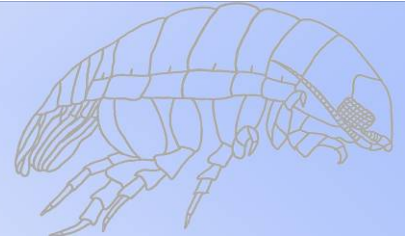


SAM e-Rapport

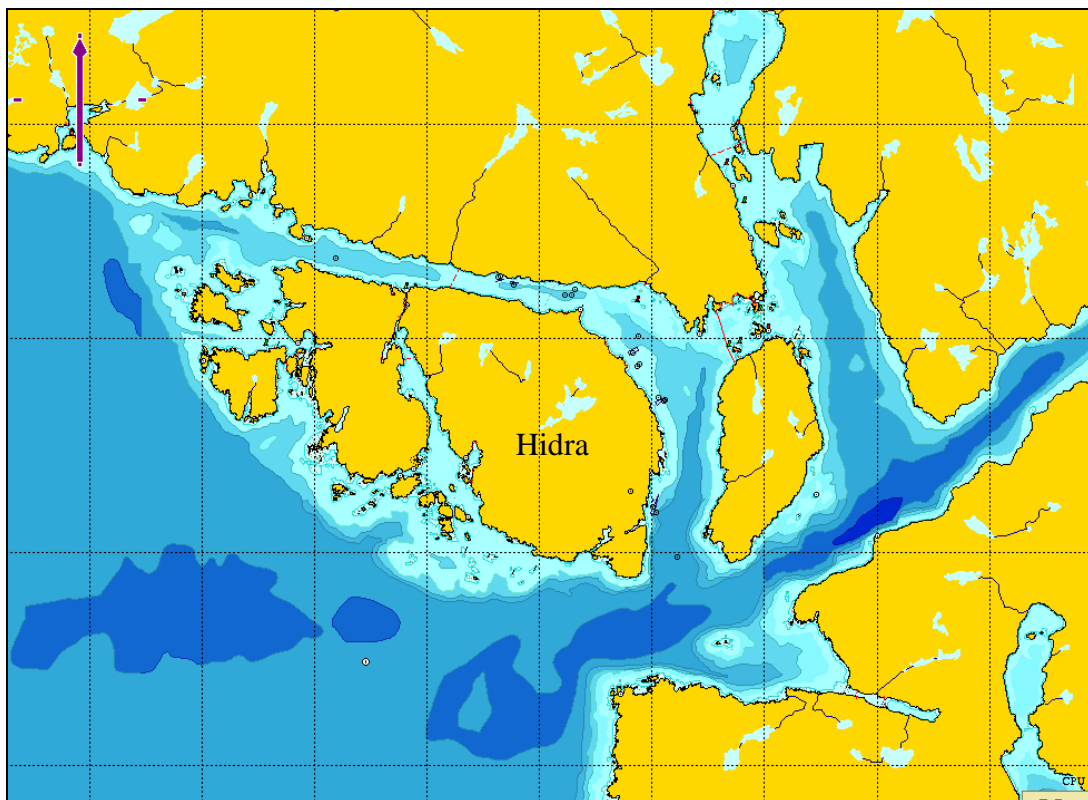
Seksjon for anvendt miljøforskning – marin
UNIFOB - Universitetsforskning i Bergen



e-Rapport nr. 6-2009


MOM-C undersøkelse fra fire oppdrettslokaliteter ved Hidra, Flekkefjord kommune i 2009

Per-Otto Johansen
Erling Heggøy



UNI FOB
UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN
UNIFOB AS

UNIFOB - Seksjon for anvendt miljøforskning

Høyteknologisenteret, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen, Norway 55 58 44 64  55 58 45 25

Rapportens tittel: MOM-C undersøkelse fra fire oppdrettslokaliteter ved Hidra, Flekkefjord kommune i 2009.	Dato: 29.6.2009
	Antall sider og bilag: 53 s.
Forfatter(e): Per-Otto Johansen og Erling Heggøy	Prosjektleder: P-O. Johansen
	Prosjektnummer: 802865

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

Abstract:

The aim of this investigation was to describe the environmental conditions at four fish farms at Hidra based on chemical- and geological sediment analysis, soft bottom macrofauna, oxygen and salinity. The environmental quality is assessed according to the classification system of the Norwegian Pollution control Authority and NS9410.

The oxygen content in the deepest part of Hidrasundet and Strandsfjorden was high and the conditions of the deep bottom fauna were good. The measured chemical and geological components in the sediment were low in Buksevika, Støytland and Skipningsdal but high in Salvågvika. The organic impact to the bottom fauna at Buksevika, Støytland and Skipningsdal seemed to be reduced by strong bottom currents.

Keywords: Fish farm Recipient Benthos Sediment Hydrography	Emneord: Fiskeoppdrett Resipient Bunndyr Sediment Hydrografi
--	--

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 6-2009

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	26/6-2009	P-O. Johansen
Prosjektet / undersøkelsen:	26/6-2009	Erling Heggøy

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 MATERIALE OG METODER.....	5
2.1 Undersøkelsesområdet.....	5
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder	5
2.2.1 Hydrografi	10
2.2.2 Sediment.....	10
2.2.3 Kjemiske analyser	11
2.2.4 Bunndyr.....	11
2.3 Produksjonsdata fra anleggene.....	13
3 RESULTATER OG DISKUSJON.....	14
3.1 Hydrografi	14
3.2 Sediment.....	17
3.3 Kjemi.....	19
3.4 Bunndyr	20
4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.....	30
5 TAKK	31
6 LITTERATUR.....	32
7 VEDLEGG.....	33

1 INNLEDNING

Rapporten presenterer resultatene fra en marinbiologisk miljøundersøkelse fra fire oppdrettslokaliteter ved Hidra i Flekkefjord kommune. Innsamlingene ble gjennomført 21.-22. april 2009. Undersøkelsen er utført av Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM-marin) på oppdrag fra Marine Harvest Norway as.

SAM-marin har foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører marine miljøundersøkelser og miljøovervåkning på oppdrag fra kommuner, oljeselskap, bedrifter og oppdrettere. SAM-marin er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse, faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157.

Formålet med denne resipientundersøkelsen var å studere miljøforholdene i sjøområdene rundt oppdrettsanleggene. Med resipient menes her et sjøområde som mottar utslipp fra oppdrettsanlegget. Resipientundersøkelsen skal gi tilstandsbeskrivelse av miljøforholdene og avdekke eventuelle forandringer i resipienten, og vil være referansemateriale for senere undersøkelser.

De marine miljøforholdene beskrives på grunnlag av vann- (hydrografi) og bunnprøver (sediment, bunnfauna og kjemi). Resultatene ble sammenliknet med tidligere undersøkelser i området i den grad det var mulig. Det har vært utført miljøundersøkelser i området i 1996 (Tvedten 1997a; 1997b; 1997c) og i 2002 (Skaar 2002). Resultatene vurderes opp mot SFT's tilstandsklassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007), og mot C-delen av MOM- systemet (Norsk Standard NS 9410).

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Undersøkelsesområdet

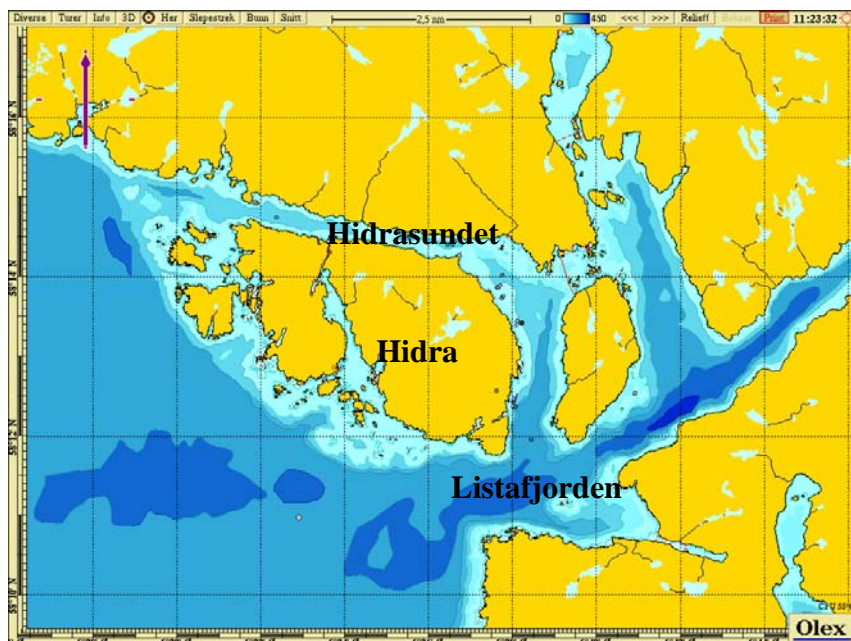
Undersøkelsesområdet ligger i Hidrasundet og Strandsfjorden på nord og østsiden av Hidra. (Figur 2.1 – 2.5). Under anlegget Skipningsdalen er det omtrent 100 m dypt. Bunnen skråer slakt nedover i en renne måt øst, til et maks dyp på 142 m. Under anlegget i Lauvnesbukta er det ca 70 m dypt, og bunnen skråer slak nedover til ca 150 m. Under anlegget ved Støytland skråer bunnen fra ca 50 m til 100 m. Det dypeste området utenfor anlegget er på 238 m, og har åpen forbindelse ut til Listafjorden.

2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder

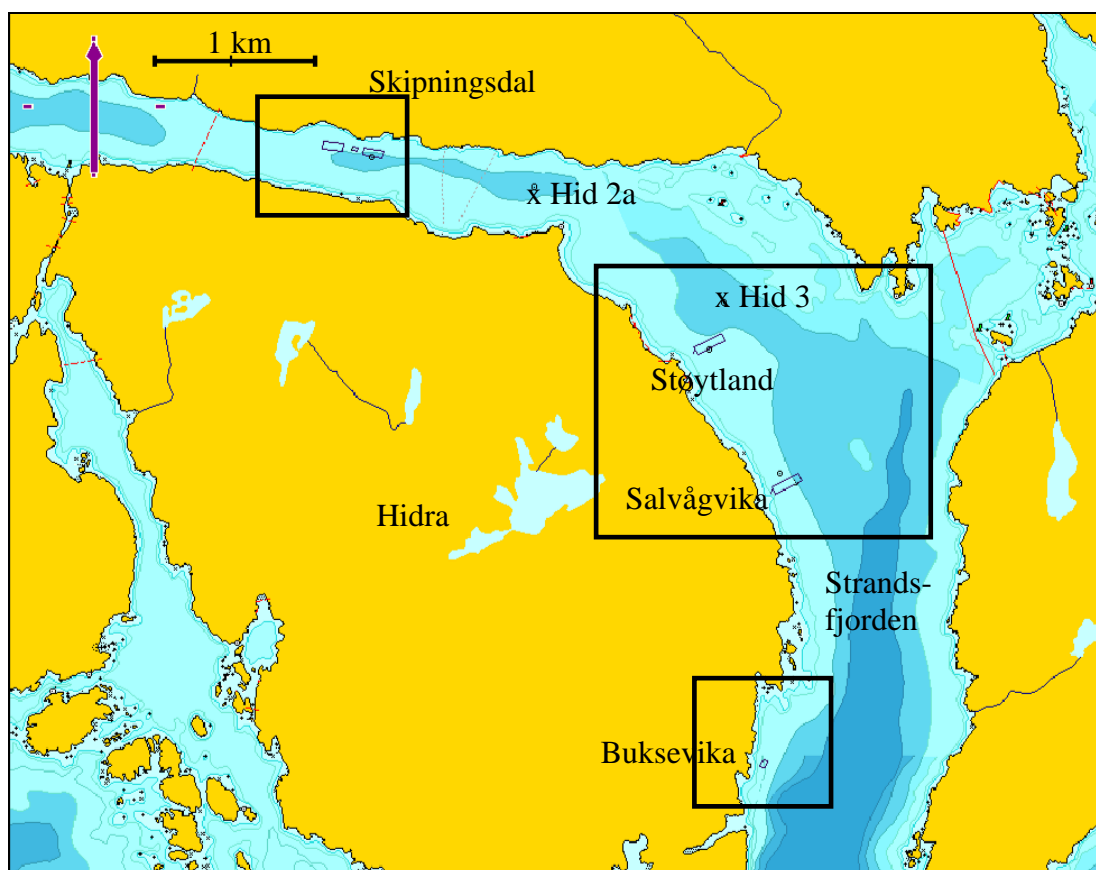
Prøveinnsamlingene ble gjort den 21. – 22. april 2009. Det ble tatt prøver ved hvert av anleggene og stasjoner på dypt vann i Hidrasundet og en i Strandsfjorden.

Det ble også utført hydrografimålinger fra de to dypeste stasjonene i Hidrasundet. Detaljerte opplysninger om stasjonene er gitt i Tabell 2.1.

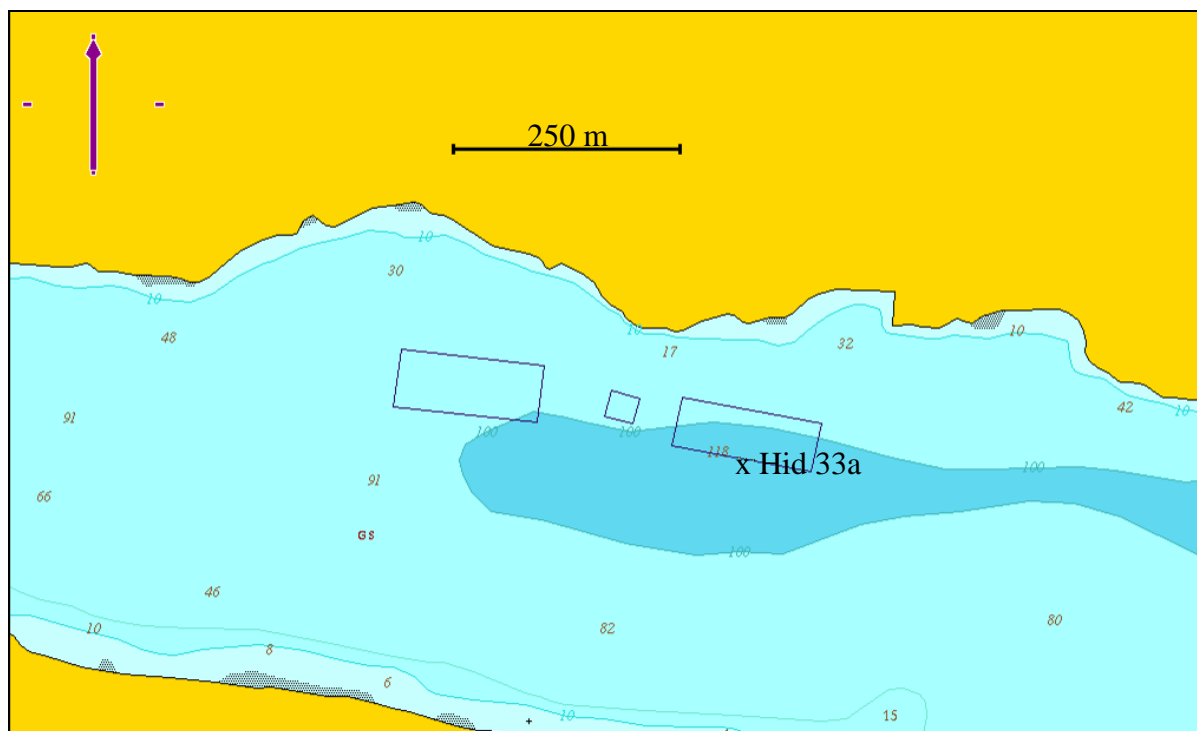
Hydrografimålingene ble foretatt ved hjelp av en CTD-sonde (STD/CTD-sonde SD204). Dataene ble hentet ut og illustrert ved hjelp av programvaren Minisoft SD200w.



