av bunnprøver ble det brukt en van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap (redskap som samler mengde eller antall organismer per areal- eller volumenhet) som tar prøver av et fast areal av bløtbunn, i dette tilfellet $0,1 \text{ m}^2$. Miljøtilstand basert på makrofauna vurderes på grunnlag av artsantallet og artsammensetningen i et prøveareal på

0,2 m² (Norsk Standard 9410). For å oppnå et prøveareal på 0,2 m² ble det tatt to grabbprøver på samme posisjon fra hver stasjon. Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sediment-volumet i grabben gir et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, og volumet av hver prøve måles. En full 0,1 m² grabb har et volum på 17 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Det er derfor ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, det vil si grabben bør inneholde minst 3 liter sediment. Prøver med mindre enn 3 liter sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinnholdet ble vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hulldiameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene ble fiksert ved tilsetning av 4 % formalin nøytralisert med boraks. I laboratoriet ble prøvene skylt på nytt i en 1 mm sikt, før dyrene ble sortert ut fra sediment-restene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart i SAM-Marin sine lokaler, ved Høyteknologisenteret i Bergen i 5 år.

Artslisten omfatter det fullstendige materialet (Vedleggstabell 2). Kun dyr som lever nedgravd i sedimentet eller er sterkt tilknyttet bunnen er tatt med i bunndyranalysene. Planktoniske organismer som ble fanget av den åpne grabben på vei ned og krepsdyr som lever fritt på bunnen er inkludert i artslisten, men utelatt fra analysene.

I Vedleggsdelen presenteres en kort omtale av metodene som ble benyttet ved analyse av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Shannon-Wieners diversitetsindeks ble brukt for å beregne artsmangfoldet (artsdiversiteten) ut fra arts- og individantallet i en prøve (se Generelt Vedlegg). På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Antall arter i hver geometrisk klasse kan plottes i figurer der kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i et område. Det er ikke nødvendig for leseren å ha full forståelse av metodene som er brukt i rapporten for å kunne vurdere resultatet av undersøkelsen.

Direktoratsgruppa for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann, Økologisk og kjemisk klassifisering klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veilederen skal på sikt erstatte KLIF veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') og ømfintlighetsindeksene NQI1 og NQI2 (Tabell 2.5). Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 og NQI2 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er tilstede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Vedlegg 1. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veilederene. Klassegrensene for Shannon-Wiener er også forskjellige i de to veilederne, se tabell 2.2. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2: Klassifisering av de undersøkte parameterne som inngår i Molvær *et. al*, 1997, Bakke *et. al*, 2007 og Veileder 01:2009, Direktoratets-gruppen Vanddirektivet 2009. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Veileder	Måleenhet	Tilstandsklasser					
			I	II	III	IV	V	
			Bakgrunn Meget god	God	Moderat Mindre god	Dårlig	Svært dårlig	
Dypvann	Oksygen *	97:03	ml O ₂ / l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygen **	97:03	%	>65	65-50	50-35	35-20	<20
Sediment	Shannon-Wiener indeks (H')	01:2009		>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9
	Shannon-Wiener indeks (H')	01:2009		>4	3-4	2-3	1-2	<1
	NQI1	01:2009		>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31
	NQI2	01:2009		>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20
	ES ₁₀₀	01:2009		>25	17-25	10-17	5-10	<5
	Organisk karbon	97:03:00	mg TOC/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
	Sink	TA 2229	mg Zn/ kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
Kobber	TA 2229	mg Cu/ kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220	

*Omregningsfaktoren til mgO₂ / l er 1,42

** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6⁰C

Tabell 2.3: Vurdering av miljøtilstanden i nærsonen og overgangssonen ved oppdrettsanlegg. Hentet fra Norsk Standard 9410 (MOM).

Miljøtilstand	Kriterier
Miljøtilstand 1 (meget god)	Minst 20 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene må utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 2 (god)	5-19 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Mer enn 20 individer utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² . Ingen av artene utgjør mer enn 90 % av det totale individantallet.
Miljøtilstand 3 (dårlig)	1 til 4 arter av makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ²
Miljøtilstand 4 (meget dårlig)	Ingen makrofauna (> 1 mm) utenom nematoder i et prøveareal på 0,2 m ² .

2.3 Produksjonsdata fra anlegget

Anlegget på lokaliteten Utåker har lagt i nåværende posisjon siden august 2008. På anlegget lå det 10 Aqualine ringmerder med 120 meters omkrets da undersøkelsen ble gjennomført. Anlegget har lagt brakk siden oktober 2012, og det var ingen fisk i anlegget på undersøkelsestidspunktet. Produksjon og fôrforbruk for foregående år er vist i Tabell 2.4.

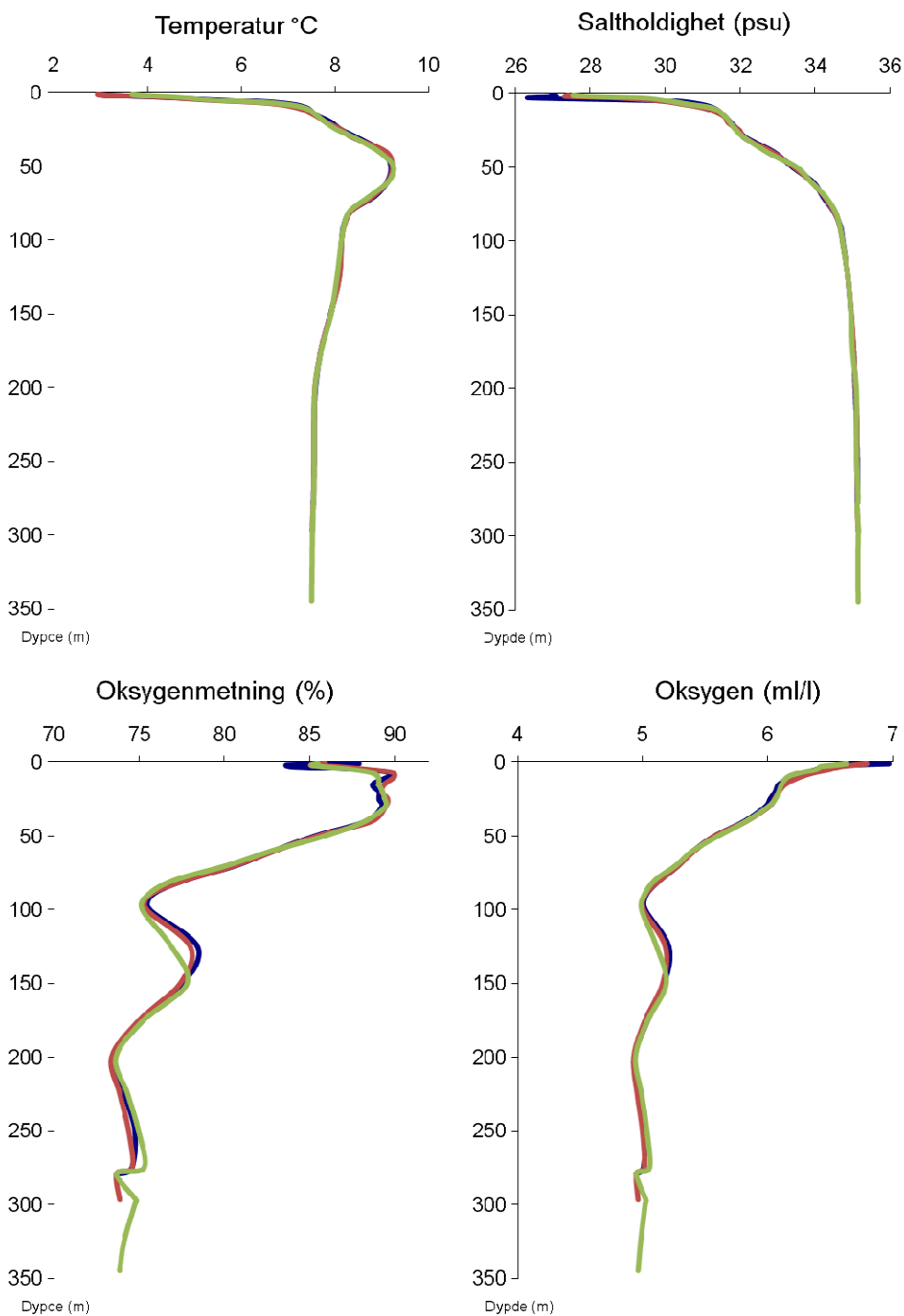
Tabell 2.4. Fôrforbruk i tonn på lokaliteten Utåker de siste år:

Årstall	Utforet mengde:	Produsert mengde:
Pr. januar 2013	0	0
2012	3 214	3 144
2011	2 365	2 146
2010	596	189
2009	4 309	3 422

3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjonene fra nærsonen, overgangssonen og fjernsonen til lokaliteten Utåker 16. januar 2013. Resultatene fra denne undersøkelsen presenteres i Figur 3.1. Detaljert oversikt over CTD-data og oksygenmålinger finnes i Vedleggstabell 5.



Figur 3.1: Temperatur, saltholdighet, oksygen i % metning og ml/l målt med CTD/STD-sonde på de ulike stasjonene ved lokalitet Utåker. Profilmålingene er utført fra overflaten og ned til like over bunn. Målingene ble gjennomført 16.01.2013. Oksygeninnhold i ml/l er beregnet fra mgO_2/l med en omregningskoeffisient på 1,42.

Det var ingen betydelige forskjeller i de hydrografiske målingene i de undersøkte sonene. Temperaturer målt i nær-, overgangs- og fjernsonen 16.01.2013 var 3-4 °C i overflatelaget ned til 2 meter. Temperaturen økte videre til 9,2 °C ned mot rundt 50 meters dyp. Deretter sank temperaturen til under 8 °C på 150 meter og stabiliserte seg på 7,5 - 7,6 °C på målinger dypere enn 200 meter.

I overflatelaget og ned til 2 meter var saltholdigheten ca. 27 psu. Fra 10 meter steg saltholdigheten til over 31 psu og økte videre til ca. 34,7 på 100 meters dyp. Deretter stabiliserte saltholdigheten seg med de høyeste verdiene målt til 35,1-35,2 på dyp under 200 meter.

Oksygenmålingene i vannsøylen viste en metning på rundt 84-85 % (konsentrasjon 6,5-6,7 ml O₂/l) i overflaten på 2 meters dyp. Oksygeninnholdet økte videre nedover fra overflaten med høyest nivå målt til 89-90 % (6,0-6,4 ml/l) i vannsøylen på dyp fra 7 meter til 30 meter. Fra 200 meter og dypere var metningsnivået lavere enn 75 % i alle de undersøkte sonene. Bunnvannet i alle tre sonene (nær-, overgangs- og fjernsone) viste oksygenmetning på ca. 74 % og konsentrasjon 5,0 ml/l. Oksygeninnholdet i bunnvannet tilsvarende tilstandsklasse I (Meget god) i henhold til KLIF.

3.2 Sediment

I nærsone (stasjon UT-2), dominerte sand og silt og utgjorde henholdsvis 49 % og 34 % av sedimentet. De resterende 17 % bestod av grus (10 %) og leire (7 %). Glødetapet var 4,5 %. Det organiske innholdet var dermed lavt

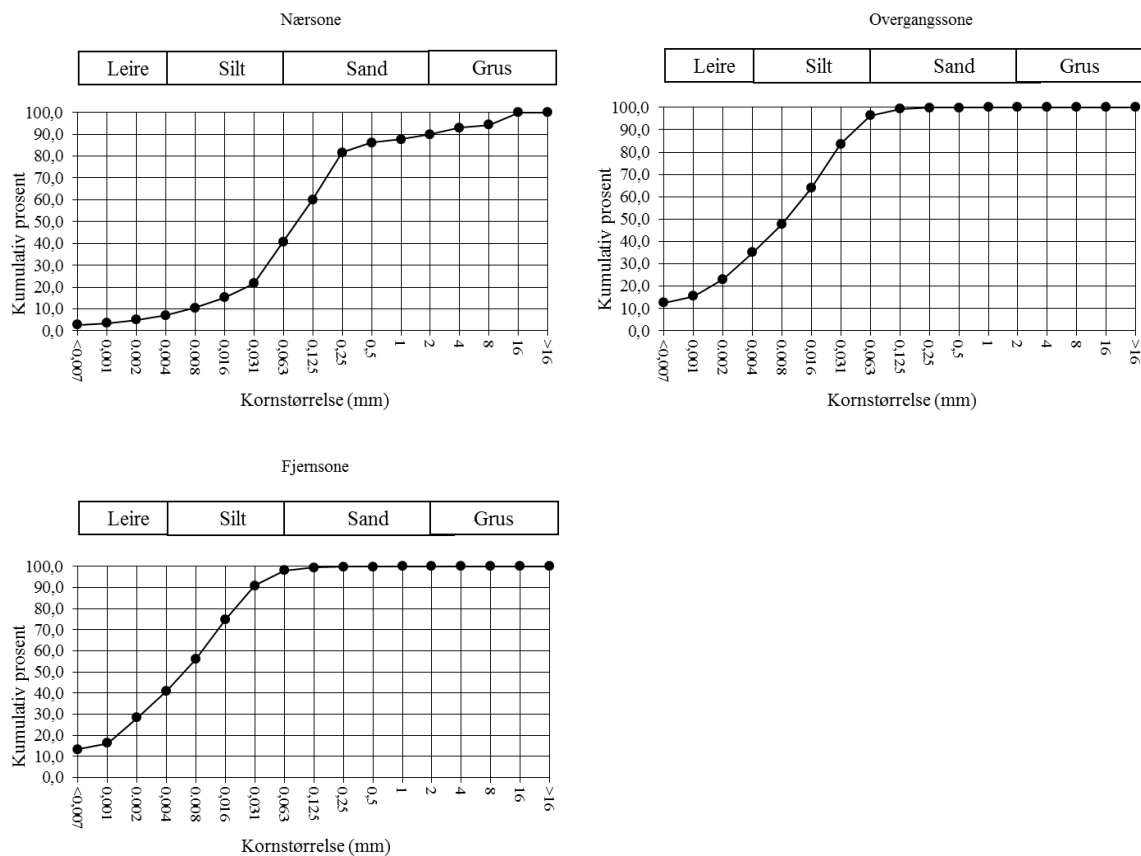
Overgangssonen (UT-3), hadde et finkornet sediment med 61 % silt, 35 % leire og 4 % sand. Her var glødetapet noe høyere (7,2 %).

Fjernstasjon (UT-1), ute i dypet av fjorden hadde noe mer finkornet sediment sammenliknet med overgangssonen. Dette sedimentet besto av 98 % leire og silt mens det var kun 2 % sand og ingen grus. Glødetapet var 7,6 %. Dette er innenfor det som kan karakteriseres som normalt for dype norske fjorder.

Resultatene fra sediment undersøkelsene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.2.

Tabell 3.1: Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene i nærssone (UT-2), overgangssone (UT-3) og fjernssone (UT-1) ved lokalitet Utåker 16.01.2013.

Stasjon	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
Nærssone	260	4,5	7	34	41	49	10
Overgangssone	299	7,2	35	61	96	4	0
Fjernssone	345	7,6	41	57	98	2	0



Figur 3.2: Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra stasjonene i nærssone (UT-2), overgangssone (UT-3) og fjernssone (UT-1) ved lokalitet Utåker 16.01.2013.

3.3 Kjemi

Sedimentanalyser

Den målte verdien av TOC (totalt organisk karbon) normaliseres ved beregning med leire/silt andel. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure *et. al*, 1993).

Normalisert TOC verdi (29,6 mg/g) for stasjonen (UT-2) i nærsone tyder på et økt innhold av organisk materiale og gir tilstandsklasse III (Moderat). Dette er ikke helt i samsvar med glødetapet for denne stasjonen, som angir en lav mengde organisk materiale. I nærsone (UT-2) ble det også funnet forhøyet verdier av fosfor (2800 mg/kg TS) sammenlignet med prøver fra de andre sonene (Tabell 3.2). Forhøyede verdier av fosfor i et område ut over det som naturen tilfører kan skyldes tilførsel fra akvakultur, befolkning (kloakk), jordbruk og/eller industri. På nærstasjonen kan høye verdier av fosfor trolig knyttes til utslipp av organisk materiale fra oppdrettslokaliteten. Dette kan være organiske rester som fôrspill og ekskrementer fra fisk.

Metall analyser av sedimentprøver fra nærsone viste forhøyede kobberverdier (79 mg/kg) og havner i tilstandsklasse IV (dårlig). Målte verdier for sink (130 mg/kg) er lave og tilsvarer tilstandsklasse I (meget god).

Verdiene for totalt organisk karbon (normalisert TOC) og fosfor var lave i overgangssone (UT-3) og fjernsone (UT-1). Resultatene viste noe høyere verdier av organisk materiale i overgangssone (tilstandsklasse II – god) sammenlignet med den dypeste stasjonen (UT-1) i fjernsone (tilstandsklasse I – meget god). Resultat fra metall analyser fra sedimentprøvene viste tilsvarende verdier i begge sonene og får tilstandsklasse I (Meget god) for kobber og tilstandsklasse II (God) for sink.

Tabell 3.2: Innholdet av de undersøkte kjemiske parameterne i sedimentet og innholdet av tørrstoff. Tilstandsklasser (TK.) er oppgitt etter KLIF sin klassifisering for sink, kobber og normalisert TOC (totalt organisk karbon) i henhold til Bakke *et. al*, 2007 og Veiledning 97/03

Stasjon	TOC	Normalisert TOC		Sink		Kobber		Fosfor	Tørrstoff
	mg/g	mg/g	TK	mg/Kg	TK	mg/Kg	TK	mg/Kg	%
Nærsonen	19	29,6	III	130	I	79	IV	2 800	73
Overgangssone	22	22,7	II	160	II	25	I	930	41
Fjernsone	19	19,4	I	160	II	25	I	830	40

Måling av pH og redokspotensialet (Eh)

Resultatene fra pH og redokspotensialet sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1.