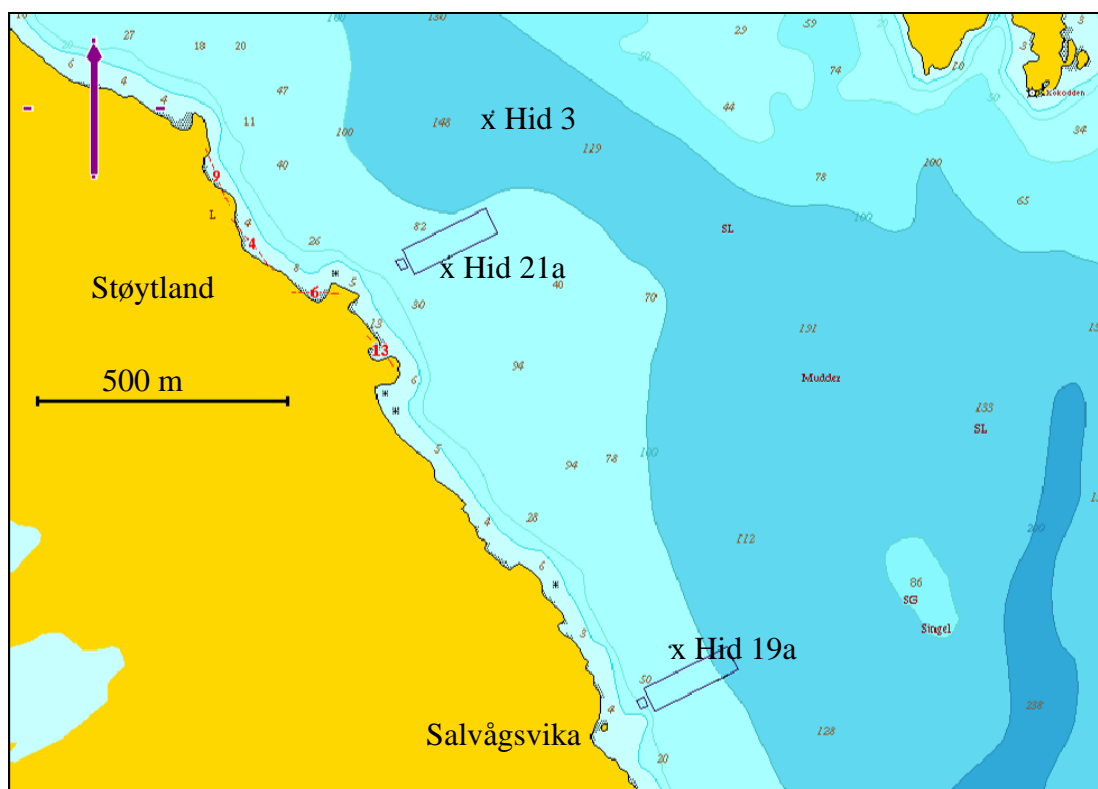
Figur 2.1. Oversiktskart med undersøkelsesområdet ved Hidra. Kartkilde: Olex.



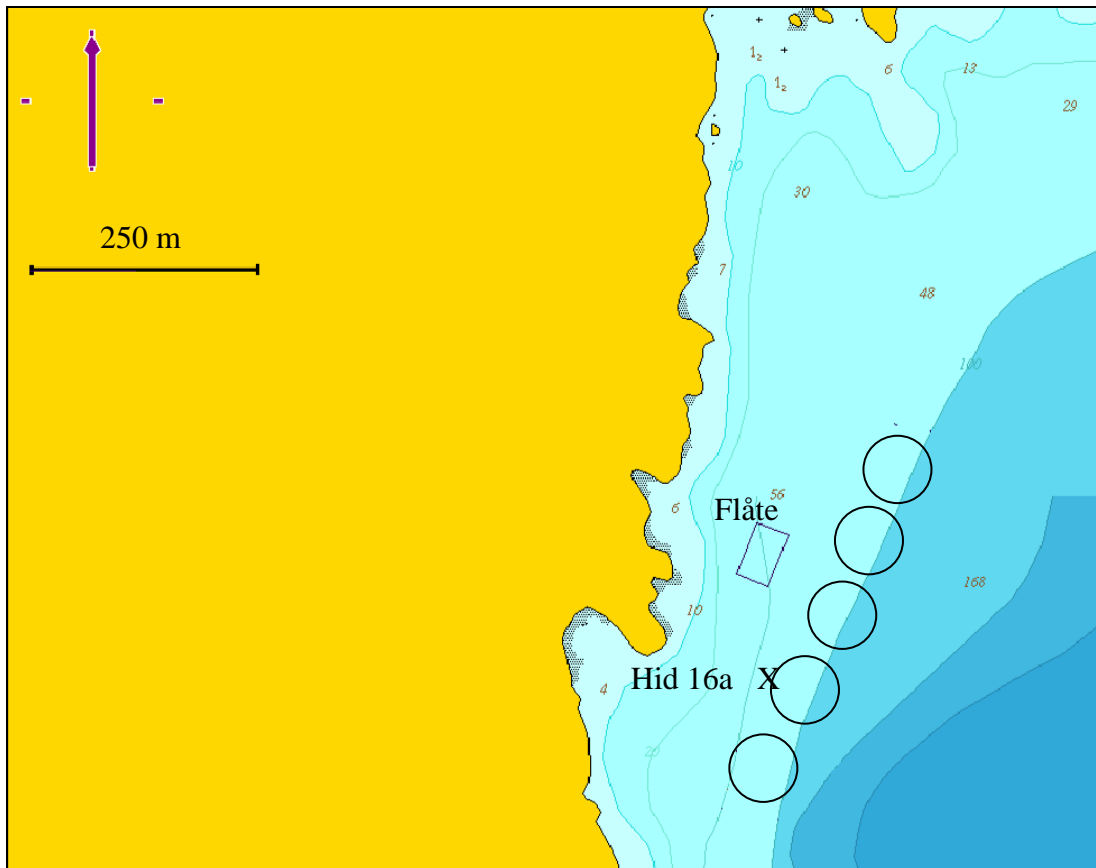
Figur 2.2. Oversikt over de undersøkte lokalitetene i Hidrasundet og Strandsfjorden, og referansestasjonene i dyppet av fjordene. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Firkantene indikerer plasseringen av kartutsnittene i Figur 2.3 – 2.5. Kartkilde: Olex.



Figur 2.3. Detaljsskisse over lokalitetene ved Skipningsdal med stasjonen i nærheten. Det er og en enkel skisse av anlegget og flåten. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex.



Figur 2.4. Detaljsskisse over lokaliteten ved Salvågvika og Støytland med stasjonen i nærheten og fjernsonen. Det er og en enkel skisse av anleggene. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex.



Figur 2.5. Detaljsskisse over lokalitetene ved Buksevika med stasjonen i nærheten. Det er og en enkel skisse av ringene ved anlegget og flåten. Eksakt plassering av stasjonene er gitt i Tabell 2.1. Kartkilde: Olex.

Tabell 2.1. Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet 22. april 2009. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m² van Veen grabb. Full grabb inneholder 17 liter sediment. Noen av prøvene hadde lite volum på grunn av et hardt sediment.

Stasjon Dato	Lokalitet Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nummer	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
Hid 2a 21.4.09	Hidrasundet 58°14,397' N 06° 36,558' Ø	131	1	17	Geologi og kjemi fra 1. hugg. Hydrografi med CTD-sonde.
			2	17	
			3	17	
Hid 3 21.4.09	Strandsfjorden 58°14,011' N 06° 37,754' Ø	148	1	17	Geologi og kjemi fra 1. hugg. Hydrografi med CTD-sonde.
			2	17	
			3	17	
Hid 16a 22.4.09	Buksevika 58°12,413' N 06° 38,017' Ø	56	1	2	Geologi og kjemi fra 1. hugg. Flere bomhugg, vanskelig å få gode prøver.
			2	4	
			3	2	
Hid 19a 22.4.09	Salvågvika 58°13,440' N 06° 38,112' Ø	67	1	2	Geologi og kjemi fra 1. hugg. Sediment stort sett silt + skjellrester. H ₂ S-lukt.
			2	6	
			3	6	
Hid 21a 22.4.09	Støytland 58°13,855' N 06° 37,665' Ø	72	1	3	Geologi og kjemi fra 1. hugg.
			2	6	
			3	3	
Hid 33a 21.4.09	Skipningsdal 58°14,496' N 06° 35,540' Ø	110	1	9	Skjellsand, grus, silt. Geologi og kjemi fra 1. hugg.
			2	10	
			3	11	

2.2.1 Hydrografi

Oksygeninnholdet i vannmassene er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god vannutskiftning 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 vannutskiftning, og dermed redusert tilførsel av nytt oksygenrikt vann. Hydrogensulfid (H_2S), 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 sedimentoverflaten, 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 hugget til analyse av kjemiske parametrene. Analysene ble utført av AnalyCen AS (akkrediteringsnummer Test 043). Analysene av fosfor (P), sink (Zn) og kobber (Cu) ble utført etter NS-EN-ISO 11885. Analysene av totalt organisk karbon (TOC) ble utført etter AJ31. Innholdet av tørrstoff ble analysert etter NS 4764-1.

Tilstandsklassen vil bli gitt for de av de målte parametrene som inngår i SFT's manual (Molvær et al. 1997 og Bakke et al. 2007) (Tabell 2.2).

Surhetsgrad (pH) og redokspotensiale (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

Artssammensetningen 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 bløtbunnsartene 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 m². Hardheten av sedimentet avgjør hvor dypt grabben graver ned i sedimentet. Sedimentvolumet 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 van Veen grabb har et volum på 17 liter. Hoveddelen av gravende dyr oppholder seg i de øverste 5-10 cm av sedimentet. Prøver med mindre sediment kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene.

Grabbinholdet 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 sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Så langt det har latt seg gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Bunndyrsmaterialet er oppbevart på Zoologisk museum, Universitetet i Bergen.

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.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) (Tabell 2.2). Ved bruk av forekomsten av bunndyr kan miljøkvaliteten klassifiseres i tilstandsklasse og forurensningsgrad.

Artsdiversiteten beregnes for hver prøve og samlet på stasjonene. Diversiteten brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig). Nær oppdrettsanlegg er det ofte få arter med jevn individfordeling. I slike tilfeller er diversitetsindeksen i Molvær et al. (1997) lite egnet til å angi miljøtilstanden. Helt opp til anleggene og i overgangssonen er det derfor utarbeidet en egen standard (MOM) for beregning av miljøtilstanden (NS 9410) (Tabell 2.3).

Tabell 2.2. Klassifisering av de undersøkte parametrene som inngår i Molvær et al. (1997) og Bakke et al. 2007. Organisk karbon er total organisk karbon korrigert for finfraksjonen i sedimentet.

Parameter	Måle-enhet	Tilstandsklasse				
		I Bakgrunn (meget god)	II God	III Moderat (mindre god)	IV Dårlig	V Svært dårlig
Dypvann Oksygen	ml O ₂ /l	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Sediment Shannon-Wiener indeks('H)		>4	4-3	3-2	2-1	<1
Organisk karbon	mg/g	<20	20-27	27-34	34-41	>41
Sink	mg Zn/kg	<150	150- 360	360-590	590- 4500	>4500
Kobber	mg Cu/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220

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 anleggene

Forforbruket er vist i Tabell 2.4.

Tabell 2.4. Fórforbruk i kg for hver måned.