Målingen av surhetsgrad (pH) og redokspotensialet (E_h) viste relativt høye verdier i prøvene fra alle stasjonene. Dette tyder på gode oksygenforhold i sedimentet i de ulike sonene (nær-, overgang- og fjernsone) på prøvetidspunktet. Stasjonene i de ulike sonene plasseres dermed i beste tilstand 1, i forhold til pH og Eh (tabell3.3).

Tabell 3.3: Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de undersøkte stasjonene. Den beregnede pH/ E_h verdien går fra 0 til 5 hvor 0 er best. Tilstanden går fra 1 til 4 hvor 1 er best.

Stasjon / Parameter	pH	Eh	pH/Eh poeng	Tilstand prøve
Nærsonen	7,41	-7	1	1
Overgangssonen	7,56	101	0	1
Fjernsonen	7,54	86	1	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.4-3.5, Figur 3.3-3.5, og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten Utåker i januar 2013. De fleste bløtbunns-artene er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

I bunndyrsprøvene fra nærsonen (UT-2) like ved anlegget, ble det funnet 9 arter med til sammen hele 3366 individer. Diversiteten ble beregnet til 1,07 som plasserer stasjonen i tilstandsklasse IV (Dårlig). I følge MOM-standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær oppdrettsanlegg. Det er istedenfor utarbeidet et eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved anlegg. Etter dette klassifiseringssystemet fikk nærsonen miljøtilstand 2 - God (Tabell 2.3). Med et individantall på 2203 dominerte børstemakken *Capitella capitata* på stasjonen i nærsonen, og utgjorde 65,4 % av alle individene i prøven. Dette er en art som trives i forhold med mye tilført organisk materiale. Børstemarken *Prionospio steenstrupii* var nummer to av de mest tallrike artene med rundt 32,6 % av alle individene på stasjonen. De geometriske klassene indikerer også dårlige forhold for bunndyrsfaunaen på denne stasjonen.

I overgangssonen (UT-3), ble det funnet 50 arter med til sammen 356 individer. Diversiteten (H') ble beregnet til 4,5 i snitt og 4,7 totalt (Tabell 3.4). Dette plasserer stasjonen i tilstandsklasse I (Svært god). Bunnfauna til stasjoner i overgangssonen bedømmes også i henhold til klassifiseringssystemet i MOM-standarden, som også klassifiserer stasjonen i overgangssonen til miljøtilstand 1 (meget god). Blant de ti mest individrike artene fant man artene *Thyasira spp.* (muslinger), *Onchnesoma steenstrupi* (Sipuncula/pølseorm), *Nephasoma sp.* (Sipuncula/pølseorm), *Eriopisa elongata* (amfipode) og fem ulike arter av børstemark.

Ute i dypet i fjernsonen (UT-1) fant man 35 arter med til sammen 201 individer. Diversiteten (H') ble beregnet til 4,3 i snitt og 4,4 totalt (Tabell 3.4). Dette plasserer stasjonen i tilstandsklasse I (Svært god). Blant de ti mest tallrike artene finner man fem arter av børstemark, tre arter av muslinger, en pølseorm og en amfipode.

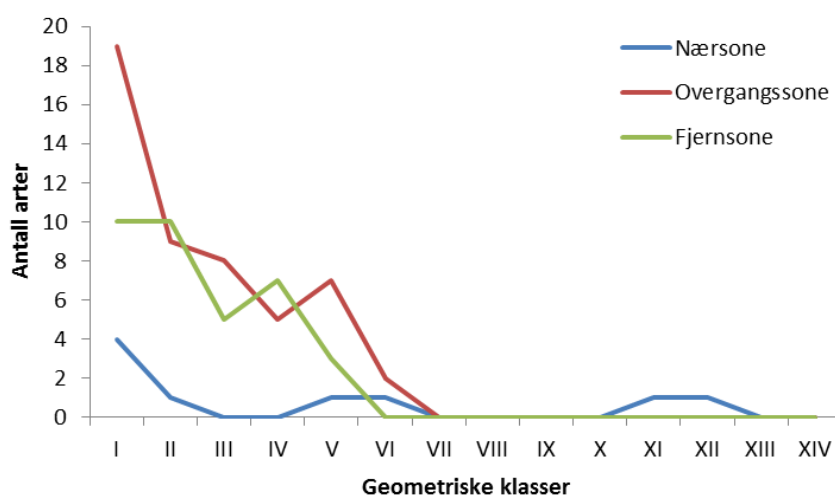
Indeksene som indikerer jevnhet og fordelingen av robuste og sårbare arter havnet i beste tilstandsklasse for stasjonene både i overgangssonen og i fjernsonen. Dette indikerer gode forhold på stasjonene med liten eller ingen påvirkning fra anlegget. Dette støttes også opp av fordelingen av de geometriske klassene (Figur 3.3).

De multivariate analysene viser at det var stor likhet mellom huggene fra samme stasjon. Det er imidlertid større forskjell mellom stasjonene i hvilke arter som ble funnet og hvor mange

individer det var av hver art. Stasjon i overgangssone og fjernsone hadde en likhet på over 60 %. Stasjonen i nærsone skiller seg ut fra de to andre (Figur 3.4 og 3.5). Dette er forventet siden miljøpåvirkningen i nærsone er størst, og det ble funnet relativt få bunndyrsarter her.

Tabell 3.4: Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J), ømfintlighet (AMBI) og de sammensatte indeksene for artsmangfold og ømfintlighet (NQI1 og NQI2) i hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon. Tilstandsklasser (TK) i henhold til KLIF- og MOM standard er markert med verdi og farge. Firkant angir tallmateriale for MOM-klassifisering.

Stasjon	Hugg	Individer	Arter	H'	ES ₁₀₀	NQI1	NQI2	KLIF TK	MOM TK	J	AMBI
Nærsone	1	1274	8	1,07	2,74	0,32	0,21			0,36	5,31
UT-2	4	2092	6	1,01	3,54	0,26	0,19			0,39	5,57
	Snitt	1683	7	1,04	3,14	0,29	0,20			0,37	5,44
	Totalt	3366	9	1,07	3,35			-	II	0,34	
Overgangssone	1	129	34	4,57	31,13	0,77	0,75			0,90	1,80
UT-3	3	227	41	4,50	29,22	0,79	0,76			0,84	1,57
	Snitt	178	38	4,54	30,18	0,78	0,76	I		0,87	1,68
	Totalt	356	50	4,71	30,53				I	0,84	
Fjernsone	1	108	29	4,20	28,02	0,75	0,72			0,86	1,84
UT-1	3	93	27	4,31	27,00	0,76	0,74			0,91	1,66
	Snitt	101	28	4,26	27,51	0,76	0,73	I		0,89	1,75
	Totalt	201	35	4,44	27,67				-	0,87	
I – Svært god		II - God		III – Mindre god		IV – Dårlig		V – Svært dårlig			



Figur 3.3: Antall arter langs (y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene.

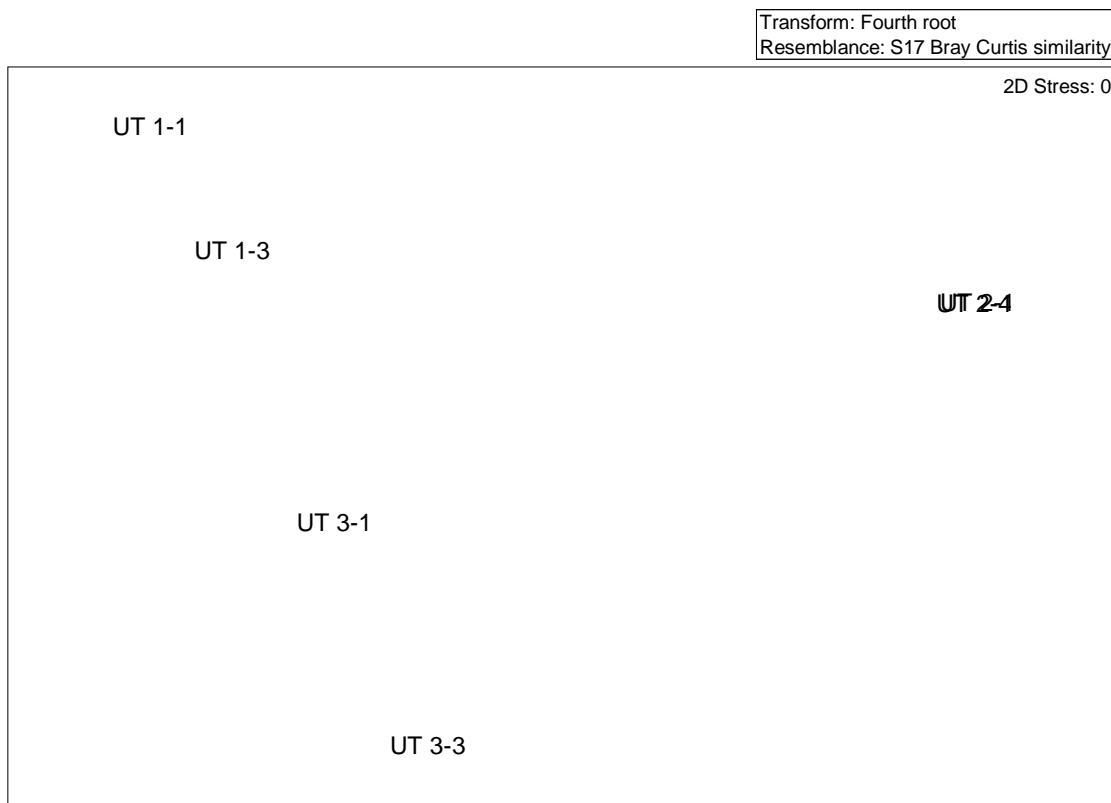
Tabell 3.5: De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prosent av antall individer og prøveareal for bunnstasjonene i nærsone (UT-2), overgangssone (UT-3) og fjernsone (UT-1).