Lokalitet	2006	2007	2008	Pr 21. april 2009
Skipningsdalen	2635	1955	3499	733
Salvågvika	2605	1345	3223	815
Støytland	1794	1378	2274	757
Buksevika	0	0	455	277

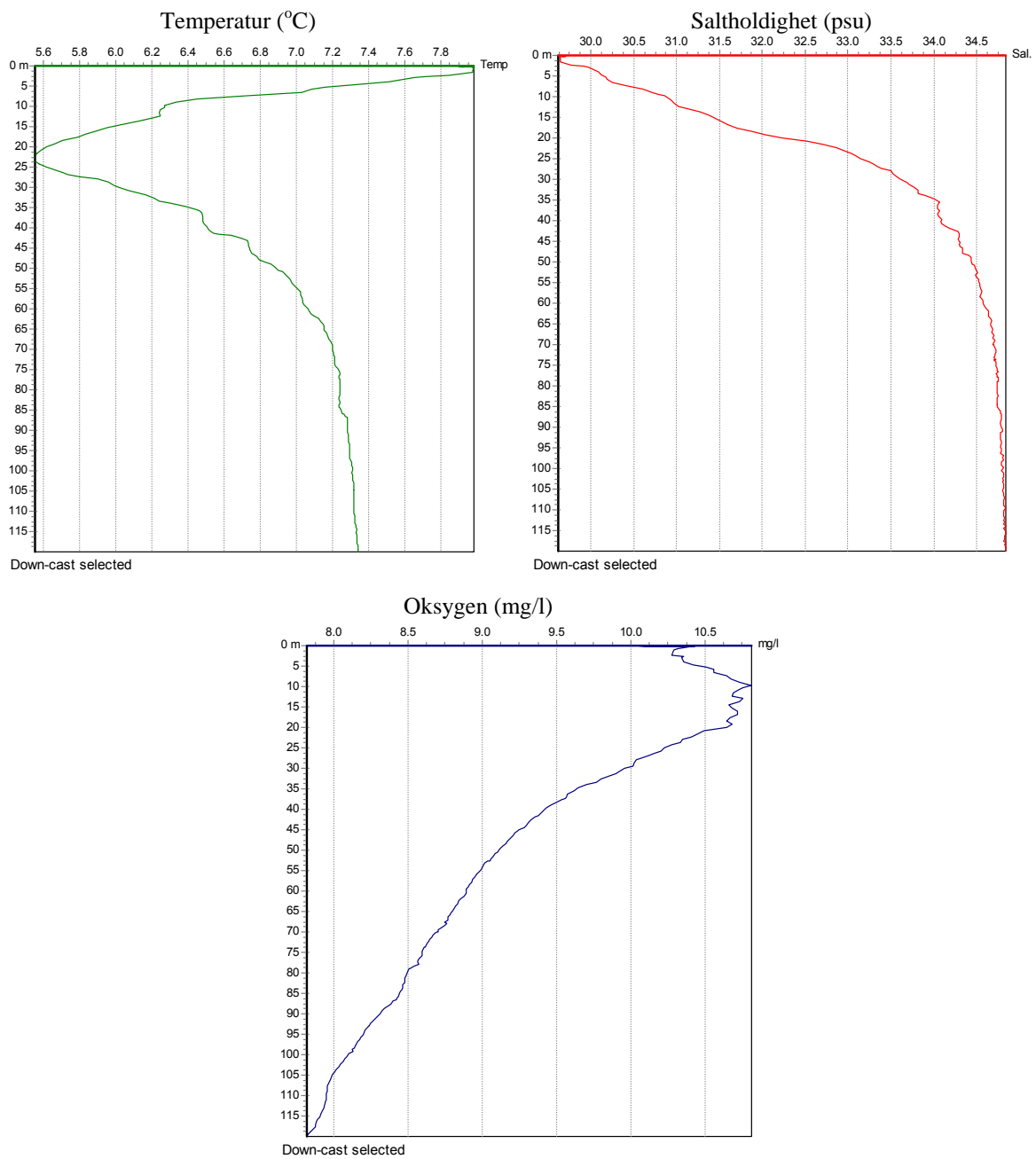
3 RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Hydrografi

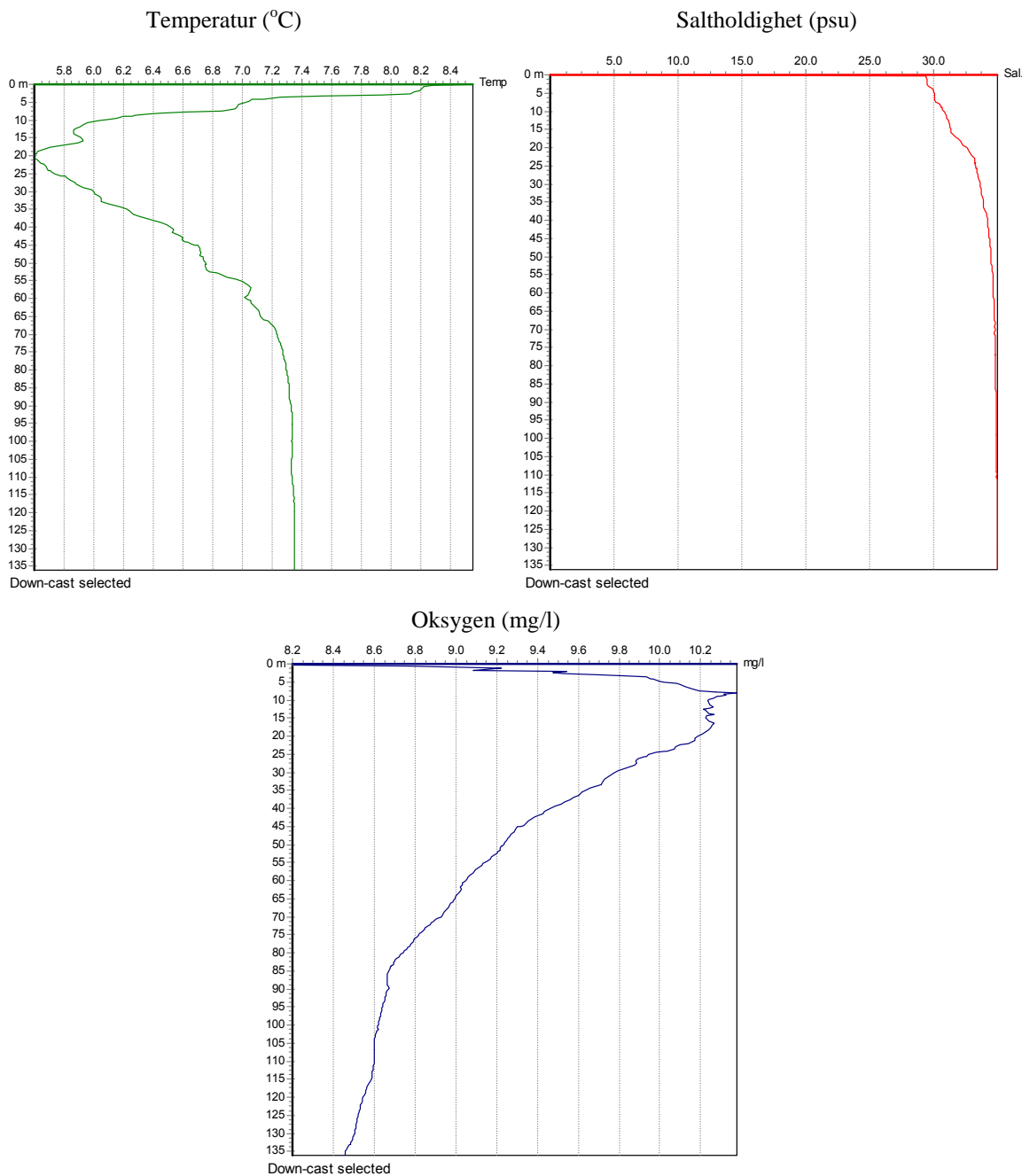
Saltholdighet, temperatur og oksygeninnhold ble målt fra overflaten og til like over bunnen på stasjon Hid 2a og Hid 3. Resultatene er presentert i Tabell 3.1 og Figur 3.1.

Tabell 3.1. Resultater fra hydrografimålingene ved Hidra den 21. april 2009.

Stasjon Dato	Dyp (m)	Saltholdighet (psu)	Temperatur (°C)	Tetthet (δ_t)	Oksygen (mg/l)	Oksygen (ml/l)	Oks. met. (%)
Hid 2a 21.4.2009	1	29.65	7.98	23.08	10.29	7.25	104.11
	2	29.71	7.91	23.15	10.28	7.24	103.84
	3	29.99	7.64	23.40	10.34	7.28	104.02
	5	30.16	7.21	23.60	10.47	7.37	104.36
	7	30.34	6.86	23.80	10.61	7.47	104.93
	10	30.89	6.27	24.32	10.77	7.58	105.43
	15	31.43	5.98	24.81	10.68	7.52	104.12
	20	32.22	5.62	25.49	10.65	7.50	103.50
	25	33.15	5.62	26.26	10.22	7.20	99.96
	30	33.61	6.02	26.59	9.96	7.01	98.59
	40	34.08	6.51	26.95	9.42	6.63	94.66
	50	34.44	6.89	27.23	9.11	6.42	92.61
	60	34.58	7.06	27.36	8.89	6.26	90.81
	70	34.69	7.20	27.47	8.70	6.13	89.25
	80	34.74	7.24	27.55	8.49	5.98	87.24
	90	34.79	7.29	27.63	8.31	5.85	85.45
100	34.81	7.31	27.68	8.10	5.70	83.34	
110	34.82	7.32	27.74	7.95	5.60	81.82	
120	34.84	7.34	27.80	7.82	5.51	80.56	
Hid 3 21.4.2009	1	29.44	8.21	22.89	9.12	6.42	88.95
	2	29.44	8.16	22.90	9.54	6.72	92.96
	3	29.57	7.92	23.04	9.69	6.82	94.00
	5	30.05	7.02	23.54	10.03	7.06	95.47
	7	30.12	6.93	23.62	10.17	7.16	96.65
	10	30.78	6.07	24.26	10.24	7.21	95.74
	15	31.32	5.91	24.73	10.22	7.20	95.59
	20	32.57	5.60	25.77	10.19	7.18	95.32
	25	33.26	5.73	26.33	9.95	7.01	93.83
	30	33.62	6.01	26.60	9.78	6.89	92.97
	40	34.20	6.52	27.04	9.46	6.66	91.41
	50	34.47	6.75	27.27	9.24	6.51	89.92
	60	34.64	7.03	27.41	9.04	6.37	88.74
	70	34.77	7.23	27.53	8.93	6.29	88.09
	80	34.83	7.30	27.61	8.74	6.15	86.37
90	34.88	7.33	27.69	8.67	6.11	85.79	
100	34.90	7.33	27.75	8.62	6.07	85.31	
125	34.97	7.35	27.92	8.52	6.00	84.40	
130	34.96	7.35	27.94	8.50	5.99	84.22	
135	34.96	7.35	27.96	8.46	5.96	83.78	



Figur 3.1. Temperatur (°C), saltholdighet (psu) og oksygeninnhold (mg/l) målt med CTD-sonde fra overflaten og til 120 meter dyp på stasjon Hid 2a den 21. april 2009.



Figur 3.1 fortsetter. Temperatur (°C), saltholdighet (psu) og oksygeninnhold (mg/l) målt med CTD-sonde fra overflaten og til 120 meter dyp på stasjon Hid 3 den 21. april 2009.

Temperaturen i overflaten var 8,0 på Hid 2a og 8,2 °C på Hid 3 (Tabell 3.1). Sjøtemperaturen sank til 5,6 °C i 20 m dyp før den økte ned mot bunnen til 7,4 °C. Saltholdighetsmålingene viser et overflatelag med lavere saltholdighet (29,4-29,7 psu) enn nedover i vannsøylen. Ved bunnen (135 m) på stasjon Hid 3 var saltholdigheten om lag 35,0 psu. Oksygeninnholdet i overflaten var 7,3 ml/l på stasjon Hid 2a og 6,4 ml/l på stasjon Hid 3. Oksygenet viste et maksimum i 10-20 m dyp før det sank med økende dyp. Ved bunnen var oksygeninnholdet i

april 2009 5,5 ml/l på Hid 2a og 6,0 ml/l på Hid 3. Dette plasserer bunnvannet i SFT's tilstandsklasse I (meget god) for begge stasjonene. Oksygen som ble målt i bunnvannet i Hidrasundet mai 1996 var 6,3 ml/l (130 m dyp) og i Strandsfjorden i mai 1996 var 6,4 ml/l i 1996 (140 m dyp) (Tvedten et al. 1997b). Målinger foretatt i Hidrasundet og Strandsfjorden i august 2002 var henholdsvis 5,6 ml/l (139 m dyp) og 6,0 ml/l (145 m dyp) (Skaar 2003).

3.2 Sediment

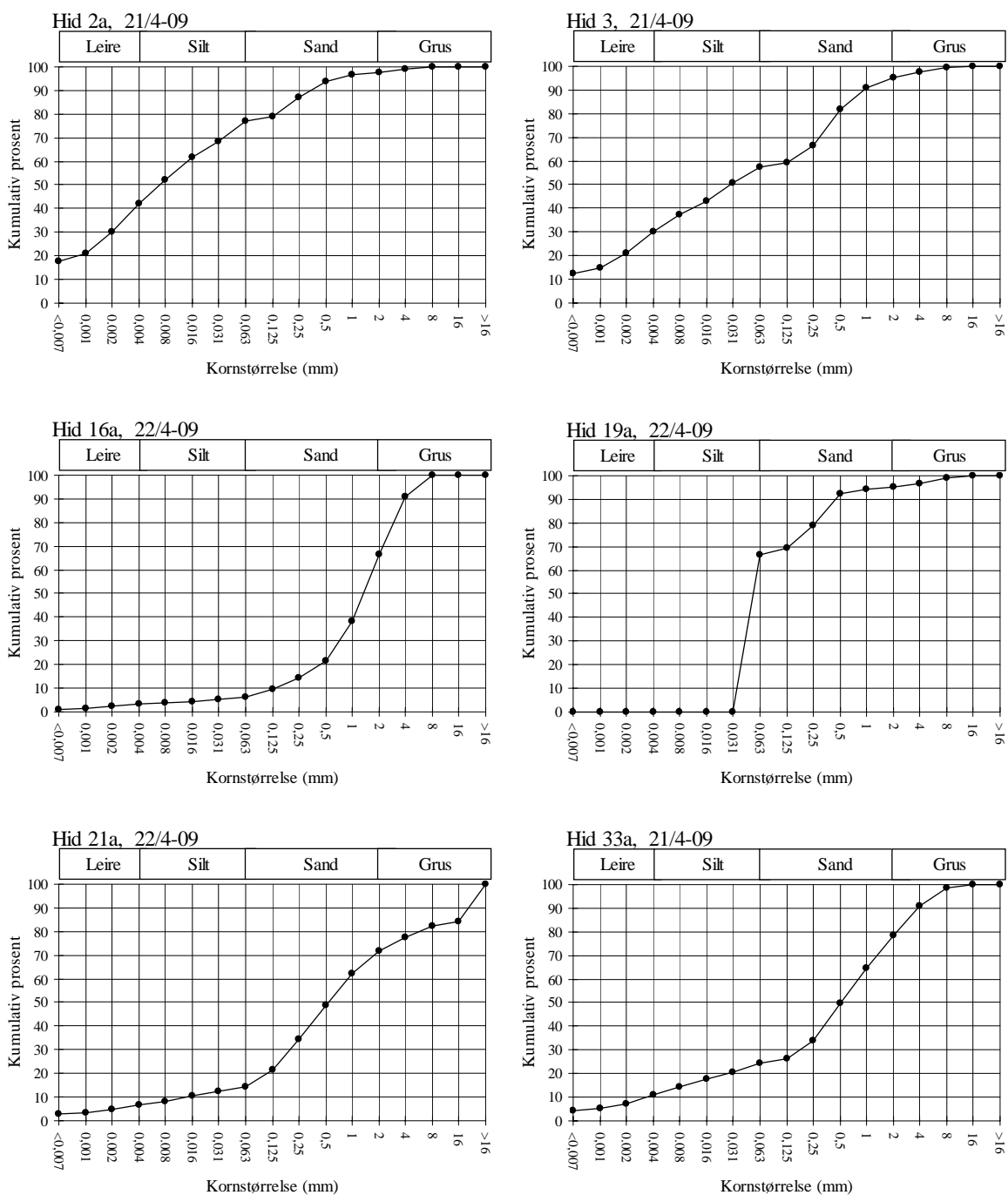
Resultatene fra sediment-undersøkelsene fra 2009 er presentert i Tabell 3.2 og Figur 3.2.