SAM-Marin

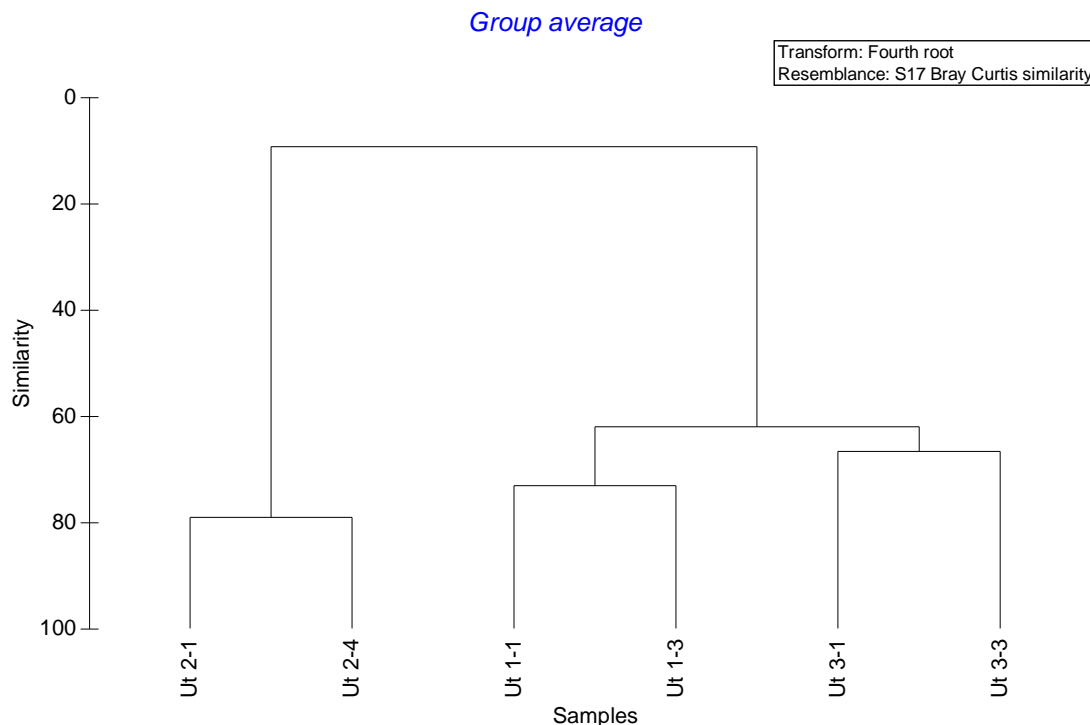
Nærsone, arter:	Antall	%	Kum %
Capitella capitata	2203	65,4	65,4
Prionospio steenstrupii	1098	32,6	98,1
Ophryotrocha sp	35	1,0	99,1
Paramphinome jeffreysii	24	0,7	99,8
Thyasira sarsii	2	0,1	99,9
Lumbrineridae indet.	1	0,03	99,9
Cerianthidae indet.	1	0,03	99,9
Hydroides norvegica	1	0,03	100,0
Astroidea indet	1	0,03	100,0

Overgangssone, arter:	Antall	%	Kum %
Thyasira equalis	36	10,1	10,1
Spiophanes kroeyeri	35	9,8	19,9
Amythasides macroglossus	27	7,6	27,5
Heteromastus filiformis	23	6,5	34,0
Onchnesoma steenstrupi	23	6,5	40,4
Thyasira obsoleta	20	5,6	46,1
Terebellides stroemi	19	5,3	51,4
Eriopisa elongata	19	5,3	56,7
Nephasoma cf. minutum	17	4,8	61,5
Paramphinome jeffreysii	15	4,2	65,7

Fjernsone, arter:	Antall	%	Kum %
Heteromastus filiformis	25	12,4	12,4
Thyasira equalis	19	9,5	21,9
Lumbrineridae indet.	18	9,0	30,8
Nucula tumidula	14	7,0	37,8
Onchnesoma steenstrupi	13	6,5	44,3
Terebellides stroemi	12	6,0	50,2
Eriopisa elongata	12	6,0	56,2
Spiophanes kroeyeri	11	5,5	61,7
Amythasides macroglossus	9	4,5	66,2
Thyasira obsoleta	8	4,0	70,1



Figur 3.4: MDS plot på hugg-nivå av stasjonene fra nærsone (Ut 2), overgangssone (Ut 3) og fjernsone (Ut 1) ved lokalitet Utåker undersøkt i 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks.



Figur 3.5: Cluster plot på hugg-nivå av stasjonene fra nærsone (Ut 2), overgangssone (Ut 3) og fjernsone (Ut 1) ved lokalitet Utåker undersøkt i 2013. Beregningene er foretatt på standardiserte og fjerderots-transformerte artsdata. Basert på Bray-Curtis indeks. Plot viser faunalikhet mellom de ulike grabbhugg og stasjoner.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved oppdrettslokaliteten Utåker i Skånrevikfjorden, i Kvinnherad kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 16. januar 2013. På undersøkelsestidspunktet hadde anlegget vært brakklagt siden oktober 2012. Det ble samlet prøver fra tre stasjoner, en ved anlegget, en i overgangssonen og en i dypet av fjorden.

Målinger av pH /Eh, og oksygen ved bunnen viste gode forhold (tilstandsklasse I) både i nær- overgang- og fjernsone.

Sedimentet på stasjonen nærmest anlegget, nærsonen (UT-2), bestod av et relativt grovkornet sediment der sand og grus utgjorde 49 % av sedimentet, samt leire og silt utgjorde 41 %. Inntil anlegget ble det funnet forhøyede verdier av fosfor og kobber. Nivå av kobber tilsvarte tilstandsklasse IV(Dårlig). Sinkverdiene var lave og viste kun bakgrunnsnivå. TOC-verdiene ga tilstand III (Moderat), mens glødetapet var lavt og viste et lavt nivå av organisk stoff i sedimentet. Diversiteten av bunnfauna viste miljøtilstand II (god) i henhold til MOM-standarden. Det ble funnet 9 arter hvorav en art, børstemakken *Capitella capitata*, dominerte i prøven med over 65 prosent av det totale individtallet. Dette er en art som trives godt der man har økt tilførsel av organisk materiale. De to mest vanlige artene utgjorde til sammen 98 % av alle registrerte dyr på stasjonen. Bunnfaunaen under anlegget viser at man har et miljø som har vært påvirket av økt tilførsel av organisk materiale (fôr-rester og fekalier). De geometriske klassene indikerer også at det er dårlige miljøforhold i nærsonen og en bunndyrsfauna som er i påvirket av forurensing.

I overgangssonen (UT-3) var sedimentet finkornet med leire og silt som utgjorde 96 %. Analyser viste relativt lave nivåer av sink (tilstand II), kobber (tilstand I) og fosfor. Normalisert TOC ga tilstandsklasse II i overgangssonen og glødetap viste lave verdier. Stasjonen får miljøtilstand 1 (meget god) i henhold til MOM-standarden. Det biologiske samfunnet var artsrikt med 50 arter og analysen viste beste tilstand også for artsindekser og ømfintlighetsindekser, noe som indikerer liten påvirkning fra anlegget i overgangssonen.

På stasjonen i fjernsonen var sedimentet dominert av leire og silt med 98 %.

Analyser viste relativt lave nivåer av sink (tilstand II), kobber (tilstand I) og fosfor. Resultatene fra TOC ga tilstandsklasse I, og glødetapet viste også et lavt innhold av organisk materiale. Det var gode oksygenforhold ved bunnen. Alle analysene av bunnfauna viste gode forhold, og ga beste tilstand for artsdiversitet og ømfintlige arter.

Prøvene tatt ved anlegget viser at driften ved anlegget har påvirket bunnfaunaen lokalt med økt tilførsel av organisk materiale. Det er også en opphoping av fosfor og kobber i sedimentet i nærsonen til anlegget. Det er viktig for fremtidig drift at man ikke får en overbelastning med opphopning av fekalier og fôrrester under anlegget. Overbelastning over tid kan resultere i at bunnfaunaen dør, og igjen føre til ytterligere opphopning som kan ha negativ innvirkning på fisken i anlegget og på miljøet omkring.