Tabell 3.2. Oversikt over dyp, organisk innhold (% glødetap) og kornfordeling i sedimentprøver fra stasjonene ved Hidra i 2009.

Stasjon	Lokalitet	Dyp (m)	Organisk	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
			innhold (% glødetap)					
Hid 2a	Hidrasundet	132	9,9	42	35	77	21	2
Hid 3	Strandsfjorden	140	6,2	30	27	57	38	5
Hid 16a	Buksevika	55	2,7	3	3	6	60	33
Hid 19a	Salvågvika	67	41,6	0	66	66	29	5
Hid 21a	Støytland	72	4,8	7	8	15	57	28
Hid 33a	Skipningsdal	110	5,0	11	13	24	54	21

På de to dypeste stasjonene i Hidrasundet var andelen av finkornet sediment (leir/silt) 77 % på Hid 2a og 57 % på Hid 3. Sedimentet inntil tre av anleggene bestod for det meste av sand og grus. Stasjon Hid 16a (Buksevika) hadde 93 % sand og grus, stasjon Hid 21a (Støytland) hadde 85 % sand og grus og stasjon Hid 33a (Skipningsdal) hadde 75 % sand og grus. En høy andel sand og grus indikerer god strøm ved bunnen ved disse lokalitetene. Stasjon Hid 19a (Salvågvika) skilte seg ut med større andel leir/silt (66 %) enn sand og grus (34 %).

Det organiske innholdet ved bunnen i Hidrasundet var 9,9 % på Hid 2a og 6,2 % på Hid 3. Dette er som en kan forvente på disse dypene i norske fjorder. I mai 1996 var det organiske innholdet 9,7 % på Hid 2a og 8,9 % på Hid 3. Inntil anleggene var konsentrasjonene relativt lave 2,7 % ved stasjon Hid 16a (Buksevika), 4,8 % ved stasjon Hid 21a (Støytland) og 5,0 % ved stasjon Hid 33a (Skipningsdal). Stasjon Hid 19a (Salvågvika) hadde høyt innhold av organisk materiale i sedimentet (41,6 %). Ved dette anlegget ble det også målt et høyt TOC-innhold i sedimentet i august 2002 (Skaar 2003). I mai 1996 varierte det organiske innholdet fra 3,7 % til 12,7 % ved Buksevika, Salvågvika, Støytland og Skipningsdal.



Figur 3.2. Kornfordeling (mm) langs x-aksen og kumulativ vektprosent langs y-aksen av sedimentprøver fra Hidra i 2009. Prøven fra Hid 19a (Salvågvika) inneholdt hydrogensulfid. Det var ikke mulig å analysere finfraksjonen i denne prøven.

3.3 Kjemi

Sediment analyser

De undersøkte kjemiske parametrene er vist i Tabell 3.3. Innholdet av kobber og sink var lavt på stasjon Hid 2a, Hid 3, Hid 16a, Hid 21a og Hid 33a og lå i SFT's tilstandsklasse I-II (bakgrunnsnivå-god). I Salvågvika (Hid 19a) lå imidlertid konsentrasjonene av kobber og sink i tilstandsklasse IV-V (dårlig-svært dårlig). Konsentrasjonene av fosfor var lave på alle stasjonene med unntak av Salvågvika (Hid 19a).

For å benytte SFT's tilstandsklasse på totalt organisk karbon (TOC), må de målte verdiene standardiseres for teoretisk 100 % finfraksjon. Formelen som benyttes til dette, er imidlertid ikke tilpasset lokaliteter som ligger inne i fjorder som i denne rapporten (Aure et al. 1993) og bør derfor også vurderes opp mot glødetapet. Ved å benytte formelen gitt i SFT's manual var innholdet av TOC var moderate og fikk SFT's tilstandsklasse II-III (god-mindre god) ved alle stasjonene med unntak av Hid 19a (Salvågvika). Som tidligere nevnt var det organisk innholdet (glødetap) i sedimentet lavt på alle stasjonene med unntak av Hid 19a, Salvågvika. Stasjon Hid 19a i Salvågvika hadde et svært høyt innhold av TOC og et lavt tørrstoffinnhold.

Tabell 3.3. Innholdet av de undersøkte kjemiske parametrene i sedimentet og innholdet av tørrstoff (TS) ved Hidra i 2009. Tilstandsklasser (T.kl.) er oppgitt etter SFT' klassifisering (Bakke et al. 2007) for sink og kobber.

Stasjon	Dyp (m)	Kobber (mg/kg)	T.kl.	Sink (mg/kg)	T.kl.	TOC (g/100g)	Normalisert TOC (mg/g)	T.kl.	Fosfor (g/kg)	Tørrstoff (%)
Hidrasundet										
Hid 2a	131	35	I-II	100	I	2,8	32,1	III	1,5	35,3
Strandsfjorden										
Hid 3	148	26	I	92	I	2,3	30,7	III	1,2	42,3
Buksevika										
Hid 16a	56	2,5	I	12	I	0,4	20,9	II	0,25	56,2
Salvågvika										
Hid 19a	67	220	IV-V	760	IV	28,2	282	V	29,0	20,2
Støytland										
Hid 21a	72	6,2	I	24	I	1,4	29,3	III	1,0	60,1
Skipningdal										
Hid 33a	110	13	I	54	I	1,8	31,7	III	1,3	67,7

Måling av pH og Redokspotensial

Resultatene fra pH og redokspotensialet (E_h) sammen med de andre vurderingene av sedimentet som er felles for en MOM-B undersøkelse er vist i Vedleggstabell 1. Det var ingen gassutvikling i noen av prøvene. Fekalie- og fôr-rester ble kun observert i prøvene fra Hid 19a (Salvågvika).

Målingene av pH og E_h plasserte sedimentet fra de to dype stasjonene i tilstand 1 i henhold til parametrene i gruppe II i MOM-B standarden (Tabell 3.4). Sedimentet fra Buksevika (Hid 16a) og Skipningsdal (Hid 33a) fikk også tilstand 1.

Stasjonene ved Salvågvika (Hid 19a) og Støytland (Hid 21a) fikk tilstand 2.

Tabell 3.4. Målte pH og E_h verdier i sedimentet fra de seks 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	Lokalitet	pH	E_h	pH/ E_h poeng	Tilstand Gruppe II
Hid 2a	Hidrasundet	7.3	88	1	1
Hid 3	Strandsfjorden	7.4	177	0	1
Hid 16a	Buksevika	7.9	231	0	1
Hid 19a	Salvågvika	7.4	-22	2	2
Hid 21a	Støytland	7.4	-28	2	2
Hid 33a	Skipningdal	7.5	98	1	1

3.4 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3.5 til Tabell 3.7, Figur 3.3, Figur 3.4 og i Vedleggstabellene 2-3. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene ved lokaliteten i april 2009. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile, og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid.

Gode miljøforhold i sjøbunnen kjennetegnes ofte ved høyt artsantall og relativt jevn fordeling av individer mellom arter. Tilførsel av store mengder organisk materiale som f.eks. fra oppdrettsanlegg (fôrrester og fiskeekskremitter) kan gi dårlige miljøforhold. Nedbrytning av organisk materiale kan føre til at sedimentet og vannet over bunnen blir oksygenfattig, eller helt uten oksygen, og det kan dannes hydrogensulfid. Uten oksygen kan det ikke leve dyr i bunnsedimentet. Svake bunnstrømmer i området vil være medvirkende til opphopning av organisk materiale. Gode strømforhold kan medvirke til spredning og raskere omsetning av organisk stoff.

Posisjonene i årets undersøkelse som ble tatt med GPS er mer nøyaktige enn posisjonene fra 1996 som var tatt fra sjøkart. Plasseringen til oppdrettsanleggene var ikke helt den samme som i 1996. Prøvearealene fra 1996 varierte fra 0,2 m² til 0,6 m², mens det i 2009 var 0,2 m² på alle stasjonene. I MOM-standarder blir antall arter og individer vurdert i forhold til et prøveareal på 0,2 m². Da det i 1996 ble brukt en grabb som er 0,2 m², oppgis MOM-tilstanden i 1996 per grabb. I 2009 oppgis tilstanden ut i fra 2 prøver per stasjon. Prøvestasjonene i årets undersøkelse ble sammenliknet med tidligere data i den grad det er mulig.

Hidrasundet

Bunnprøvene ble ikke tatt nøyaktig på samme sted i 2009 (Hid 2a) som i 1996 (Hid 2). Men siden bunnforholdene på såpass store dyp ofte er relativt homogene, kan de trolig sammenliknes. Ute i dypet på stasjon Hid 2a ble det i april 2009 funnet 65 arter med til sammen 5866 individer (0,2 m²) (Tabell 3.5). I mai 1996 ble det funnet 2651 individer fordelt på 96 arter (0,6 m²) (Tabell 3.6). De to mest tallrike artene i 2009 var børstemarkene *Heteromastus filiformis* (35,2 %), *Chaetozone sp.* (19,7 %). I 1996 var det børstemarken *Chaetozone setosa* (37,9 %) og slangestjernen *Amphiura filiformis* (7,7 %) som dominerte. I 2009 ble diversiteten beregnet til 3,09 og jevnhet 0,51 noe som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse II (god), mens stasjonen hadde diversitet 3,98 med jevnhet 0,60 i 1996 og fikk da tilstandsklasse I-II (meget god-god). Grafen for de geometriske klassene indikerer at miljøforholdene er noe dårligere i 2009 enn de var i 1996. Artsantallet som var svært høyt i 1996, var i 2009 nærmere forventet artsantall på dette dypet.

Strandsfjorden

Ute i dypet på stasjon Hid 3 ble det i april 2009 funnet 85 arter (0,2 m²) med til sammen 1609 individer (Tabell 3.5). I mai 1996 ble det funnet 3029 individer fordelt på 67 arter på 0,6 m² (Tabell 3.6). De tre mest tallrike artene i 2009 var børstemarkene *Paramphinome jeffreysii* (22,8%), *Aphelochaeta sp.* (10,4 %) og *Prionospio fallax* (10,3 %). I 1996 var det børstemarkene *Heteromastus filiformis* (45,6 %), *Chaetozone setosa* (25,3 %) og *Paramphinome jeffreysii* (5,9 %) som dominerte. I 2009 ble diversiteten beregnet til 4,45 og jevnhet 0,70 noe som plasserer stasjonen i SFT's tilstandsklasse I (meget god), mens stasjonen hadde diversitet 2,86 med jevnhet 0,47 i 1996 og fikk da tilstandsklasse III (mindre god). Økende artsantall og diversitet indikerer en svak positiv utvikling av bunnfaunaen i Strandsfjorden. Den positive utviklingen kommer også frem i grafen for de geometriske klassene.

Faunasammensetningen på stasjonene i Strandsfjorden og Hidrasundet hadde forandret seg litt fra 1996 til 2009 og hadde en likhet ca 46 %. Disse skilte seg klart fra de øvrige stasjonene kun 10 % likhet.

Buksevika

I bunndyrprøvene fra Hid 16a ved anlegget, ble det funnet 5 arter med til sammen 461 individer (Tabell 3.5). Diversiteten ble beregnet til 0,12. I følge MOM standarden er diversitetsindeksen lite egnet til å angi miljøtilstanden nær anleggene. Det er istedenfor utarbeidet etter eget klassifiseringssystem for bedømming av bunnfaunaen ved oppdrettsanlegg. Etter dette klassifiseringssystemet plasseres Hid 16a i miljøtilstand 2 (god) ut fra antall arter og i tilstand 3 (dårlig) ut fra dominansen av en enkelt art (Tabell 2.4). Børstemarken *Capitella capitata* utgjorde 98,7 % av alle individene i prøvene. Dette er en art som ofte dominerer i sediment som blir tilført mye organisk materiale. Plottet med de geometriske klassene viser også organisk miljøpåvirkning på stasjonen. Stasjon Hid 15 og Hid 16 som ble tatt ved Buksevika 1996, fikk henholdsvis tilstandsklasse 2 og 3.

Salvågrika

I prøvene fra Hid 19a ved anlegget, ble det funnet 5 arter med til sammen 451 individer. Etter MOM-klassifiseringssystemet fikk stasjon Hid 19a miljøtilstand 2 (god) (Tabell 2.4). Tilstanden er imidlertid i den dårlige enden av skalaen for tilstand 2 på grunn av få arter og det høye antallet individer av børstemarken *Capitella capitata*, som utgjorde 89,8 % av alle individene i prøvene. En annen art ble funnet i 2009 og som ofte finnes under anlegg med dårlige forhold var *Palpiphitime lobifera* (8,9 %). Plottet med de geometriske klassene viser også organisk miljøpåvirkning på stasjonen. Stasjon Hid 18 og Hid 19, som ble tatt ved Salvågrika 1996, fikk henholdsvis miljøtilstand 2 og 2-3. Ved undersøkelsen i 2002 utgjorde *Capitella capitata* 85 % av alle individene, men plasseringa av denne stasjonen i forhold til anlegget er ikke vist i rapporten fra 2003 (Skaar 2003).

Støytland

I prøvene fra Hid 21a ved oppdrettsanlegget, ble det funnet 4 arter med til sammen 1018 individer. Etter MOM-klassifiseringssystemet fikk stasjon Hid 21a miljøtilstand 3 (dårlig) (Tabell 2.4). Stasjon Hid 21a får dårlig miljøtilstand på grunn av at det bare ble funnet 4 arter. Det var også et høy andel individer av børstemarkene *Capitella capitata* (89,2 %) og *Palpiphitime lobifera* (9,0 %). Plottet med de geometriske klassene viser også organisk

miljøpåvirkning på stasjonen. Stasjon Hid 21 og Hid 23 som ble tatt ved Støytland i 1996, fikk henholdsvis miljøtilstand 3 og 2-3.