Resultatene i denne undersøkelsen viser at anleggsdriften ikke har påvirket bunnfauna i overgangs- eller fjernsonen i større grad.

5 TAKK

Vi takker Bjarte Espevik fra Kvitsøy Sjøtjenester AS for god hjelp og hyggelig tokt. På toktet deltok Tom Alvestad og Trond E. Isaksen fra SAM- Marin. Sediment-analysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av Ragna Tveiten, Nargis Islam, Natalia Korableva og Ingrida Petrauskaitė. Bunndyrene ble identifisert av Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen.

6 LITTERATUR

- Bakke T, Breedveld G, Källqvist T, Oen A, Eek E, Ruus A, Kibsgaard A, Helland A, Hylland K. 2007. Veileder for miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA 2229/2007.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. Pp. 41-65 in: N.A. Holme & A.D. McIntyre (eds). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- Ensrud T. 2010. MOM-B undersøkelse ved Utåker, februar 2010. *SAM Notat*. 13 s.
- Ensrud T og Hestetun, J. 2011. MOM-B undersøkelse ved Utåker, februar 2011. *SAM Notat*. Nr. 1-2011 11 s.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- Jakobsen, H.R., Isaksen T.E., Johannessen, P. 2012. MOM B-undersøkelse ved Utåker i Kvinnherad kommune, April 2013. *SAM Notat*. Nr. 14-2013. 14 s.
- Kvalø, S. E., Haavre, M. og Lyngre, F. 2012. MOM B-undersøkelse ved Utåker i Kvinnherad kommune, August 2012. *SAM Notat*. Nr. 26-2012. 11 s.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. *SFT-veiledning* nr. 97:03. 36 s.
- Norsk Standard NS 9410. 2007. Miljøovervåkning av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Norsk Standard NS 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Staveland, A. H. 2011. Straummåling og lokalitetsvurdering av oppdrettslokaliteten Utåker i Kvinnherad kommune vinteren 2011. *Rådgivende Biologer AS*. Rapport nr. 1411. 33 s.

7 VEDLEGG

Generell vedleggsdel	25
Generelt	25
Geometriske klasser	25
Univariate metoder	26
Ømfintlighet	27
Sammensatte indekser	27
Referansetilstand og klassegrenser.....	27
Multivariate analyser.....	28
Dataprogrammer.....	30
Litteratur til Generelt Vedlegg	33
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</i>	34
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	36
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i>	40
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i>	41
<i>Vedleggstabell 5. CTD/STD Data</i>	43

Generell vedleggsdel

Analyse av bunndyrsdata

Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m²), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

Geometriske klasser

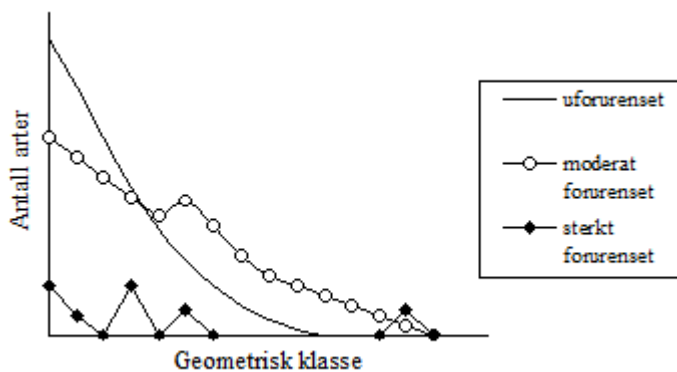
På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små topper og nullverdier (Figur v1)

Tabell v1. Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

Geometrisk klasse	Antall ind./art	Antall arter
-------------------	-----------------	--------------

I	1	23
II	2 - 3	16
III	4 - 7	13
IV	8 - 15	9
V	16 - 31	5
VI	32 - 63	5
VII	64 - 127	3
VIII	128 - 255	0
IX	256 - 511	2



Figur v1. Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratetsgruppe Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

Diversitet.

Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') beskrives ved artsmangfoldet (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

der: $p_i = n_i/N$, n_i = antall individer av art i , N = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og S = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensete stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter, H'_{\max} ($= \log_2 S$), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad (\text{Pielou 1966}),$$

der: H' = Shannon Wiener indeks og H'_{\max} = diversitet dersom alle arter har likt individantall.

Dersom $H' = H'_{\max}$ er J maksimal og får verdien en. J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

Hurlbert diversitetsindeks ES(100) er beskrevet som:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s 1 - [(N - N_i)! / ((N - N_i - 100)! \cdot 100!)] / [N! / ((N - 100)! \cdot 100!)]$$

hvor ES_{100} = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og N_i individer av i -ende art.

Diversitetsindekse SN er beskrevet som:

$$SN = \ln S / \ln(\ln N)$$

hvor S er antallet arter, og N er antallet individer i prøven

Ømfintlighet

Ømfintlighet 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, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al., 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspert. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

Sammensatte indekser

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

NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formelene:

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

$$\text{NQI2 (Norwegian quality status, version 2)} = [0.5 \cdot (1 - \text{AMBI}/7) + 0.5 \cdot (H'/6)]$$

hvor AMBI er en sensitivitetsindeks, SN og H' diversitetsindekser, og N er antall individer i prøven.

Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten (H') og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter veileder 01:2009. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til Molvær et al. 1997 for sammenligning med historiske data. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig) (Tabell v2 og v3).

Tabell v2 :Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 01:2009*:

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQI2	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES ₁₀₀	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

* Tallverdiene er foreløpig de samme for alle regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

Tabell v3 Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment og bløtbunnsfauna. Veiledning 97:03- Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
Artsmangfold bløtbunnsfauna	Hulberts indeks	>26	26-18	18-11	11-6	<6
	Shannon-Wiener indeks	>4	4-3	3-2	2-1	<1

Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgradienter. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulik prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

Hvor: S_{jk} = likheten mellom to prøver, j og k

y_{ij} = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

y_{ik} = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en "maksimal" projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

$$\text{Stress} = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$

Hvor: \hat{d}_{jk} = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten d_{jk} gitt som:

$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

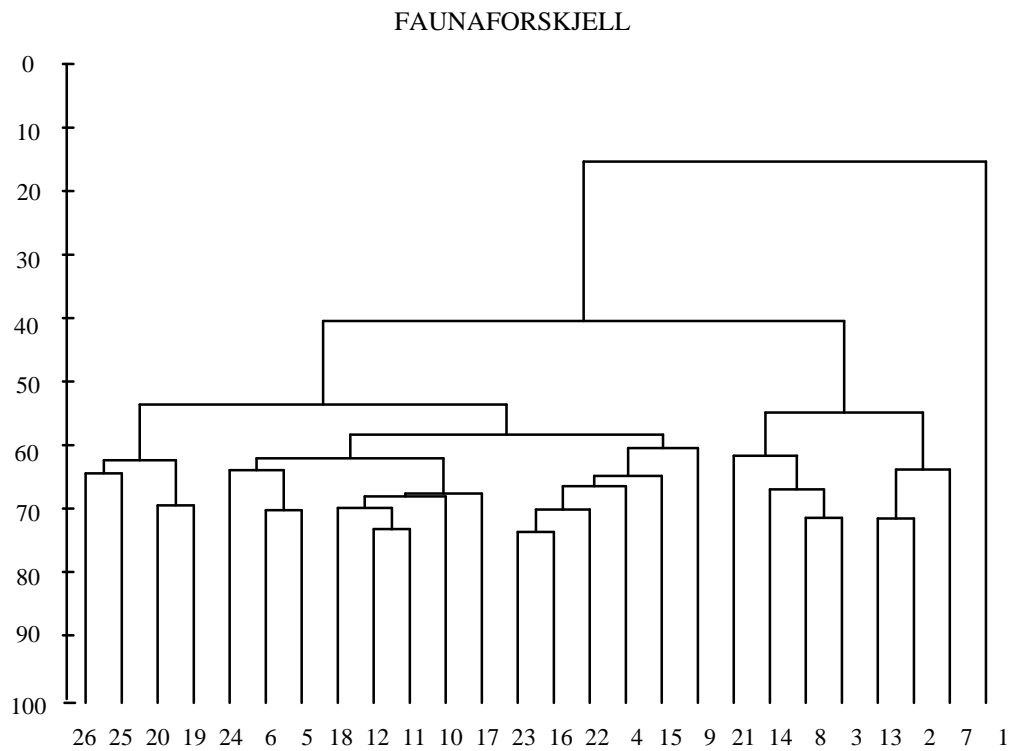
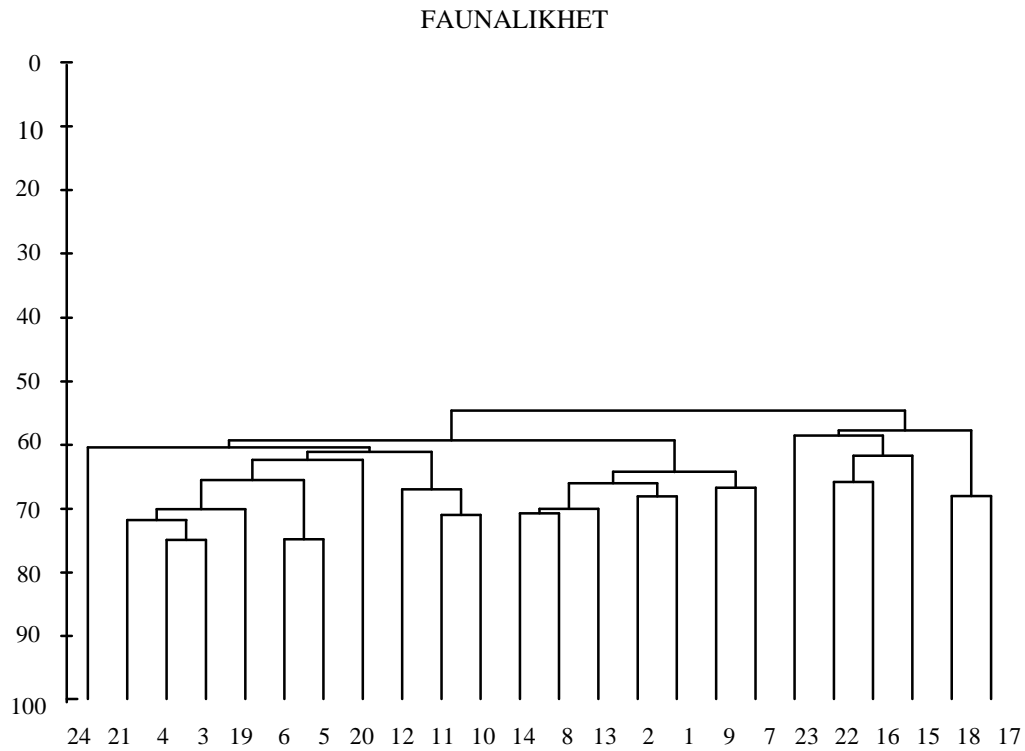
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på