Skipningsdal

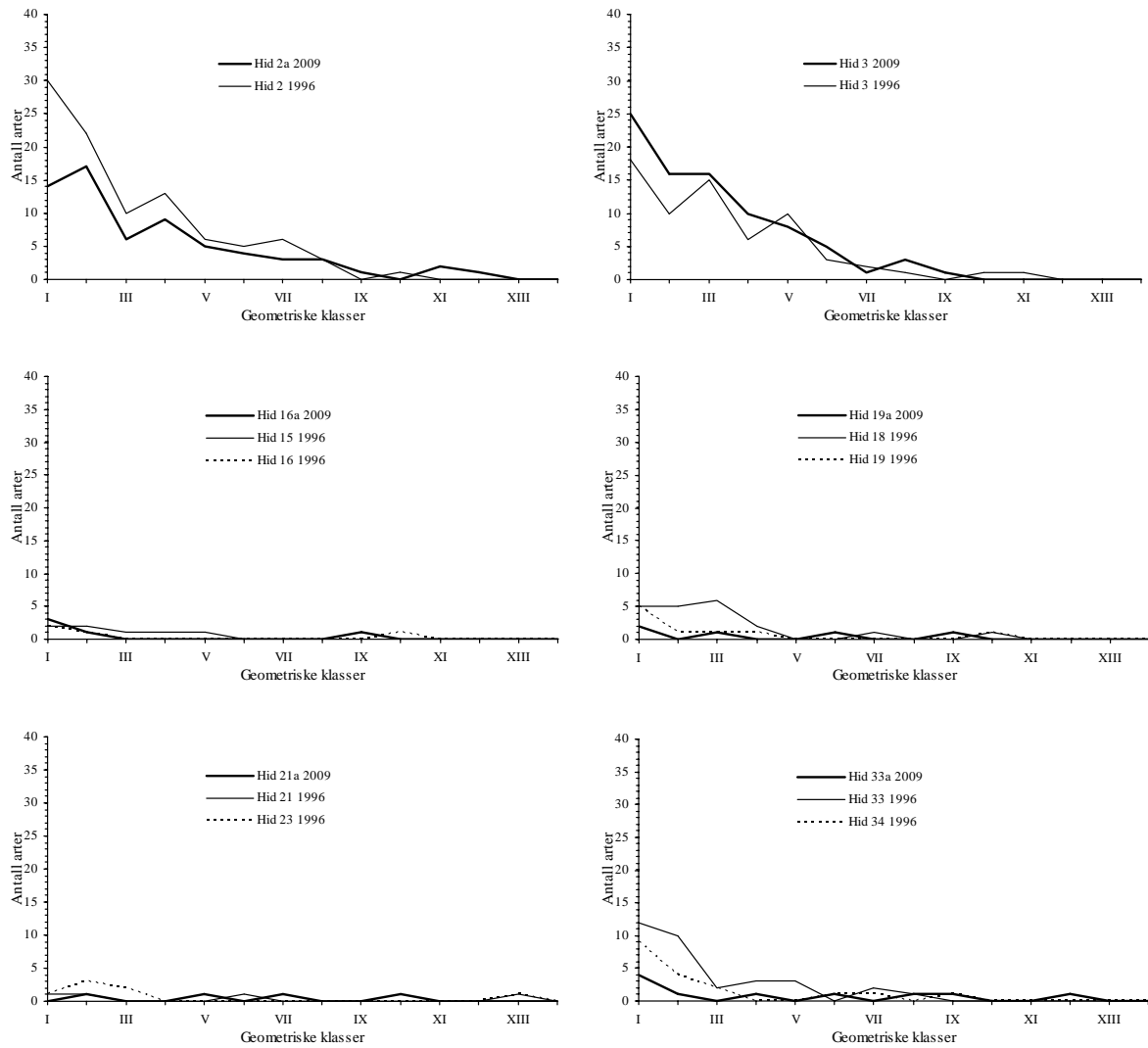
Bunnprøvene fra Hid 33a ved anlegget, ble det funnet 10 arter med til sammen 2653 individer. Etter MOM-klassifiseringssystemet fikk stasjon Hid 33a Miljøtilstand 2 (god) (Tabell 2.4). Børstemarken *Capitella capitata* (77,2 %) var den mest dominerende arten på stasjonen, noe som indikerer påvirkning fra oppdrettsanlegget. Plottet med de geometriske klassene viser også organisk miljøpåvirkning på stasjonen. Stasjon Hid 33 og Hid 34 som ble tatt ved Skipningsdal i 1996, fikk henholdsvis miljøtilstand 1 og 2.

Tabell 3.5. Antall individer, arter, diversitet (H'), jevnhet (J) og beregnet maksimal diversitet (H'_{max}) for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for hver stasjon ved Hidra i 2009.
* Dominansen av en art tilsier at det er tilstandsklasse 3, men tallet på arter indikerer at det er tilstandsklasse 2.

Stasjon	Hugg nr.	Mnd/År	Areal (m ²)	Antall individer	Antall arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H'-max	SFT's T.kl.	MOM T. kl.
Hidra sundet	2			3372	52	2.92	0.51	5.70		
	3			2494	52	3.24	0.57	5.70		
Hid 2a	sum	april 2009	0.2	5866	65	3.09	0.51	6.02	II	
Strandsfjorden	2			741	66	4.23	0.70	6.04		
	3			868	69	4.51	0.74	6.11		
Hid 3	sum	april 2009	0.2	1609	85	4.45	0.70	6.41	I	
Buksevika	2			238	4	0.12	0.06	2.00		
	3			223	3	0.12	0.07	1.58		
Hid 16a	sum	april 2009	0.2	461	5	0.12	0.05	2.32		2-3*
Salvågvika	2			325	5	0.68	0.29	2.32		
	3			126	2	0.07	0.07	1.00		
Hid 19a	sum	april 2009	0.2	451	5	0.55	0.24	2.32		2
Støytland	2			488	4	0.69	0.35	2.00		
	3			530	3	0.45	0.28	1.58		
Hid 21a	sum	april 2009	0.2	1018	4	0.57	0.29	2.00		3
Skipningsdal	2			1406	6	1.18	0.46	2.58		
	3			1247	10	0.79	0.24	3.32		
Hid 33a	sum	april 2009	0.2	2653	10	1.09	0.33	3.32		2

Tabell 3.6. Historiske data fra stasjoner i de samme områdene ved Hidra i 1996. Tallet på hugg varierer fra 1 til 3. * Dominansen av en art tilsier at det er tilstandsklasse 3, men tallet på arter indikerer at det er tilstandsklasse 2. ** Benyttet 0,2 m² grab. Det vill si at ett hugg dekker det arealet som inngår i MOM standarden. Ett hugg fikk tilstand 2 og ett 3.

Stasjon	Hugg nr.	Mnd/År	Areal (m ²)	Antall individer	Antall arter	Diversitet (H')	Jevnhet (J)	H'-max	SFT's T.kl.	MOM T. kl.
Hidra sundet	sum									
Hid 2	1-3	mai 1996	0.6	2651	96	3.98	0.60	6.58	I-II	
Strandsfjorden	sum									
Hid 3	1-3	mai 1996	0.6	3029	67	2.86	0.47	6.07	III	
Buksevika	sum									
Hid 15	1-2	mai 1996	0.4	49	8	2.01	0.67	3.00		2-3**
Hid 16	1	mai 1996	0.2	664	4	0.06	0.03	2.00		3
Salvågvika										
Hid 18	1	mai 1996	0.2	938	20	1.04	0.24	4.32		2
Hid 19	1	mai 1996	0.2	777	9	0.29	0.09	3.17		2-3*
Støytland										
Hid 21	1	mai 1996	0.2	5671	4	0.08	0.04	2.00		3
	sum									
Hid 23	1-2	mai 1996	0.4	4916	7	0.04	0.01	2.81		2-3**
Skipningsdal										
	sum									
Hid 33	1-2	mai 1996	0.4	422	33	3.28	0.65	5.04		1
Hid 34	1	mai 1996	0.2	411	18	1.76	0.42	4.17		2



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

Tabell 3.7. De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene ved Hidra i 2009.

Hidrasundet		0,2 m²		Strandsfjorden		0,2 m²	
Hid 2a-09	Antall	%	Kum %	Hid 3-09	Antall	%	Kum %
Heteromastus filiformis	2063	35.2	35.2	Paramphinome jeffreysii	367	22.8	22.8
Chaetozone sp.	1157	19.7	54.9	Aphelochaeta sp.	168	10.4	33.3
Myriochele oculata	1027	17.5	72.4	Prionospio fallax	166	10.3	43.6
Amphiura filiformis	340	5.8	78.2	Heteromastus filiformis	142	8.8	52.4
Abra nitida	182	3.1	81.3	Spiophanes kroeyeri	103	6.4	58.8
Scalibregma inflatum	160	2.7	84.0	Thyasira equalis	49	3.0	61.8
Diplocirrus glaucus	150	2.6	86.6	Ennucula tenuis	47	2.9	64.8
Thyasira sarsii	118	2.0	88.6	Amphiura chiajei	44	2.7	67.5
Amphiura chiajei	108	1.8	90.4	Chaetozone sp.	37	2.3	69.8
Paramphinome jeffreysii	65	1.1	91.5	Exogone sp.	32	2.0	71.8

Bukseвика		0,2 m²	
Hid 16a-09	Antall	%	Kum %
Capitella capitata	455	98.7	98.7
Heteromastus filiformis	3	0.7	99.3
Palpiphitime lobifera	1	0.2	99.6
Myriochele oculata	1	0.2	99.8
Thyasira sarsii	1	0.2	100.0

Salvågrika		0,2 m²	
Hid 19a-09	Antall	%	Kum %
Capitella capitata	405	89.8	89.8
Palpiphitime lobifera	40	8.9	98.7
Malacoceros fuliginosa	4	0.9	99.6
Chaetozone sp.	1	0.2	99.8
Arenicola marina	1	0.2	100.0

Støytland		0,2 m²	
Hid 21a-09	Antall	%	Kum %
Capitella capitata	908	89.2	89.2
Palpiphitime lobifera	92	9.0	98.2
Malacoceros fuliginosa	16	1.6	99.8
Heteromastus filiformis	2	0.2	100.0

Skipningsdal		0,2 m²	
Hid 33a-09	Antall	%	Kum %
Capitella capitata	2049	77.2	77.2
Palpiphitime lobifera	379	14.3	91.5
Malacoceros fuliginosa	162	6.1	97.6
Thyasira sarsii	47	1.8	99.4
Chaetozone sp.	10	0.4	99.8
Abra nitida	2	0.1	99.8
Scalibregma inflatum	1	0.0	99.9
Myriochele oculata	1	0.0	99.9
OLIGOCHAETA indet.	1	0.0	100.0
Mytilidae indet.	1	0.0	100.0

Tabell 3.7 fortsetter. Historiske data. De ti mest tallrike artene. Tabellen oppgir antall individer av hver art, prøveareal og prosent av antall individer for bunnstasjonene ved Hidra i 1996.

Hidrasundet Hid 2-96	0,6 m ²		
	Antall	%	Kum %
Chaetozone setosa	1006	37.9	37.9
Amphiura filiformis	205	7.7	45.7
Heteromastus filiformis	156	5.9	51.6
Paramphinome jeffreysii	150	5.7	57.2
Nuculoma tenuis	126	4.8	62.0
Diplocirrus glaucus	117	4.4	66.4
Yoldiella philippiana	79	3.0	69.4
Spiophanes kroeyeri	65	2.5	71.8
Thyasira sarsii	64	2.4	74.2
Aphelochaeta sp.	64	2.4	76.7

Strandsfjorden Hid 3-96	0,6 m ²		
	Antall	%	Kum %
Heteromastus filiformis	1382	45.6	45.6
Chaetozone setosa	766	25.3	70.9
Paramphinome jeffreysii	171	5.6	76.6
Diplocirrus glaucus	111	3.7	80.2
Spiophanes kroeyeri	84	2.8	83.0
Aphelochaeta sp.	51	1.7	84.7
Thyasira equalis	46	1.5	86.2
Nuculoma tenuis	40	1.3	87.5
Terebellides stroemi	27	0.9	88.4
Synaptidae indet.	25	0.8	89.2
Trichobranchus roseus	25	0.8	90.1

Buksevika Hid 15-96	0,4 m ²		
	Antall	%	Kum %
Capitella capitata	27	55.1	55.1
Ophryotrocha sp.	9	18.4	73.5
Heteromastus filiformis	6	12.2	85.7
Pholoe inornata	2	4.1	89.8
Owenia fusiformis	2	4.1	93.9
Myriochele oculata	1	2.0	95.9
Harpacticoidea indet.	1	2.0	98.0
Chaetozone setosa	1	2.0	100.0

Buksevika Hid 16-96	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %
Capitella capitata	660	99.4	99.4
Oligochaeta indet.	2	0.3	99.7
Heteromastus filiformis	1	0.2	99.8
Malacoceros fuliginosa	1	0.2	100.0

Salvågsvika Hid 18-96	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %
Capitella capitata	800	85.3	85.3
Pholoe inornata	66	7.0	92.3
Oligochaeta indet.	14	1.5	93.8
Heteromastus filiformis	9	1.0	94.8
Typosyllis sp.	7	0.7	95.5
Eteone longa	6	0.6	96.2
Chaetozone setosa	5	0.5	96.7
Thyasira sarsii	5	0.5	97.2

Salvågsvika Hid 19-96	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %
Capitella capitata	750	96.5	96.5
Pholoe inornata	14	1.8	98.3
Eteone longa	6	0.8	99.1
Heteromastus filiformis	2	0.3	99.4
Scoloplos armiger	1	0.1	99.5
Terebellides stroemi	1	0.1	99.6
Philine scabra	1	0.1	99.7
Paraonis sp.	1	0.1	99.9
Astarte montagui	1	0.1	100.0

Tabell 3.7 fortsetter. Historiske data.

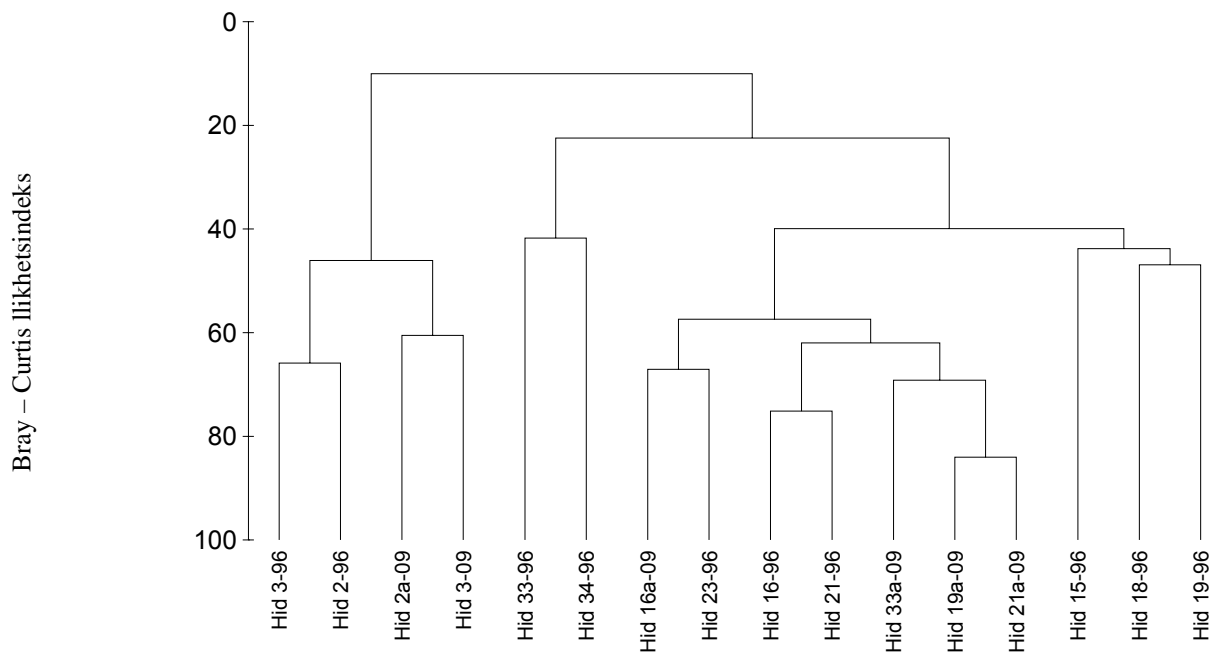
Støytland Hid 21-96	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %
Capitella capitata	5620	99.1	99.1
Malacoceros fuliginosa	48	0.8	99.9
Actinidae indet.	2	0.0	100.0
Harmothoe sp.	1	0.0	100.0

Støytland Hid 23-96	0,4 m ²		
	Antall	%	Kum %
Capitella capitata	4900	99.7	99.7
Chaetozone setosa	5	0.1	99.8
Eteone longa	4	0.1	99.9
Heteromastus filiformis	2	0.0	99.9
Thyasira sarsii	2	0.0	99.9
Mytilus edulis	2	0.0	100.0
Hinia incrassata	1	0.0	100.0

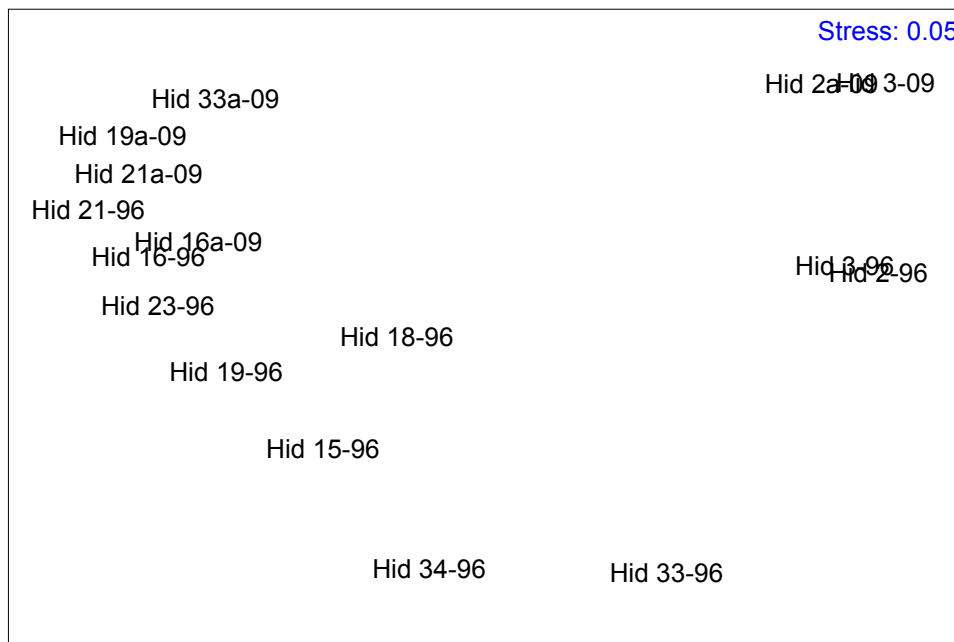
Skipningsdal Hid 33-96	0,4 m ²		
	Antall	%	Kum %
Scoloplos armiger	129	30.6	30.6
Eteone longa	81	19.2	49.8
Pholoe inornata	71	16.8	66.6
Heteromastus filiformis	28	6.6	73.2
Ophiura albida	20	4.7	78.0
Myriochele oculata	16	3.8	81.8
Chaetozone setosa	11	2.6	84.4
Glycera alba	10	2.4	86.7
Exogone sp.	9	2.1	88.9
Thyasira flexuosa	7	1.7	90.5

Skipningsdal Hid 34-96	0,2 m ²		
	Antall	%	Kum %
Oligochaeta indet.	260	63.3	63.3
Capitella capitata	79	19.2	82.5
Eteone longa	40	9.7	92.2
Heteromastus filiformis	7	1.7	93.9
Pholoe inornata	7	1.7	95.6
Scoloplos armiger	3	0.7	96.4
Harmothoe sp.	2	0.5	96.8
Pectinaria koreni	2	0.5	97.3
Cirratulus cirratus	2	0.5	97.8

A



B



Figur 3.4. A) Cluster og B) MDS-plott med stressfaktor 0.05 på testen. Beregningene er foretatt på fjerderots-transformerte og standardiserte artsdata. Analysene er basert på Bray-Curtis similaritets-indeks.

4 SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Denne rapporten omhandler en undersøkelse av miljøforholdene i sjøen ved fire oppdrettslokaliteter ved Hidra i Flekkefjord kommune. Formålet med undersøkelsen var å beskrive miljøtilstanden i området basert på vann-, sediment-, kjemi- og bunndyrsundersøkelser utført 21-22. april 2009. Det ble samlet prøver fra de fire anleggene og fra dypet av Strandsfjorden og Hidrasundet. En kortfattet oppsummering av resultatene er vist i Tabell 4.1.

Tabell 4.1. Oppsummering av resultatene fra undersøkelsen i april 2009. Miljøtilstanden er klassifisert etter SFT's tilstandsklasser og MOM-miljøtilstand.

Stasjon	Lokalitet	Dyp (m)	Organisk innhold	pH/Eh	Oksygen T.kl.	Kobber T.kl.	Sink T.kl.	SFT	MOM
Hid 2a	Hidrasundet	132	9,9	1	I	I-II	I	II	-
Hid 3	Strandsfjorden	140	6,2	1	I	I	I	I	-
Hid 16a	Buksevika	55	2,7	1	-	I	I	-	2-3
Hid 19a	Salvågvika	67	41,6	2	-	IV-V	V	-	2
Hid 21a	Støytland	72	4,8	2	-	I	I	-	3
Hid 33a	Skipningsdal	110	5,0	1	-	I	I	-	2

Hydrografimålingene viste at det var gode oksygenforhold i dypet av både Strandsfjorden og Hidrasundet. Det var et lavt organisk innhold ved anleggene i Buksevika, Støytland og Skipningsdal. Stasjonen ved Salvågvika hadde imidlertid et høyt innhold av organisk materiale. Dessuten var sedimentet ved Salvågvika finkornet og hadde et lavt tørrstoffinnhold. Sedimentet ved Buksevika, Støytland og Skipningsdal var relativt grovt sediment og bestod for det meste av sand og grus. Grovkornet sediment indikerer gode strømforhold. I dypet av fjorden var det et finkornet sediment.

Innholdet av kobber, sink og fosfor var lavt Buksevika, Støytland og Skipningsdal, mens sedimentet ved Salvågvika hadde et høyt innhold av kobber, sink og fosfor. Målingene av pH og redokspotensiale (E_h) indikerte beste sedimenttilstand på stasjonene ved Strandsfjorden Hidrasundet, Buksevika og Skipningsdal og nest beste tilstand ved Støytland og Salvågvika.

Undersøkelsen viser at det var gode miljøforhold i den dype delen av Strandsfjorden og Hidrasundet og fikk SFT's tilstandsklasse I-II (meget god - god).

Bunnfaunaundersøkelsen ved Skipningsdal og Salvågvika viste at anlegget hadde MOM-miljøtilstand 2 (god). Ved Buksevika, fikk området MOM-miljøtilstand 2-3 (god-dårlig) og Støytland fikk 3 (dårlig).

Bunnforholdene i Hidrasundet og i Strandsfjorden var gode. Ut fra tilgjengelige data ser det ut til at det er økt påvirkning ved Buksevika, Støytland og Skipningsdal. Gode strømforhold ved disse anleggene reduserer trolig effekten av spillfôr og fekalier på bunnfaunen. Ved Salvågvika hvor det var mindre gode strømforhold og ble det observert en viss opphopning av organisk materiale. I tiden framover bør spesielt bunnforholdene under dette anlegget følges nøye, for å unngå opphopning av fekalier og fôrrester som kan ha negativ innvirkning på fisken i anlegget og miljøet.

5 TAKK

På toktet deltok Amir Ebrahim Yazdanpanah Amin og Tor Ensrud. Sedimentanalysene ble utført av Helge Grønning. Bunnprøvene ble sortert av A. Amin, T.M. Ensrud og R. Tveiten. Bunnedyrene ble identifisert av Per Johannessen.

6 LITTERATUR

- Aure J, Dahl E, Green N, Magnusson J, Moy F, Pedersen A, Rygg B, Walday M. 1993. Langtidsovervåking av trfiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1991 og samlerapport 1990-91. *Niva-Rapport*. 100 s.
- 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.
- Hovgaard P. 1973. A new system of sieves for benthic samples. *Sarsia* 53:15-18.
- 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 4764. 1980. Vannundersøkelse. Tørrstoff og gløderest i vannslam og sedimenter. *Norges Standardiseringsforbund*.
- Tvedten Ø, Johannessen P, Botnen H. 1997a. Miljøundersøkelse av Lafjord Aqua Group sine oppdrettslokaliteter ved Hidra, Flekkefjord kommune. *IFM-Rapport 19-1997.66s*.
- Tvedten Ø, Johannessen P, Botnen H. 1997b. Miljøundersøkelse av Støytland Fisk as sin oppdrettslokalitet ved Hidra, Flekkefjord kommune. *IFM-Rapport 18-1997.32s*.
- Tvedten Ø, Johannessen P, Botnen H. 1997c. Miljøundersøkelse av Hidra Edelfisk as sine oppdrettslokaliteter ved Hidra, Flekkefjord kommune. *IFM-Rapport 17-1997.43s*.
- Skaar A. 2003. Miljøundersøkelse etter MOM-konseptet av resipienter i Flekkefjord kommune. *Bioconsult-Rapport nr 09-2003*.

7 VEDLEGG

<i>Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrsdata.....</i>	<i>34</i>
<i>Vedleggstabell 1. MOM-B parametre</i>	<i>41</i>
<i>Vedleggstabell 2. Artsliste</i>	<i>43</i>
<i>Vedleggstabell 3. Geometriske klasser.....</i>	<i>50</i>
<i>Vedleggstabell 4. Analysebevis.....</i>	<i>51</i>
<i>.....</i>	<i>51</i>

Generell Vedleggsdel - Analyse av bunndyrdata

Analyse av bunndyrdata

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 bunndyr-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 bunndyrprøver 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.

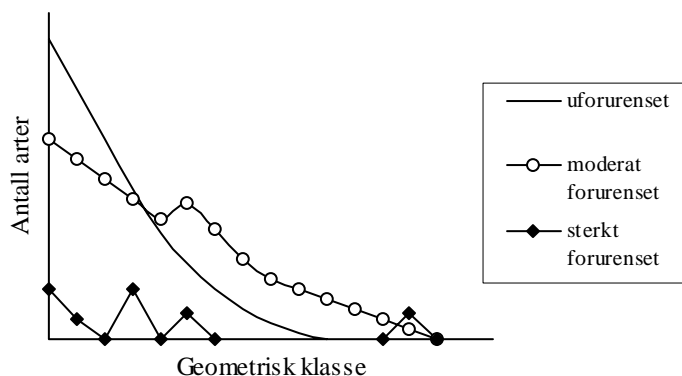
Geometriske klasser

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 & Mirza (1979) og Pearson & 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 & 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. Statens forurensningstilsyn (SFT) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna.

Diversitet og jevnhet

Diversitet omfatter artsrikdom (S , totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J , fordelingen av antall individer per art). Disse to komponentene er sammenfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') (Shannon & Weaver 1949):

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

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:

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

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.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet (Rygg & Thélin 1993). Disse er revidert og gitt ut i nytt format (Molvær & al. 1997). Etter disse retningslinjene kan bunndyrprøvene gis tilstandsklasse. Tilstandsklassen fås ved å

sammenlikne den observerte artsdiversiteten i et område med SFT's skala for tilstandsklasse (Tabell v2). Tilstandsklassene varierer mellom I og V, der V er dårligst.

Tabell v2. Tabellen viser inndeling i tilstandsklasser ut fra artsmangfold i bløtbunnsfauna og tilhørende verdier for parametrene Shannon-Wiener indeks og Hurlbert indeks (Molvær & al. 1997).

Parameter	Tilstandsklasse					
	I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"	
Bunndyr	Shannon-Wiener indeks (H')	>4	4-3	3-2	2-1	<1
	Hurlbert indeks ($ES_{n=100}$)	>26	26-18	18-11	11-6	<6

Prøver med jevn fordeling av individene blant artene gir høy diversitet, også ved et lavt artsantall. En slik prøve vil dermed få god "miljøstatus" i følge Molvær & al. (1997) selv om den inneholder få arter. Diversitet er også et dårlig mål på miljøstatus i prøver med mange arter hvor én art er representert med svært mange individer. Diversiteten blir lav som følge av skjev fordeling blant individene (lav jevnhet), men mange arter viser at det er gode miljøforhold. Når vi vurderer miljøforholdene i slike tilfeller vil vi legge større vekt på artsantallet og hvilke arter som er tilstede, enn på diversitet.