stressfaktoren: $< 0,05$ = svært god presentasjon, $< 0,1$ = god presentasjon, $< 0,2$ = brukbar presentasjon, $> 0,3$ plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

Dataprogrammer

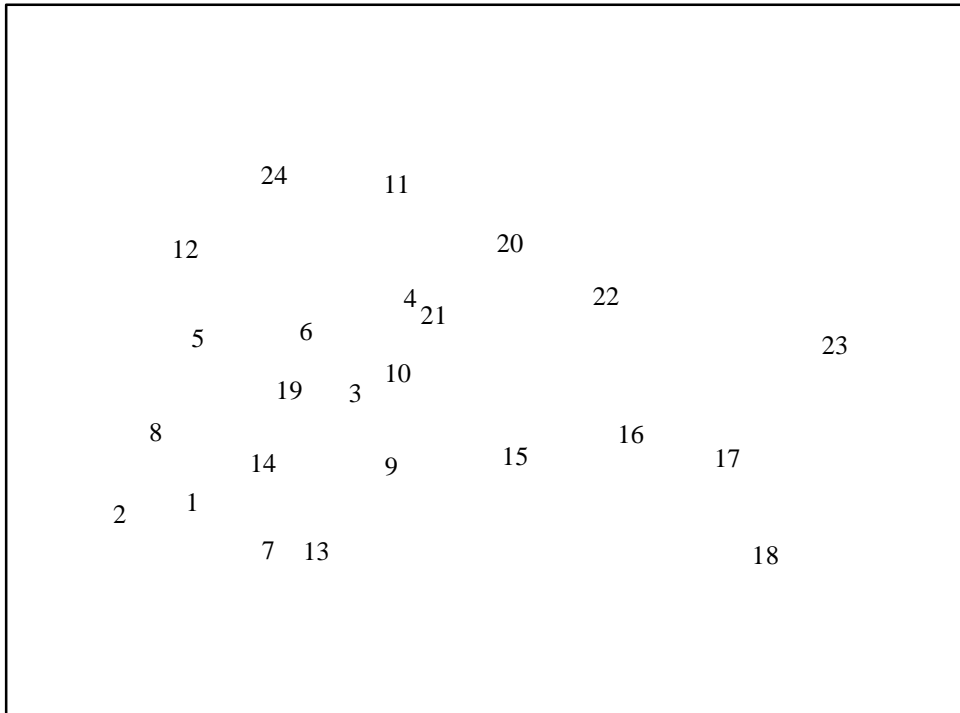
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget av Knut Årrestad ved Institutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

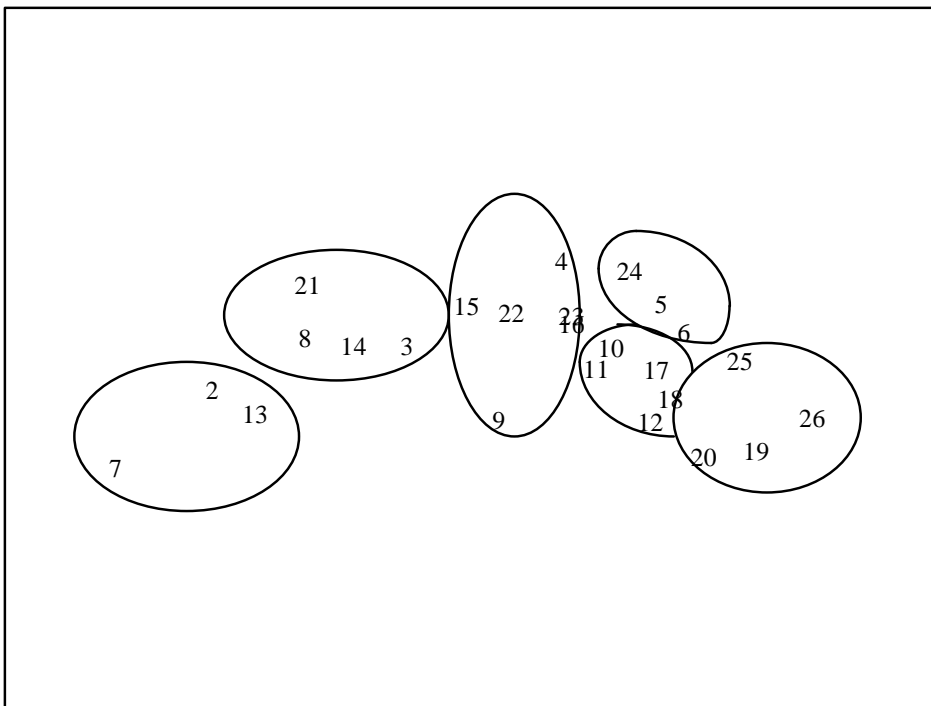


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

INGEN GRADIENT



GRADIENT



Figur v3. MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

Litteratur til Generelt Vedlegg

- Bakke et al. 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organisk miljøgifter i vann og sedimenter. *Klif publikasjon ta 2229:2007*.
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100–1114
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. - *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 16:229-311.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Vannportalen.no.. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*

Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

Vedlegg SF-SAM-830.05

B1a

SAM-Marin

PRØVESKJEMAET, B.1

Firma: Marine Harvest Norway AS
 Lokalitet: Utåker
 Lokalitetstype: Matfisk, laks

Dato: 16.01.2013
 Lokalitetsnr: 24135

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr					Indeks														
			Nærsoner	Overgangsoner	Fjernsoner																	
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0			0,0														
I	Tilstand (Gruppe I)		A																			
II	pH	verdi	7,41	7,56	7,54																	
	E _h (mv)	verdi	-223	-115	-130																	
		+ ref. verdi	-7	101	86																	
	pH/E _h	fra figur	1	0	1			0,7														
	Tilstand, prøve		1	1	1																	
	Tilstand, gruppe II		1																			
Kalibrering pH elektrode (Dato og sign):			16.01.2013 TEI		Temp sjø: 4,1	Temp sediment: 4,7																
			pH sjø: 8,03		Eh sjø: 512	Ref. elektrode: 216																
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0																	
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0																	
		Brun/Sort = 2																				
	Lukt	Ingen = 0		0	0																	
		Noe = 2	2																			
		Sterk = 4																				
	Konsistens	Fast = 0	0	0	0																	
		Myk = 2																				
		Løs = 4																				
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0																				
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1																				
		v ≥ 3/4 = 2	2	0	2																	
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0																	
2 - 8 cm = 1																						
t ≥ 8 cm = 2																						
	SUM		4	0	2																	
	Korrigert sum (*0,22)		0,88	0,00	0,44			0,4														
	Tilstand prøve		1	1	1																	
	Tilstand gruppe III		1																			
	Middelverdi gruppe II og III		0,94	0	0,72			0,6														
	Tilstand gruppe II og III		1																			
	pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tilstand</th> <th rowspan="2">Lokalitetstilstand</th> </tr> <tr> <th>Gruppe I</th> <th>Gruppe II og III</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>1, 2, 3, 4</td> <td>1, 2, 3, 4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1, 2, 3</td> <td>1, 2, 3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>					Tilstand		Lokalitetstilstand	Gruppe I	Gruppe II og III	A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	4	1, 2, 3	1, 2, 3	4	4	4	
Tilstand		Lokalitetstilstand																				
Gruppe I	Gruppe II og III																					
A	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4																				
4	1, 2, 3	1, 2, 3																				
4	4	4																				
	< 1,1	1																				
	1,1 - < 2,1	2																				
	2,1 - < 3,1	3																				
	≥ 3,1	4																				
	LOKALITETSTILSTAND						1															

Korrekturlest: 14.05.2013
dato

TEI
Sign.