Flervariabel/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 miljøgrader. 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. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray & 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:

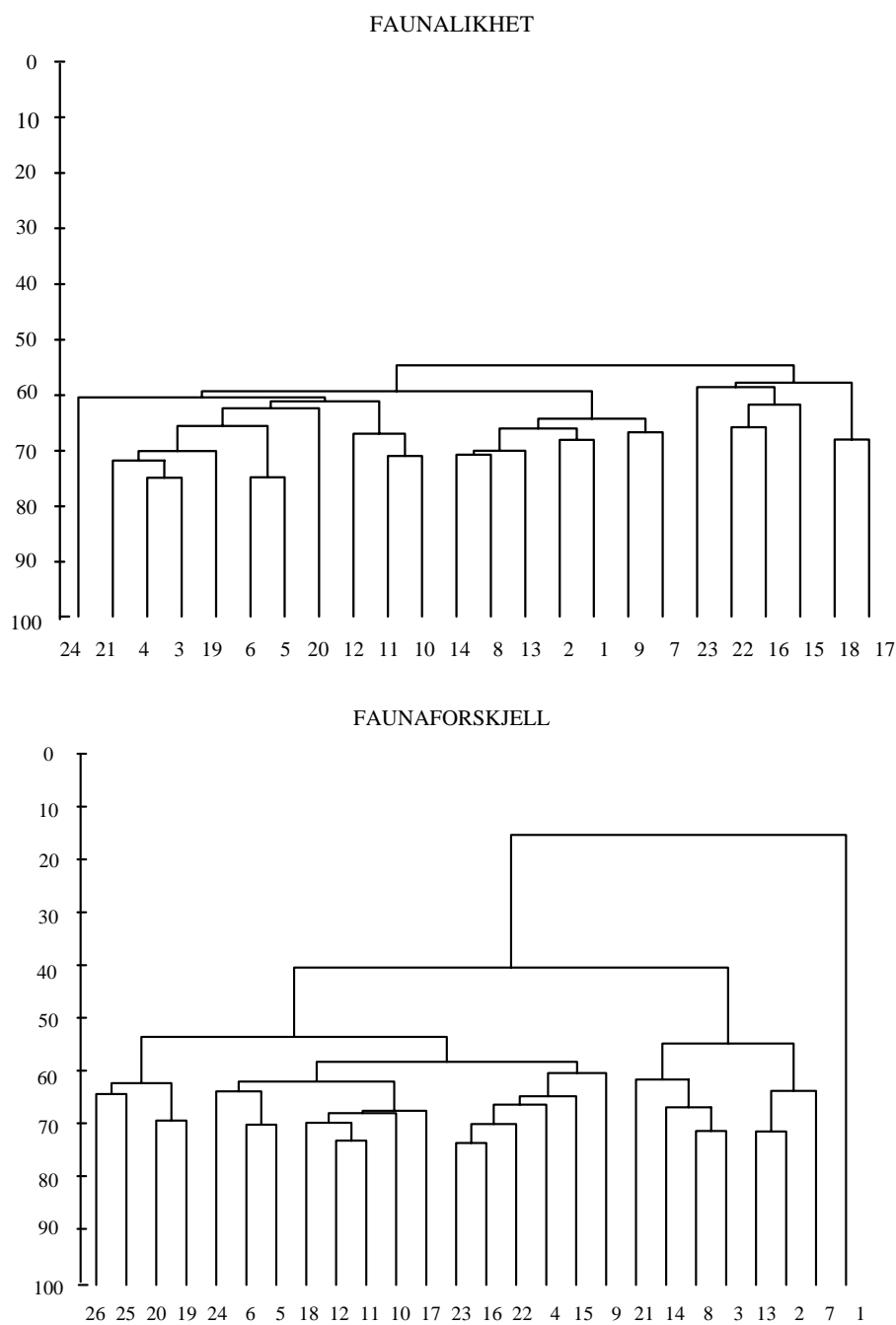
$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\} \text{ og avstand (d).}$$

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

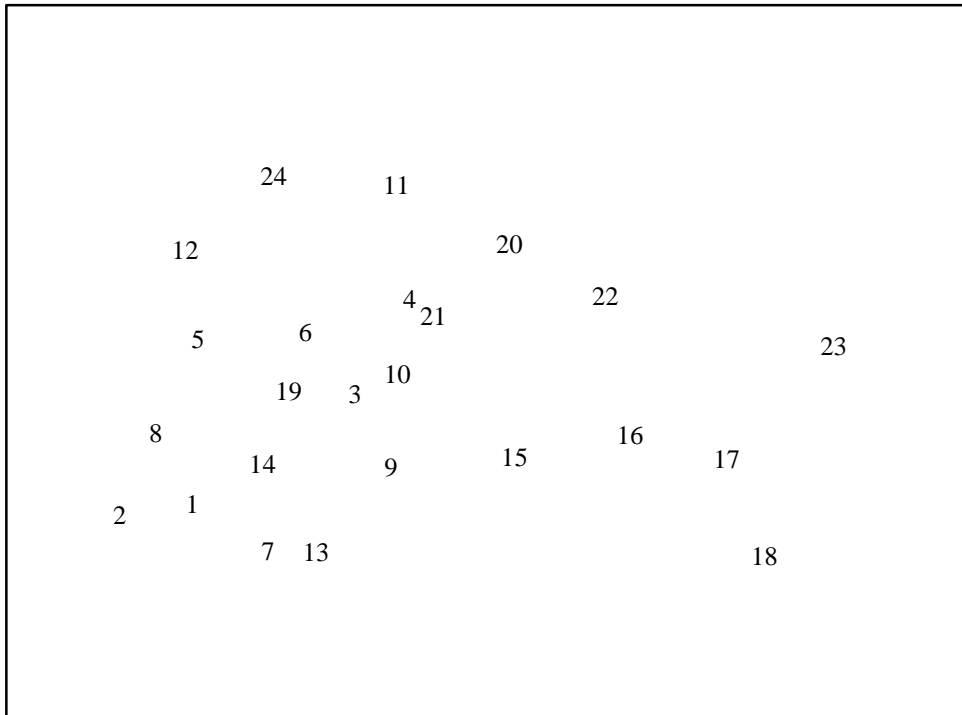
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H' -max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "DIVERSI". Dataprogram og makro er laget 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. Cluster-analysen er utført med programmet CLUSTER, til MDS-analysen er programmet MDS benyttet.

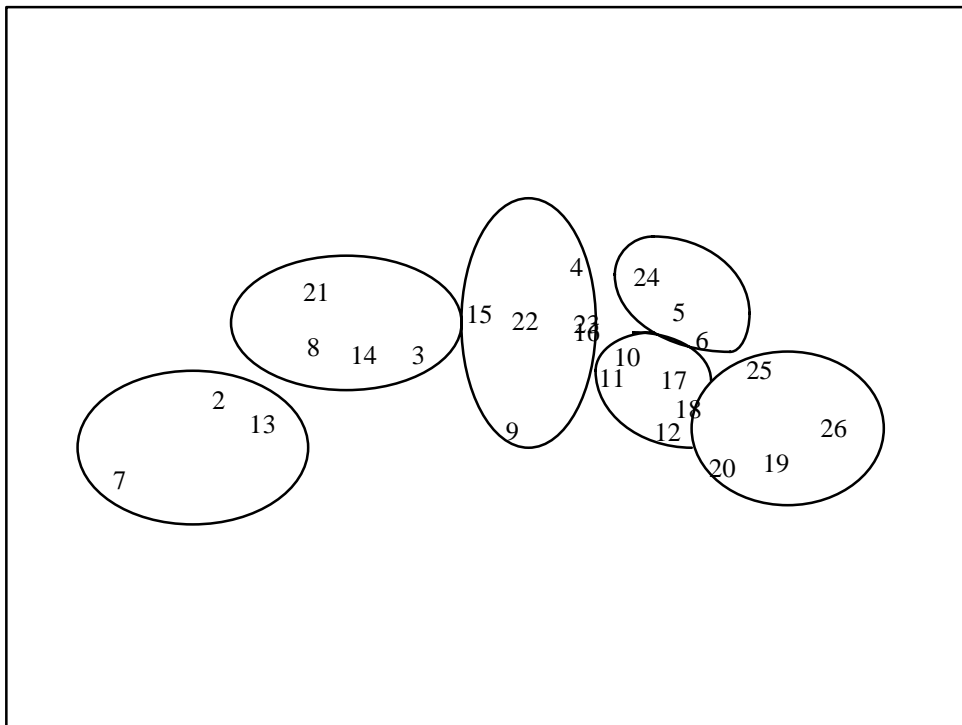


Figur v2. Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

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

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.

Vedleggstabell 1. MOM-B parametre

PRØVESKJEMA

B1

Firma: Marine Harvest Norway as

Dato: 21-22.4.2009

Lokaliteter: Hidra Flekkefjord kommune

Konsesjonsnr:

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr								Indeks		
			Hid 33a	Hid 2a	Hid 3	Hid 16a	Hid 19a	Hid 21a					
	Dyr	Ja = 0 Nei = 1	0	0	0	0	0	0					0.0
I	Tilstand (Gruppe I)												
II	pH	verdi	7.5	7.3	7.4	7.9	7.4	7.4					1.0
	E _h (mv)	verdi	-119	-129	-40	14	-239	-245					
		+ ref. verdi	98	88	177	231	-22	-28					
	pH/E _h	fra figur	1	1	0	0	2	2					
	Tilstand, prøve		1	1	1	1	2	2					
	Tilstand, gruppe II												
			Buffer temp: 13 pH sjø: 8,0				Sjøvannstemp: 11,5 E _h sjø: 170		Sedimenttemp: 8,5 Referanseelektrode: 217				
III	Gassbobler	Ja = 4 Nei = 0	0	0	0	0	0	0					
	Farge	Lys/Grå = 0	0	0	0	0		0					
		Brun/Sort = 2						2					
	Lukt	Ingen = 0		0	0	0							
		Noe = 2	2					2	2				
		Sterk = 4											
	Konsistens	Fast = 0	0			0							
		Myk = 2		2				2	2				
		Løs = 4											
	Grabb- volum	v < 1/4 = 0				0	0						
		1/4 ≤ v < 3/4 = 1							1				
		v ≥ 3/4 = 2	2	2	2								
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0					
2 - 8 cm = 1													
t ≥ 8 cm = 2													
	SUM		4	4	2	0	6	5					
	Korrigert sum (*0,22)		0.88	0.88	0.44	0.00	1.32	1.10					0.8
	Tilstand prøve		1	1	1	1	2	2					
	Tilstand gruppe III												
Middelverdi gruppe II og III			0.94	0.94	0.22	0	1.66	1.55					0.9
Tilstand gruppe II og III													
pH/Eh Korr. sum Indeks Middelverdi	Tilstand		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						
											LOKALITETSTILSTAND		

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

SKJEMA FOR PRØVETAKINGSPUNKT		B2								
Firma: Marine Harvest		Dato: 21.04-22.4-2009								
Lokalitet: Hidra, Flekkefjord kommune		Konsesjonsnr:								
Prøvetaksstedsnr (nr)	Hid 33a	Hid 2a	Hid 3	Hid 16a	Hid 19a	Hid 21a				
Dyp (m)	110	131	148	56	67	72				
Antall forsøk	4	4	3	4	3	4				
Bobling (i prøve)	-	-	-	-	-	-				
Primær-sediment	Grus	ja	ja	ja	ja					
	Skjellsand	ja			ja		ja			
	Sand						ja			
	Mudder					ja				
	Silt	ja	ja	ja			ja			
	Leire		ja	ja						
Fjellbunn										
Steinbunn										
Pigghuder, antall										
Krepsdyr, antall										
Skjell, antall										
Børstemark, antall				+						
Andre dyr, antall										
<i>Malacoceros fuliginosa</i>										
Beggiatoa										
För					ja					
Fekalier					ja					
Kommentarer	Bunnfauna identifisert, se artsliste	Bunnfauna identifisert, se artsliste	Bunnfauna identifisert, se artsliste	Bunnfauna identifisert, se artsliste	Bunnfauna identifisert, se artsliste	Bunnfauna identifisert, se artsliste				

Vedleggstabell 2. Artsliste



UNIVERSITETSFORSKNING BERGEN AS
SEKSJON FOR ANVENDT
MILJØFORSKNING (SAM)

Høyteknologisenteret i Bergen, 5006 Bergen
Telefon: 55 58 44 64 Telefaks: 55 58 45 25



BENTHOS ARTSLISTE

Oppdragsgiver (navn og adresse): Marine Harvest Norway as

Prosjekt nr.: 802865

Prøvetakingssted (område): Lokalteter ved Hidra, Flekkefjord kommune

Dato for prøvetaking: 21-22. april 2009

Ansvarlig for prøvetaking (firma): UNIFBOB AS SAM-Marin

Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Lite sedimentvolum i noen prøver

Artene er identifisert av: Per Johannessen (SAM).

Metode: Materialet er framskaffet i henhold til akkreditering gitt av Norsk Akkreditering til prøvetaking og taksonomisk analyse under akkrediteringsnummer Test 157. Undersøkelsen følger Norsk Standard NS 9423 og interne standard forskrifter.

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 tilstede 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 6 sider.

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

Signatur:.....*P.O. Johannessen*.....
Signaturberettiget

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Hidra 22.04.2009	Hid 16a	Hid 16a	Hid 19a	Hid 19a	Hid 33a	Hid 33a
Art	2. hugg	3. hugg	2. hugg	3. hugg	2. hugg	3. hugg
* PORIFERA indet.	+		+	+	+	+
* Hydrozoa indet.		+	+		+	+
Anthozoa						
Cerianthus lloydii						
* PLATYHELMINTES indet.						
* NEMERTINI indet.					1	
* NEMATODA indet.	ca.83	ca.50	ca.4000	ca.200	ca.100	ca.100
Priapulida						
Priapulus caudatus						
Polychaeta						
Amage auricula						
Ampharete cf. acutifrons						
Ampharete sp.						
Amythasides macroglossus						
Anobothrus gracilis						
Aphelochaeta sp.						
Aphrodita aculeata						
Apistobranchus tullbergi						
Arenicola marina			1			
Brada villosa						
Capitella capitata	235	220	280	125	970	1079
Ceratocephale loveni						
Chaetozone chriestie						
Chaetozone sp.			1		4	6
Chirimia biceps						
Cossura longocirrata						
Diplocirrus glaucus						
Eclysippe vanelli						
Eteone longa						
Eupolymnia nesidensis						
Exogone sp.						
Glycera alba						
Glycera rouxii						
Goniada maculata						
Goniadella bobrezkii						
Gyptis rosea						
Heteromastus filiformis	1	2				
Jasmineira sp						
Kefersteinia cirrata						
Lanassa venusta						
Laonice cirrata						
Levinsenia gracilis						
Lumbrineridae indet.						
Malacoceros fuliginosa			4		56/2	104
Melinna cristata						
Mugga wahrbergi						
Myriochele oculata	1					1
Notomastus latericeus						
Ophelina modesta						
Ophiodromus flexuosus						
Owenia borealis						

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Hidra 22.04.2009	Hid 16a	Hid 16a	Hid 19a	Hid 19a	Hid 33a	Hid 33a
Art	2. hugg	3. hugg	2. hugg	3. hugg	2. hugg	3. hugg
Palpiphitime lobifera	1		39	1	352	27
Paramphinome jeffreysii						
Paraonis sp.						
Pectinaria auricoma						
Pectinaria belgica						
Pherusa falcata						
Pherusa plumosa						
Pholoe baltica						
Pholoe pallida						
Phyllodoce rosea						
Pista cristata						
Polycirrus medusa						
Polycirrus norvegicus						
Polydora sp.						
Praxillella affinis						
Praxillella praetermissa						
Prionospio cirrifera						
Prionospio fallax						
Prionospio steenstrupii						
Rhodine gracilor						
Sabellides indet.						
Sabellides octocirrata						
Samytha sexcirrata						
Scalibregma inflatum						1
Sige fusigera						
Sphaerodorum flavum						
Spiophanes kroeyeri						
Streblosoma bairdi						
Syllidae indet.						
Terebellides stroemi						
Trichobranchus roseus						
OLIGOCHAETA indet.						1
Sipuncula indet.						
Crustacea						
* Amphipoda indet.					1	
* Asterope mariae						1
* Bradyidius sp.						
* Calanus finmarchicus	21	36	6	97	215	111
* Calanus hyperboreus						
* Caprellidae indet.			1	1		1
* Corophium sp.			2	3	1	2
* Diastylodes biplicata						
Eriopisa elongata						
* Idotea sp.			1			
* Nebalia sp.			3		15	10
* Nephrops norvegicus						
* Tanaidacea indet.						