HRJ
Sign.

Godkjent av: KH/SHJ

Gyldig fra: 11.03.2013

Side av .

SAM-Marin

Vedlegg SF-SAM-830.05

B2a

SAM-Marin

SKJEMAET FOR PRØVETAKINGSPUNKT, B.2

Firma: Marine Harvest Norway AS Dato: 16.01.2013

Lokalitet: Utåker Lokalitetsnr: 24135

Lokalitetstype: Mattfisk, laks

Prøvetakingssted (nr)		Nærstasjon	Mellomstasjon	Fjernstasjon
Dyp (m)		260	299	345
Antall forsøk		1	1	1
Bobling (i prøve)		Nei	Nei	Nei
Primær-sediment	Grus			
	Skjellsand			
	Sand			
	Mudder			
	Silt			
	Leire	100	100	100
Fjellbunn				
Steinbunn				
Pigghuder, antall				
Krepsdyr, antall				
Skjell, antall				
Børstemark, antall				
Andre dyr, antall				
<i>Malacoceros fuliginosa</i>				
Beggiatoa				
Før				
Fekalier				
Kommentarer		Litt blåskjellskall		

Korrekturlest:

14.05.2013

TEI

HRJ

Vedleggstabell 2. Artsliste

Vedlegg SF-SAM-505.5

BENTHOS ARTSLISTE

SAM-Marin



SAM-Marin
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Oppdragsgiver (navn og adresse): Marine Harvest Norway AS, Sandviksboder 78a, Bergen

Prosjekt nr.: 807159

Prøvetakingssted (område): Utåker i Kvinnherad, Hordaland

Dato for prøvetaking: 16.01.13

Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research, SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: -

Artene er identifisert av: Tom Alvestad, Frøydis Lygre og Per Johannessen

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>

Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- * ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- * ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av:4 sider.

Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjennelse fra SAM.

Signatur: Tom Alvestad
Godkjent taksonom

SAM-Marin

S 1/4	STASJON DATO Dyp Hugg	UT 1		UT 2		UT 3	
		16.01.2013		16.01.2013		16.01.2013	
		345 m		260 m		299 m	
		1	3	1	4	1	3
*	PORIFERA						
*	CNIDARIA						
*	SCYPHOZOA						
*	HYDROZOA						
*	Hydrozoa indet.					+	+
*	ANTHOZOA						
	Cerianthidae indet.	1	6	+	1		3
*	PLATYHELMINTES						
*	NEMERTINI						
*	Nemertini indet.		3			1	5
*	NEMATODA						
*	Nematoda indet.				1		2
	PRIAPULIDA						
	ANNELIDA						
	POLYCHAETA						
	Polynoidae indet.		1				
	Pholoe baltica						
	Pholoe pallida	1	1			2	4
	Neoleanira tetragona	1					0/1
	Paranaitis wahlbergi						
	Sige fusigera						
	Protomystides exigua						1
	Glycera lapidum		0/2				0/2
	Nereimyra cf. woodsholea		1				
	Gyptis rosea						
	Kefersteinia cirrata						
	Syllidae indet.						
	Exogone sp.					1	
	Ceratocephale loveni						1/1
	Nephtys paradoxa						1
	Nephtys pulchra					0/2	0/2
	Nephtys hystericis						
	Paramphinome jeffreysii		3	20	22	7	8
	Paradiopatra quadricuspis	0/1	0/1			3	
	Paradiopatra fiordica						
	Lumbrineridae indet.	9	9	1		3	3
	Ophryotrocha sp			40	31		
	Phylo norvegica	0/1				0/3	0/2
	Aricidea sp.						1
	Levinsenia gracilis	3	3			6	5
	Paraonis sp.						1
	Laonice sarsi	1					
	Polydora sp.						1
	Prionospio cirrifera	2	1				
	Prionospio fallax						
	Prionospio steenstrupii			576	522	1	
	Prionospio dubia	1/1	1			1	3
	Spiophanes kroeyeri	5/2	3/1			5/4	8/18
	Spiophanes wigley	0/1					
	Aphelochaeta sp.					2	3
	Caulleriella killariensis						
	Caulleriella sp.	1					
	Chaetozone jubata		2			1	
	Chaetozone sp.						

SAM-Marin

S 2/4	STASJON DATO Dyp Hugg	UT 1		UT 2		UT 3	
		16.01.2013		16.01.2013		16.01.2013	
		345 m		260 m		299 m	
		1	1	1	4	1	3
	Diplocirrus glaucus						0/1
	Pherusa falcata						1
	Brada villosa						
	Ophelina norvegica	1				1	
	Ophelina sp.						
	Asclerocheilus sp.						
	Lipobranchus jeffreysii					1	
	Scalibregma inflatum						
	Capitella capitata			688	1515	30	5
	Heteromastus filiformis	16	9			12	11
	Rhodine sp.						
	Maldanidae indet.					2	
	Pectinaria auricoma						
	Pectinaria belgica		1			1	1
	Pectinaria koreni						
	Anobothrus sp.						
	Amythasides macroglossus	4	5			5	22
	Eclysippe vanelli						1
	Samytha sexcirrata						
	Amage auricula						
	Pista cristata						
	Pista lomensis						
	Lanassa venusta						
	Polycirrus norvegicus						
	Polycirrus medusa						
	Polycirrus plumosus						
	Amaeana trilobata						
	Terebellides stroemi	4/4	1/3			4/6	5/13
	Euchone sp.						1
	Hydroides norvegica			1			
	OLIGOCHAETA						
	HIRUDINEA						
	ECHIURA						
	Echiurus echiurus						
	SIPUNCULA						
	Sipuncula indet.						
	Phascolion strombus						1
	Onchnesoma steenstrupi	12	10			9	14
	Nephasoma cf. minutum	10	5			2	15
	ARTHROPODA						
	CRUSTACEA						
	OSTRACODA						
*	COPEPODA						
*	Calanus finmarchicus	1	2			3	2
	Calanus hyperboreus					1	
*	Metridia longa						
	EUPHAUSIACEA						
*	Euphausiacea indet	1					
	DECAPODA						
	Caridea indet						
	LEPTOSTRACA						
*	Nebalia sp.			1			

SAM-Marin

S 3/4	STASJON DATO Dyp Hugg	UT 1		UT 2		UT 3	
		16.01.2013		16.01.2013		16.01.2013	
		345 m		260 m		299 m	
		1	3	1	4	1	3
	MYSIDACEA						
	AMPHIPODA						
*	Amphipoda indet.					1	2
	Eriopisa elongata	3	9			11	8
	CUMACEA						
	TANAIDACEA						
	ISOPODA						
*	PYCNOGONIDA						
	MOLLUSCA						
	APLACOPHORA						
	Solenogastres indet.						
	Caudofoveata indet.	1	1			2	2
	POLYPLACOPHORA						
	GASTROPODA						
	Euspira montagui						
	Euspira pulchella						
	Diaphana minuta						
	Philine quadrata						
	Philine scabra						
	Roxania utriculus						
	Scaphander punctostriatus						
	Nudibranchia						
	Nudibranchiata indet						
	BIVALVIA						
	Nucula tumidula	0/8	0/6			0/3	0/8
	Yoldiella philippiana						
	Mytilus edulis						
	Delectopecten vitreus						
	Thyasira equalis	10/1	4/4			11/2	20/3
	Thyasira obsoleta	3	2/3			4	12/4
	Thyasira sarsii			1	1		
	Axinulus eumyrius					1	
	Mendicula ferruginosa	0/3	0/1			4/1	7/3
	Adontorhina similis						3
	Kurtiella tumidula						
	Abra longicallus	1	1				
	Abra nitida	1					
	Kelliella abyssicola					1	1
	Saxicavella jeffreysi						
	Cuspidaria obesa						
	Tropidomya abbreviata						
	SCAPHOPODA						
	Antalis occidentalis	2					
	Entalina tetragona						
	Pulsellum lofotense						
	CEPHALOPODA						
	BRACHIOPODA						
	PHORONIDA						
*	BRYOZOA						
	ECHINODERMATA						
	CRINOIDEA						
	ASTEROIDEA						
	Asteroidea indet			0/1			

SAM-Marin

S 4/4	STASJON DATO Dyp Hugg	UT 1		UT 2		UT 3	
		16.01.2013		16.01.2013		16.01.2013	
		345 m		260 m		299 m	
		1	3	1	4	1	3
	OPIUROIDEA						
	Amphilepis norvegica	1/1	2			6/2	3
	Ophiura carnea						
	Ophiura sarsii					1/1	0/1
	ECHINOIDEA						
	Echinoida						
	Spatangoida						
	HOLOTHUROIDEA						
	Synaptidae indet						
*	POGONOPHORA						
	ENTEROPNEUSTA						
	Enteropneusta indet.						1
*	CHAETOGNATHA						
*	Chaetognatha indet.	1					
	ASCIDIACEA						
	CHORDATA						
*	PISCES						
*	VARIA						

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene.

Geometriske klasser	Nærsonne	Overgangssone	Fjernsone
I	4	19	10
II	1	9	10
III	0	8	5
IV	0	5	7
V	1	7	3
VI	1	2	0
VII	0	0	0
VIII	0	0	0
IX	0	0	0
X	0	0	0
XI	1	0	0
XII	1	0	0
XIII	0	0	0
XIV	0	0	0

Vedleggstabell 4. Analysebevis



Uni Research AS
 HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)
 5006 BERGEN
 Attn: Uni Miljø

**Eurofins Environment Testing Norway AS
 (Bergen)**
 F. reg. 965 141 618 MVA
 Box 75
 NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

AR-13-MX-000268-01



EUNOBE-00005573

Prøvemottak: 17.01.2013
 Temperatur:
 Analyseperiode: 17.01.2013-01.02.2013
 Referanse: 807159 /1/13

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:		441-2013-0117-029	441-2013-0117-030	441-2013-0117-031					
Prøvetakingsdato:		16.01.2013	16.01.2013	16.01.2013					
Prøvetaker:		Oppdragsgiver	Oppdragsgiver	Oppdragsgiver					
Analysestartdato:		17.01.2013	17.01.2013	17.01.2013					
Prøvetype:		Sedimenter	Sedimenter	Sedimenter					
Prøvemerking:		UT-1, 345 m Hugg 2	UT-2, 260 m Hugg 3	UT-3, 299 m Hugg 2					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Fosfor (P)	Totalt fosfor (P)	a) 830	mg/kg tv	a) 2800	mg/kg tv	a) 930	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	10
Kobber (Cu)		a) 25	mg/kg tv	a) 79	mg/kg tv	a) 25	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 160	mg/kg tv	a) 130	mg/kg tv	a) 160	mg/kg tv	NS EN ISO 17294-2	1
Totalt organisk karbon		a) 19	mg/g tv	a) 19	mg/g tv	a) 22	mg/g tv	EN 13137	0.1
Totalt tørrstoff	Totalt tørrstoff	a) 40.4	% (w/w)	a) 72.5	% (w/w)	a) 41	% (w/w)	EN 14346	0.1

Teknisk forklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, nd : Ikke påvist, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Uncertainty of Measurement, LOQ : Kv

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 1 av 2



Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00, Eurofins Umwelt Ost GmbH (Freiberg), OT Tuttendorf, Gewerbepark "Schwarze Kiefern", D-09633, Halsbrücke

Bergen 01.02.2013

Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

Tegnforklaring:

* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< : Mindre enn, > : Større enn, nd : ikke påvist, MPN : Most Probable Number, cfu : Colony Forming Units, MU : Uncertainty of Measurement, LOQ : Kv

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

Side 2 av 2

Vedleggstabell 5. CTD/STD Data

Resultater fra hydrografimålingene i nærsonen (UT-2) ved lokalitet Utåker.

Dybde (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur °C	Oksygen metning %	Oksygen mg/l	Oksygen ml/l	Tetthet
1	27,0	3,0	87,9	9,9	7,0	21,5
2	27,1	3,3	83,7	9,3	6,6	21,6
3	26,4	4,1	84,0	9,2	6,5	20,9
5	30,1	5,7	88,1	9,1	6,4	23,7
7	30,9	6,8	89,8	9,0	6,3	24,2
10	31,3	7,4	89,6	8,8	6,2	24,5
15	31,6	7,6	88,7	8,7	6,1	24,6
20	31,8	7,9	89,1	8,6	6,1	24,8
25	32,0	8,1	89,1	8,6	6,0	24,9
30	32,2	8,5	89,3	8,5	6,0	25,0
40	32,9	9,0	88,4	8,3	5,8	25,5
50	33,4	9,2	85,3	7,9	5,6	25,8
60	34,0	9,1	82,9	7,7	5,4	26,3
70	34,2	8,9	80,7	7,5	5,3	26,5
80	34,5	8,4	77,7	7,3	5,1	26,8
90	34,7	8,2	75,8	7,1	5,0	27,0
100	34,8	8,1	75,6	7,1	5,0	27,1
125	34,9	8,1	78,4	7,4	5,2	27,2
150	35,0	7,9	77,6	7,4	5,2	27,3
175	35,0	7,7	75,3	7,2	5,0	27,3
200	35,1	7,6	73,5	7,0	4,9	27,4
225	35,1	7,6	74,2	7,1	5,0	27,4
250	35,1	7,6	74,8	7,1	5,0	27,4
275	35,1	7,5	74,6	7,1	5,0	27,5
279	35,1	7,5	73,7	7,0	5,0	27,4

Resultater fra hydrografimålingene i **overgangssonen** (UT-3) ved lokalitet Utåker.

Dybde (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur °C	Oksygen metning %	Oksygen mg/l	Oksygen ml/l	Tetthet
1	27,4	2,9	86,0	9,7	6,8	21,9
2	27,3	3,2	85,1	9,5	6,7	21,8
3	28,7	4,3	86,7	9,3	6,6	22,7
5	29,9	5,3	88,5	9,2	6,5	23,6
7	30,4	6,5	89,9	9,1	6,4	23,9
10	31,1	7,2	90,0	8,9	6,3	24,3
15	31,6	7,6	89,4	8,7	6,1	24,6
20	31,7	7,8	89,3	8,7	6,1	24,7
25	32,0	8,1	89,6	8,6	6,1	24,9
30	32,1	8,4	89,5	8,5	6,0	25,0
40	32,9	9,1	88,7	8,3	5,8	25,5
50	33,5	9,2	85,5	7,9	5,6	25,9
60	33,9	9,1	83,0	7,7	5,4	26,3
70	34,3	8,8	80,7	7,5	5,3	26,6
80	34,5	8,4	77,8	7,3	5,1	26,8
90	34,7	8,2	75,6	7,1	5,0	27,0
100	34,7	8,1	75,5	7,1	5,0	27,0
125	34,9	8,1	78,0	7,4	5,2	27,2
150	35,0	7,9	77,4	7,3	5,2	27,3
175	35,0	7,7	75,0	7,1	5,0	27,3
200	35,1	7,6	73,4	7,0	4,9	27,4
225	35,1	7,6	73,9	7,0	5,0	27,4
250	35,1	7,6	74,4	7,1	5,0	27,4
275	35,2	7,5	74,6	7,1	5,0	27,5
279	35,1	7,5	73,7	7,1	5,0	27,4
297	35,2	7,5	73,9	7,1	5,0	27,5

SAM-Marin

Resultater fra hydrografimålingene i fjernsonen (UT-1) ved lokalitet Utåker.

Dybde (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur °C	Oksygen metning %	Oksygen mg/l	Oksygen ml/l	Tetthet
1	27,6	3,7	85,5	9,4	6,6	21,9
2	27,9	4,0	85,1	9,3	6,5	22,2
3	29,4	4,6	85,8	9,1	6,4	23,3
5	30,1	5,4	87,6	9,1	6,4	23,7
7	30,6	6,6	88,6	8,9	6,3	24,0
10	31,3	7,3	89,1	8,8	6,2	24,5
15	31,6	7,6	89,1	8,7	6,1	24,7
20	31,8	7,8	89,3	8,7	6,1	24,8
25	31,9	8,0	89,4	8,6	6,1	24,8
30	32,1	8,4	89,5	8,5	6,0	25,0
40	32,8	8,9	88,3	8,3	5,8	25,4
50	33,5	9,3	85,9	8,0	5,6	25,9
60	33,9	9,1	82,8	7,7	5,4	26,2
70	34,3	8,8	80,2	7,5	5,3	26,6
80	34,6	8,3	77,1	7,2	5,1	26,9
90	34,7	8,2	75,5	7,1	5,0	27,0
100	34,7	8,1	75,2	7,1	5,0	27,0
125	34,9	8,0	76,9	7,3	5,1	27,2
150	35,0	7,9	77,8	7,4	5,2	27,3
175	35,0	7,7	75,3	7,2	5,0	27,3
200	35,1	7,6	73,7	7,0	4,9	27,4
225	35,1	7,6	74,3	7,1	5,0	27,4
250	35,1	7,6	75,0	7,2	5,0	27,4
275	35,2	7,5	75,3	7,2	5,1	27,5
279	35,1	7,5	73,7	7,2	5,0	27,4
297	35,2	7,5	74,9	7,1	5,0	27,5
300	35,2	7,5	74,8	7,1	5,0	27,5
325	35,2	7,5	74,1	7,1	5,0	27,5
345	35,2	7,5	73,9	7,1	5,0	27,5