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Hidra 22.04.2009	Hid 16a	Hid 16a	Hid 19a	Hid 19a	Hid 33a	Hid 33a
Art	2. hugg	3. hugg	2. hugg	3. hugg	2. hugg	3. hugg
Mollusca						
Abra nitida					0/1	0/1
Adontorhina similis						
Caudofoveata indet.						
Cuspidaria abbreviata						
Cylichna cylindracea						
Ennucula tenuis						
Hyala vitrea						
Mendicula ferruginea						
Mysella bidentata						
Mytilidae indet.						1
Nucula nucleus						
Parvicardium minimum						
Philine aperta						
Pulsellum lofotense						
Retusa umbilicata						
Solenogastres indet.						
Thracia convexa						
Thyasira equalis						
Thyasira flexuosa						
Thyasira sarsii		1			19/2	24/2
* Bryozoa skorpeformet	+	+		+	+	+
* Bryozoa grenet						
Echinodermata						
Amphipholis squamata						
Amphiura chiajei						
Amphiura filiformis						
Ophiura affinis						
Leptosynapta sp.						
ENTEROPNEUSTA indet.						
* PISCES egg.		1			4	3
* VARIA			+	+	+	+

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Hidra 22.04.2009	Hid 2a	Hid 2a	Hid 3	Hid 3	Hid 21a	Hid 21a
Art	2	3	2	3	2	3
* PORIFERA indet.	+	+		+	+	+
* Hydrozoa indet.		1			+	
Anthozoa						
Cerianthus lloydii		1				
* PLATYHELMINTES indet.			1	1		
* NEMERTINI indet.	203	81	70	81		
* NEMATODA indet.	ca.30	ca.20	ca.20	ca.30	ca.120	ca.100
Priapulida						
Priapulus caudatus	1	1	1			
Polychaeta						
Amage auricula			1			
Ampharete cf. acutifrons			1/1	0/1		
Ampharete sp.		0/1	2	0/1		
Amythasides macroglossus				1		
Anobothrus gracilis	2			1		
Aphelochaeta sp.	11	3	74	94		
Aphrodita aculeata				1		
Apistobranchus tullbergi				4/1		
Arenicola marina						
Brada villosa	8/1	5/1				
Capitella capitata	1	1			421	487
Ceratocephale loveni	1	1/1	6/3	9/5		
Chaetozone chriestie	1	2				
Chaetozone sp.	715	442	8	29		
Chirimia biceps			0/1			
Cossura longocirrata	1					
Diplocirrus glaucus	69/11	62/8	3/3	4/12		
Eclysippe vanelli				4		
Eteone longa	3/1	4		2/1		
Eupolymnia nesidensis			2	3		
Exogone sp.	1		13	19		
Glycera alba	1	1/1	0/1	3/5		
Glycera rouxii	2/1					
Goniada maculata	2					
Goniadella bobrezkii	1					
Gyptis rosea		2		1		
Heteromastus filiformis	1282	781	86/1	55	2	
Jasmineira sp	8	2	3	3		
Kefersteinia cirrata				1		
Lanassa venusta			2			
Laonice cirrata	2/1		3/1	1		
Levinsenia gracilis			2	4		
Lumbrineridae indet.		1	6	19		
Malacoceros fuliginosa					11	5
Melinna cristata			4/2	5/1		
Mugga wahrbergi	19	1	3	11		
Myriochele oculata	581	446	16	14		
Notomastus latericeus				1		
Ophelina modesta	1/1	2				
Ophiodromus flexuosus			1	2/1		
Owenia borealis	9/1	7	3	1		

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Hidra 22.04.2009	Hid 2a	Hid 2a	Hid 3	Hid 3	Hid 21a	Hid 21a
Art	2	3	2	3	2	3
Palpiphitime lobifera					54	38
Paramphinome jeffreysii	39/7	16/3	177/18	153/19		
Paraonis sp.	7	6	4	5		
Pectinaria auricoma	1	1	3	1		
Pectinaria belgica			1			
Pherusa falcata			1/1	0/1		
Pherusa plumosa	2					
Pholoe baltica	21/4	22/6	7/4	4/3		
Pholoe pallida	1	1		1		
Phyllodoce rosea			1			
Pista cristata	4	2/1	4/2	5/12		
Polycirrus medusa				1		
Polycirrus norvegicus			1			
Polydora sp.	7	1				
Praxillella affinis			1	3		
Praxillella praetermissa	1		3	0/1		
Prionospio cirrifera			1			
Prionospio fallax	32/7	17/3	44/12	75/35		
Prionospio steenstrupii		4/1		1		
Rhodine gracilor		3	0/1	6/1		
Sabellides indet.	13	3	2	3		
Sabellides octocirrata			1	1/3		
Samytha sexcirrata				2/1		
Scalibregma inflatum	54/2	102/2	5/1	4/2		
Sige fusigera		3	2			
Sphaerodorum flavum	1					
Spiophanes kroeyeri	10/1	1/2	41/3	53/6		
Streblosoma bairdi			1			
Syllidae indet.	1		4	3		
Terebellides stroemi	8/3	5/3	7/2	11/8		
Trichobranchus roseus	1		7	4/2		
OLIGOCHAETA indet.	10	1		3		
Sipuncula indet.			1			
Crustacea						
* Amphipoda indet.			1			
* Asterope mariae						
* Bradydium sp.				1		
* Calanus finmarchicus	99	35	18	78	87	130
* Calanus hyperboreus	1					
* Caprellidae indet.						
* Corophium sp.					3	
* Diastylodes biplicata				1		
Eriopisa elongata		4	0/1			
* Idotea sp.						
* Nebalia sp.						
* Nephrops norvegicus				1		
* Tanaidacea indet.				1		

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Hidra 22.04.2009	Hid 2a	Hid 2a	Hid 3	Hid 3	Hid 21a	Hid 21a
Art	2	3	2	3	2	3
Mollusca						
<i>Abra nitida</i>	26/41	46/69	0/3	0/4		
<i>Adontorhina similis</i>			1			
<i>Caudofoveata indet.</i>				1		
<i>Cuspidaria abbreviata</i>				0/1		
<i>Cylichna cylindracea</i>	0/1					
<i>Ennucula tenuis</i>	8/2	36/10	18/8	17/4		
<i>Hyalia vitrea</i>		3	2			
<i>Mendicula ferruginea</i>			4/1	7/1		
<i>Mysella bidentata</i>	13	26/4		0/2		
<i>Mytilidae indet.</i>						
<i>Nucula nucleus</i>		1	1/1	1		
<i>Parvicardium minimum</i>			0/1			
<i>Philine aperta</i>			0/1	0/1		
<i>Pulsellum lofotense</i>		1				
<i>Retusa umbilicata</i>		5	2	1		
<i>Solenogastres indet.</i>				1		
<i>Thracia convexa</i>			0/1			
<i>Thyasira equalis</i>	1/2	2/2	24	25		
<i>Thyasira flexuosa</i>	0/1	6/1	2	1/1		
<i>Thyasira sarsii</i>	56/15	35/12	13/3	11/2		
* Bryozoa skorpeformet		+				
* Bryozoa grenet		+				
Echinodermata						
<i>Amphipholis squamata</i>	2	1	1	2		
<i>Amphiura chiajei</i>	28/14	52/14	13/13	7/11		
<i>Amphiura filiformis</i>	67/102	68/103	0/6	2/3		
<i>Ophiura affinis</i>		1		1/2		
<i>Leptosynapta sp.</i>	17	6	4	4		
ENTEROPNEUSTA indet.			1	2		
* PISCES egg.			1	1		
* VARIA	+	+	+	+	+	+

Vedleggstabell 3. Geometriske klasser

Tabellen angir antall arter i de ulike geometriske klassene ved Hidra i 2009.

G.kl.	Hid 33a	Hid 16a	Hid 19a	Hid 21a	Hid 2a	Hid 3
I	4	3	2	0	14	25
II	1	1	0	1	17	16
III	0	0	1	0	6	16
IV	1	0	0	0	9	10
V	0	0	0	1	5	8
VI	1	0	1	0	4	5
VII	0	0	0	1	3	1
VIII	1	0	0	0	3	3
IX	1	1	1	0	1	1
X	0	0	0	1	0	0
XI	0	0	0	0	2	0
XII	1	0	0	0	1	0
XIII	0	0	0	0	0	0
XIV	0	0	0	0	0	0

Vedleggstabell 4. Analysebevis

Analyserapport

Moss

UNIFOB AS
Helge Botnen
SAM-marin
Thormøhlensgt. 49
5006 Bergen



Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 1 (2)

Kundenummer	8183600-1477243	Prøvemottak	30.04.2009
Prøvetyp	Sedimentprøve	Analyserapport klar	15.05.2009
Oppdragsmerket	Stedskode: 611101, prosjektnr: 802865-ref. 8/19.		
Sted for prøvetaking	Hugg 1		

Lab.nr.		NOV025839-09	NOV025840-09	NOV025841-09	NOV025842-09	NOV025843-09
Tatt ut		21.04.2009	21.04.2009	21.04.2009	22.04.2009	22.04.2009
Merket		1. Hugg	1. Hugg	1. Hugg	1. Hugg	1. Hugg
Parameter	Enhet	21.04.09, Hid 33	21.04.09, Hid 2 (132m) (prøve me	21.04.09, Hid 3 (140m)	22.04.09, Hid	22.04.09, Hid
TOC i lufttørket prøve	g/100g	1.8	2.8	2.3	0.4	28.2
Tørrestoff	%	67.7	35.3	42.3	56.2	20.2
Fosfor, P	g/kg TS	1.3	1.5	1.2	0.25	29
Sink, Zn	mg/kg TS	54	100	92	12	760
Kobber, Cu	mg/kg TS	13	35	26	2.5	220

Marianne Isebakke

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Analysevurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Analyserapport

Moss

UNIFOB AS
 Helge Botnen
 SAM-marin
 Thormøhlensgt. 49
 5006 Bergen



Rapport utført av
 akkreditert laboratorium

Report issued by
 Accredited Laboratory



Side 2 (2)

Kundenummer	8183600-1477243	Prøvemottak	30.04.2009
Prøvetyyp	Sedimentprøve	Analyserapport klar	15.05.2009
Oppdragsmerket	Stedskode: 611101, prosjektnr: 802865-ref. 8/19.		
Sted for prøvetaking	Hugg 1		

Lab.nr.	NOV025844-09				
Tatt ut	22.04.2009				
Merket	1. Hugg				
	22.04.09, Hid				
Parameter	Enhet	2109	Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab
TOC i lufttørket prøve	g/100g	1.4	±15%	AJ 31	O
Tørrstoff	%	60.1	±15%	NS 4764-1	O
Fosfor, P	g/kg TS	1.0	±20%	NS-EN ISO 11885	O
Sink, Zn	mg/kg TS	24	±15%	NS-EN ISO 11885	O
Kobber, Cu	mg/kg TS	6.2	±20%	NS-EN ISO 11885	O

Analyse vurderingen er ikke endel av det akkrediterte dokument, kun som ett tillegg til analyserapporten

Seksjon for Anvendt Miljøforskning

Sted (Angir hvor analysen ble utført)

AnalyCen AS, Norge – www.analycen.no

O	Postboks 3055, 1506 Moss, Norge	Tlf.: +47 69 27 98 00
Y	Bakteriologisk avdeling, Postboks 3055, 1506 Moss, Norge	Tlf.: +47 69 27 98 20

Eurofins AB, Sverige – www.eurofins.se

K	Box 9024, 291 09 Kristianstad, Sverige	Tlf.: +46 44 28 11 00
L	Box 737, 531 17 Lidköping, Sverige	Tlf.: +46 51 08 87 00
U	Pegasus lab, Box 97, 751 03 Uppsala, Sverige	Tlf.: +46 18 68 10 80

Måleusikkerhet

Utvidet relativ måleusikkerhet fremkommet med kontrollprøve på laboratoriet (95% konfidensintervall) og interkalibreringer som laboratoriet har deltatt i. For flere av analysene varierer måleusikkerheten innen måleområdet og angis med den verdien som er relevant for det aktuelle resultatet. For ytterligere informasjon, vennligst kontakt laboratoriet. Metodeoversikt og måleusikkerhet fås ved henvendelse til AnalyCen.

Øvrige forklaringer

- * Ikke akkreditert av AnalyCen AS
- m Knyttet til metode/ref. Angir at metoden det henvises til har enkelte modifikasjoner. Detaljer fås ved henvendelse til laboratoriet.

Akkreditering

Laboratoriene i Norge er akkreditert av Norsk Akkreditering. Virksomheten ved laboratoriene oppfylder kravene i NS-EN ISO 17025. Analyseresultatene gjelder for analyser av de anførte prøver i den stand de ble mottatt. Rapporten skal ikke gjengis uten skriftlig godkjenning fra prøvingslaboratoriet.

Hovedadministrasjon for AnalyCen AS, Norge; Moss. Foretaksnr.: NO 973 191 896
MVA